

PGL



Suivis pour
l'acquisition de
connaissances de la
ferme pilote PGL

19 janvier 2024

**SU6 : suivi de la
mégafaune marine
(mammifères marins et
avifaune) par avion ; SU7
: suivi de la mégafaune
marine (mammifères
marins et avifaune) par
bateau - Phase de
référence et phase de
construction**



biotope



Citation recommandée	Biotope, 2023. Projet éolien flottant Provence Grand Large Suivis pour l'acquisition de connaissances de la ferme pilote PGL SU6 : suivi de la mégafaune marine (mammifères marins et avifaune) par avion ; SU7 : suivi de la mégafaune marine (mammifères marins et avifaune) par bateau - Phase de référence et phase de construction	
Version/Indice	V0 : 06/11/2023 V1 : 06/12/2023 V2 : 16/01/2024	
Date	19/01/2024	
Nom de fichier	ETAT_REFERENCE_SC11_PGL_VF_19012024.docx	
Maître d'ouvrage	Parc Eolien Offshore de Provence Grand Large 100 Esplanade du Général de Gaulle – Cœur Défense – Tour B 92932 Paris La Défense Cedex	
Interlocuteur	Emma GOUZE Chef de projet Environnement Mob: +33 (0) 6 28 54 60 12 emma.gouze@edf-re.fr	
	Biotope – Service EMR 24 rue Paul Doumer - 34140 MEZE http://www.biotope.fr/	
Biotope, Coordinateur de projet	Florian LECORPS Directeur d'études écologue	flecorps@biotope.fr Tél : 06 78 87 22 94
Biotope, Chef de mission	Nicolas DELELIS Directeur d'études, Expert faune	ndelesis@biotope.fr Tél : 06 85 04 29 60
Partenaires	- Méditerranéenne de Services Maritimes (MSM), ZAC des Agglomères – quartier Anse Aubrun, 13110 Port-de-Bouc - Action Air Environnement (AAE), Chemin de la Collobrières, 83390 Cuers	
Crédit photo	Vincent LIEBAULT Julie CABRI Alexandre HAMON	
	Nicolas DELELIS	

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	Objectifs et méthodes	7
1.1	Contexte et objectifs de l'étude	7
1.1.1	Contexte	7
1.1.2	Rappel concernant le projet éolien PGL	8
1.1.3	Objectifs de l'étude	10
1.2	Méthodologie	10
1.2.1	Organisation de l'équipe et intervenants	10
1.2.2	Méthode d'inventaire par bateau	11
1.2.2.1	Plan d'échantillonnage retenu	11
1.2.2.2	Moyens nautiques retenus	12
1.2.2.3	Dates et conditions des expertises	13
1.2.2.4	Limites méthodologiques liées aux conditions rencontrées	15
1.2.3	Méthode d'inventaire par avion	15
1.2.3.1	Plan d'échantillonnage retenu	15
1.2.3.2	Moyens aériens retenus	17
1.2.3.3	Dates et conditions des expertises	17
1.2.4	Présentation du protocole d'acquisition des données par bateau	18
1.2.4.1	Protocole mis en œuvre	18
1.2.4.2	Données collectées lors des inventaires	20
1.2.5	Présentation du protocole d'acquisition des données par avion	22
1.2.5.1	Protocole mis en œuvre	22
1.2.5.2	Données collectées lors des inventaires	23
1.2.6	Présentation non technique des méthodes de traitement des données	25
1.2.6.1	Présentation des données	26
1.2.6.2	Regroupements d'espèces	26
1.2.6.3	Représentation spatio-temporelle des observations	26
1.2.6.4	Description de la phénologie	27
1.2.6.4.1	Suivi nautique : Phénologie d'IKA	28
1.2.6.4.2	Suivi nautique : Phénologie de Densité absolue des oiseaux posés :	28
1.2.6.4.3	Suivi nautique : Densité absolue des oiseaux en vols : snapshot	29
1.2.6.4.4	Suivi aérien	30
1.2.6.4.5	Incertitudes des estimations	30
1.2.6.4.6	Densité absolue cumulées des oiseaux : oiseaux posés + oiseaux en vols	31
1.2.6.5	Répartition spatiale des observations	33
1.2.6.6	Analyse du comportement des oiseaux en vol (altitude)	35
1.2.6.7	Présentation des traitements de données pour les mammifères marins	36
1.2.7	Justification et intérêt du recours à une approche de type BAG plutôt que BACI	36
1.2.7.1	Justification	36
1.2.7.2	Intérêt	37
1.2.8	Données bibliographiques relatives aux espèces	38
2	Bilan des données - Avifaune	40
2.1	Expertises nautiques 2022/2023	40
2.2	Expertises aériennes 2022/2023	42
2.2.1	Bilan expertises aériennes – Etat de référence	42
2.2.2	Bilan expertises aériennes – Phase de construction	44
2.3	Analyse des comportements	46
2.4	Analyse spatio-temporelle	50
2.4.1	Migration pré-nuptiale	50
2.4.2	Reproduction	50
2.4.3	Migration post-nuptiale	51
2.4.4	Hivernage	52



3	Présentation des données d'état de référence par espèce ou groupes d'espèces	53
3.1	Information sur la structure des chapitres par espèce/groupe	53
3.1.1	Données générales	53
3.1.2	Résultat des expertises par avion	53
3.1.2.1	Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	53
3.1.2.2	Analyse comparative entre l'état initial et l'état de référence	53
3.1.3	Résultats des expertises par bateau	54
3.1.3.1	Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	54
3.1.3.2	Analyse comparative entre l'état initial et l'état de référence	54
3.1.4	Analyse des comportements	54
3.1.4.1	Comportement de recherche alimentaire	54
3.1.4.2	Analyse des hauteurs de vol	54
3.1.5	Synthèse	54
3.2	Goélands – Synthèse des données de 2013 et 2022/2023	55
3.2.1	Données générales	55
3.2.1.1	Zoom sur les données bibliographiques	55
3.2.1.2	Zoom sur les données de PGL	55
3.2.2	Résultats des expertises par avion	56
3.2.2.1	Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	56
3.2.2.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	57
3.2.3	Résultats des expertises par bateau	58
3.2.3.1	Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	58
3.2.3.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	61
3.2.4	Analyse des comportements	62
3.2.4.1	Comportement de recherche alimentaire	62
3.2.4.2	Analyse des hauteurs de vol	62
3.2.5	Synthèse	63
3.3	Mouettes – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	64
3.3.1	Données générales	64
3.3.1.1	Zoom sur les données bibliographiques	64
3.3.1.2	Zoom sur les données de PGL	66
3.3.1	Résultats des expertises par avion	67
3.3.1.1	Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	67
3.3.1.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	71
3.3.2	Résultats des expertises par bateau	74
3.3.2.1	Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	74
3.3.2.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	80
3.3.3	Analyse des comportements	82
3.3.3.1	Comportement de recherche alimentaire	82
3.3.3.2	Analyse des hauteurs de vol	82
3.3.4	Synthèse	83
3.4	Sternidés – Synthèse des données de 2013 et 2022/2023	84
3.4.1	Données générales	84
3.4.1.1	Zoom sur les données bibliographiques	84
3.4.1.2	Zoom sur les données de PGL	88
3.4.2	Résultats des expertises par avion	88
3.4.2.1	Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	88
3.4.2.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	90
3.4.3	Résultats des expertises par bateau	93
3.4.3.1	Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	93
3.4.3.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	98
3.4.5	Analyse des comportements	100
3.4.5.1	Comportement de recherche alimentaire	100
3.4.5.2	Analyse des hauteurs de vol	100
3.4.6	Synthèse	101

3.6 Puffin yelkouan, Puffin des Baléares et Puffin fuligineux – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	102
3.6.1 Données générales	102
3.6.1.1 Zoom sur les données bibliographiques	102
3.6.1.2 Zoom sur les données de PGL	104
3.6.2 Résultats des expertises par avion	104
3.6.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	104
3.6.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	106
3.6.3 Résultats des expertises par bateau	107
3.6.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	107
3.6.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	110
3.6.4 Analyse des comportements	111
3.6.4.1 Comportement de recherche alimentaire	111
3.6.4.2 Analyse des hauteurs de vol	112
3.6.5 Synthèse	112
3.7 Puffin de Scopoli – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	113
3.7.1 Données générales	113
3.7.1.1 Zoom sur les données bibliographiques	113
3.7.1.2 Zoom sur les données de PGL	114
3.7.2 Résultats des expertises par avion	114
3.7.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	114
3.7.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	116
3.7.3 Résultats des expertises par bateau	118
3.7.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	118
3.7.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	120
3.7.4 Analyse des comportements	120
3.7.4.1 Comportement de recherche alimentaire	120
3.7.4.2 Analyse des hauteurs de vol	121
3.7.5 Synthèse	121
3.8 Océanite tempête (Hydrobatidés) – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	122
3.8.1 Données générales	122
3.8.1.1 Zoom sur les données bibliographiques	122
3.8.1.2 Zoom sur les données de PGL	123
3.8.2 Résultats des expertises par avion	123
3.8.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	123
3.8.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	125
3.8.3 Résultats des expertises par bateau	126
3.8.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	126
3.8.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	127
3.8.4 Analyse des comportements	128
3.8.4.1 Comportement de recherche alimentaire	128
3.8.4.2 Analyse des hauteurs de vol	129
3.8.5 Synthèse	129
3.9 Fou de Bassan (Sulidés) – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	130
3.9.1 Données générales	130
3.9.1.1 Zoom sur les données bibliographiques	130
3.9.1.2 Zoom sur les données de PGL	130
3.9.2 Résultats des expertises par avion	131
3.9.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)	131
3.9.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	132
3.9.3 Résultats des expertises par bateau	133
3.9.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	133
3.9.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	134
3.9.1 Analyse des comportements	135
3.9.1.1 Comportement de recherche alimentaire	135
3.9.1.2 Analyse des hauteurs de vol	135
3.9.2 Synthèse	136



3.10	Autres espèces marines – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	137
3.10.1	Alcidés et Cormorans	137
3.10.1.1	Données générales	137
3.10.1.2	Résultats des expertises par avion	138
3.10.1.3	Résultats des expertises par bateau	140
3.10.1.4	Analyse des comportements	143
3.10.2	Anatidés	145
3.10.2.1	Données générales	145
3.10.2.2	Résultats des expertises par avion	145
3.10.2.3	Résultats des expertises par bateau	146
3.10.2.4	Analyse des comportements	147
3.10.3	Stercorariidés	148
3.10.3.1	Données générales	148
3.10.3.2	Résultats des expertises par avion	149
3.10.3.3	Résultats des expertises par bateau	150
3.10.3.4	Analyse des comportements	152
3.11	Migrateurs terrestres – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	153
3.11.1	Passereaux	153
3.11.1.1	Données générales	153
3.11.1.2	Résultats des expertises par avion	154
3.11.1.3	Résultats des expertises par bateau	156
3.11.1.4	Analyse des comportements	159
3.11.2	Autres migrateurs (rapaces etc...)	159
3.11.2.1	Données générales	159
3.11.2.2	Résultats des expertises par avion	160
3.11.2.3	Résultats des expertises par bateau	161
3.11.2.4	Analyse des comportements	163
3.11.3	Limicoles	165
4	Bilan des données – Mammifères marins	166
4.1	Grand Dauphin – Synthèse des données 2013 et 2022/2023	166
4.1.1	Données générales	166
4.1.2	Résultats des expertises par avion	169
4.1.2.1	Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	169
4.1.2.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	170
4.1.3	Résultats des expertises par bateau	171
4.1.3.1	Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)	171
4.1.3.2	Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)	172
5	Synthèse des informations récoltées dans le cadre de l'état de référence 2022/2023	174
6	Bibliographie	177
7	Annexes	185
	Liste des cartes	185
	Liste des tableaux	186
	Liste des figures	188
	Liste des illustrations	191

1 Objectifs et méthodes

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

1.1.1 Contexte

L'Etat français a lancé le 5 août 2015 un appel à projets « Fermes pilotes éoliennes flottantes » (AAP EoFlo) dans le cadre du programme « Démonstrateurs de la transition écologique et énergétique » des Investissements d'Avenir. Cet appel à projets avait pour objectif d'accompagner la réalisation en mer de 4 fermes pilotes d'éoliennes flottantes afin de positionner la France comme le leader mondial de cette filière émergente à très fort potentiel de développement. Une ferme pilote constitue la dernière étape de maturation des technologies et contribue à définir les politiques industrielles avant le déploiement commercial.

Le projet de ferme pilote de « Provence Grand Large » (PGL) a été sélectionné par l'Etat le 3 novembre 2016. Il prévoit l'installation et la mise en service, à l'horizon 2024, d'une ferme pilote de 3 éoliennes flottantes (24 MW) à 17 km au large de la plage Napoléon à Port-Saint-Louis-du-Rhône (13) et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité (RPT).

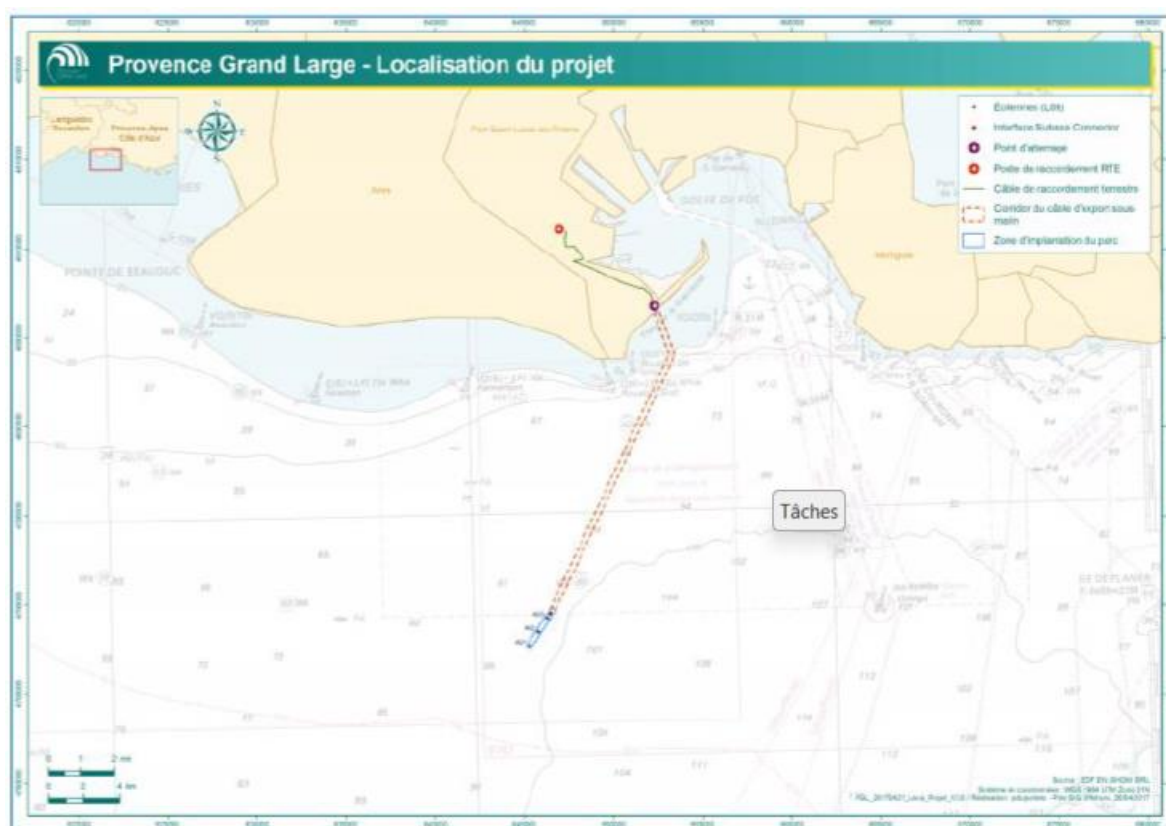


Illustration 1 : Localisation du projet PGL (source : PEOPGL)

Ce projet est porté par la société Parc Eolien Offshore de Provence Grand Large (PEOPGL), en charge de l'installation et de l'exploitation de la ferme pilote PGL. Ses actionnaires sont EDF Renouvelables et Maple Power (groupe canadien spécialiste de l'énergie).



Les principaux partenaires fournisseurs du projet sont :

- SBM Offshore et IFP Energies Nouvelles, en charge de la conception et de l'installation des flotteurs semi-submersibles de technologie TLP (Tension Leg Platform) ;
- Siemens Gamesa SGRE, en charge de la construction et de l'assemblage des éoliennes (mat, nacelle et pales) ;
- Prysmian, en charge de la fabrication et de l'installation des câbles électriques.

Le projet PGL a été développé en concertation avec les parties prenantes locales. Il s'inscrit dans la démarche de transition énergétique engagée par la Région Sud dont l'ambition est de devenir la première région à énergie positive, programme qui intègre un scénario de 3 GW (3 000 MW) d'éolien flottant d'ici à 2050. Le projet entend contribuer à ces objectifs en produisant chaque année l'équivalent de la consommation électrique de plus de 50 000 habitants.

Il s'inscrit dans le contexte de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), approuvée par décret le 23 avril 2020. Il prévoit la mise en service en France de 2,4 GW d'éolien en mer en 2023, et entre 5,2 et 6,2 GW en 2028. Deux Appels d'Offres de 250 MW d'éolien flottant seront notamment attribués en 2024 en Méditerranée française.

Conformément au cahier des charges de l'appel à projets EolFlo dans lequel s'inscrit le projet, le projet PGL doit répondre à 10 objectifs, majoritairement d'ordre technico-économique. L'un d'eux vise néanmoins à apporter un retour d'expérience sur les impacts sur les autres activités et sur l'environnement.

A date, le calendrier prévisionnel de déploiement de la ferme pilote PGL est le suivant :



Illustration 2 : Macro-planning des travaux d'installation du parc éolien PGL

1.1.2 Rappel concernant le projet éolien PGL

Le design des éoliennes flottantes de PGL est unique : le flotteur est de type TLP (Tension Leg Platform) (Largeur à la base d'environ 80 m ; Hauteur d'environ 45 m). Ces fondations flottantes intègrent des principes conceptuels permettant d'éviter et réduire l'impact sur l'environnement et les usages (navigation, pêche...) :

- Une excursion de l'éolienne flottante réduite en raison d'un rayon d'ancrage limité et du système de lignes d'ancrages tendues ;
- Une emprise limitée sur les habitats marins car les lignes d'ancrage ne reposent pas sur les fonds.

Les lignes d'ancrage sont fixées au fond marin par le biais d'ancres à succion ou hybrides gravitaire/succion (3 ancres par éolienne, chaque ancre faisant environ 8 mètres de diamètre et étant enfouie sur une profondeur de 10 mètres de sédiment, tout en restant sub-affleurantes).

Une fois l'éolienne installée sur sa fondation flottante, la hauteur en bout de pale sera inférieure à 174 m au-dessus du niveau moyen de la mer. Le tirant d'air, qui correspond à la distance entre le bas des pales et le niveau moyen de l'eau, sera au minimum de 20 m au repos, c'est-à-dire pour un vent nul et une mer calme. Les éoliennes sont configurées pour commencer à fonctionner à partir de 3 m/s de vent, et à s'arrêter automatiquement lorsque le vent dépasse 25 m/s.

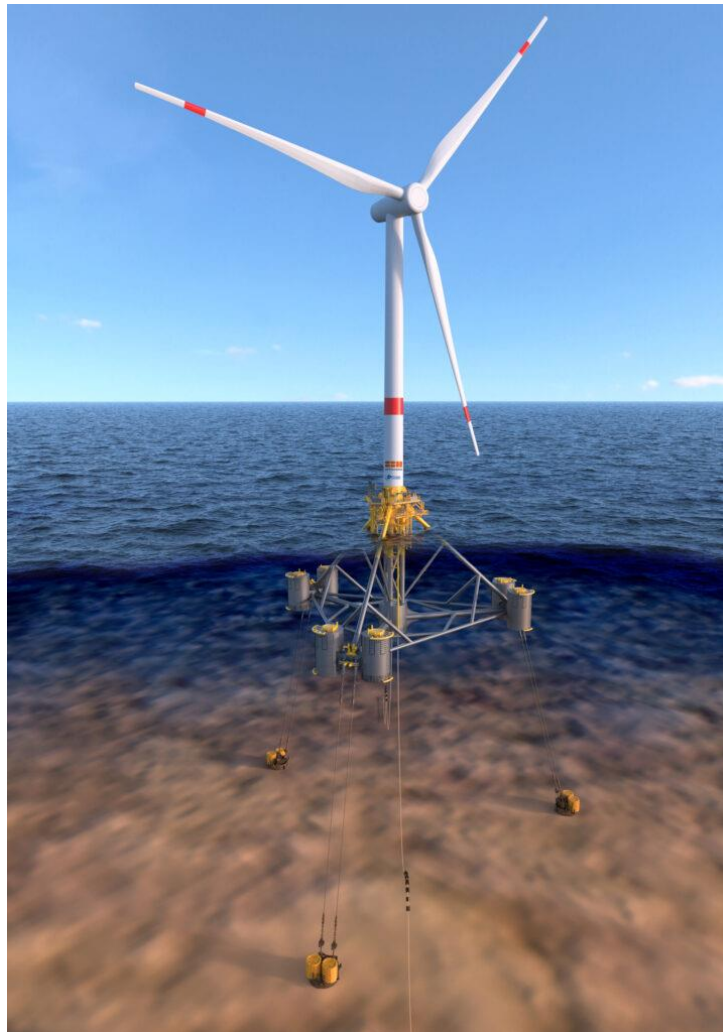


Illustration 3 : Représentation d'une éolienne flottante de la ferme pilote Provence Grand Large

Dans la partie maritime du parc pilote, les trois éoliennes sont raccordées entre elles par des câbles électriques inter-éoliennes dynamiques, formant un réseau électrique interne. Un connecteur sous-marin ou équivalent reliant le réseau électrique interne à un câble électrique d'export transporte l'énergie vers la terre. Un câble d'export est dimensionné pour exporter la puissance maximale du parc pilote jusqu'au poste RTE et donc sur le réseau public de transport électrique. Au sein même du parc, chaque liaison dynamique reliant deux éoliennes aura une longueur comprise entre 1 300 m et 1 500 m environ. Seule une partie de ce câble électrique repose sur le fond marin (sur une longueur totale cumulée d'environ 2,5 km). Cette partie du câble en contact du fond n'est pas enfouie : elle ne subit aucune traction/poussée et est immobile sur l'horizontale (les éoliennes étant ancrées en point fixe par le système présenté ci-dessus). Le câble inter-éolienne est connecté au câble d'export par un joint usine (=connecteur sous-marin).

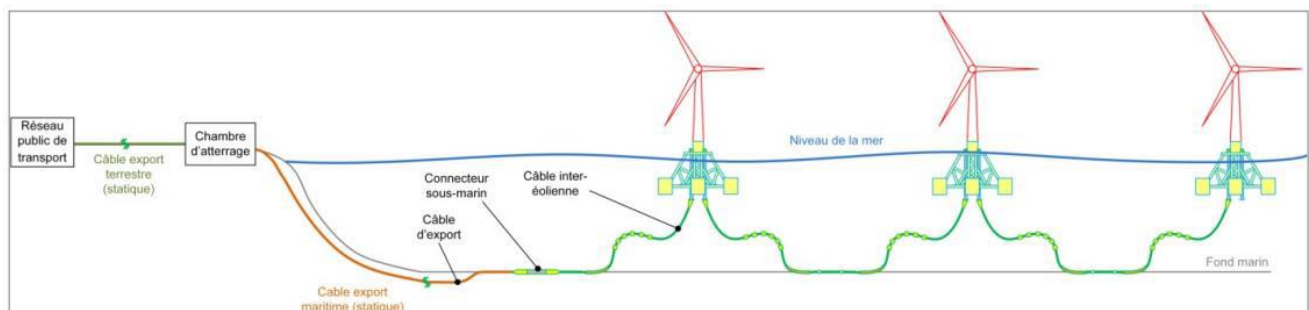


Illustration 3 : Schéma de principe du raccordement électrique du parc pilote



1.1.3 Objectifs de l'étude

L'objectif des Prestations est de réaliser pour le compte de la société Parc Eolien Offshore de Provence Grand Large et au regard des autorisations accordées par arrêté préfectoral n°18-2017_EA du 18 février 2019, modifié le 28 octobre 2021, différentes missions autour des suivis environnementaux suivants :

SU6 : suivi de la mégafaune marine (mammifères marins et avifaune) par avion ; SU7 : suivi de la mégafaune marine (mammifères marins et avifaune) par bateau, conformément aux articles 9.2.6 et 9.2.7 de l'arrêté préfectoral, respectivement, réalisés sur une année, avant les travaux maritimes d'installation du parc éolien.

Ces suivis sont donc nécessaires à la mise en place de la ferme pilote et sont réalisés sous la forme d'un Etat de référence par bateau et avion de la mégafaune marine (oiseaux, mammifères marins, tortues et autres animaux remarquables observables).

Ce suivi permettra, conformément à l'arrêté préfectoral, à évaluer les modifications potentielles de comportement de la mégafaune du fait de la présence du parc.

1.2 Méthodologie

1.2.1 Organisation de l'équipe et intervenants

Expertise BIOTOPE	
Florian LECORPS	Responsable du service EMR Directeur d'études spécialiste des interactions ENR / biodiversité 18 années d'expérience
Nicolas DELELIS	Directeur d'étude, chef de projet naturaliste, ornithologue Responsable de mission 15 années d'expérience
Vincent DELCOURT	Responsable Développement et Commercialisation Radar, ornithologue 17 années d'expérience
Vincent LIEBAULT	Chargé d'études, ornithologue, radariste 10 années d'expérience
Alexandre HAMON	Chargé d'études, ornithologue, radariste
Julie CABRI	Chargé d'études, ornithologue,
Fintan MILLET LETARNEC	Chargé d'études, ornithologue
Marjolaine CAILLAT	Cheffe de projet milieux marins - Biostatisticienne
Yves LE BRAS	Chef de projet - Biostatisticien 9 années d'expérience
Cindy GIDOIN	Cheffe de projet milieux marins - Biostatisticienne

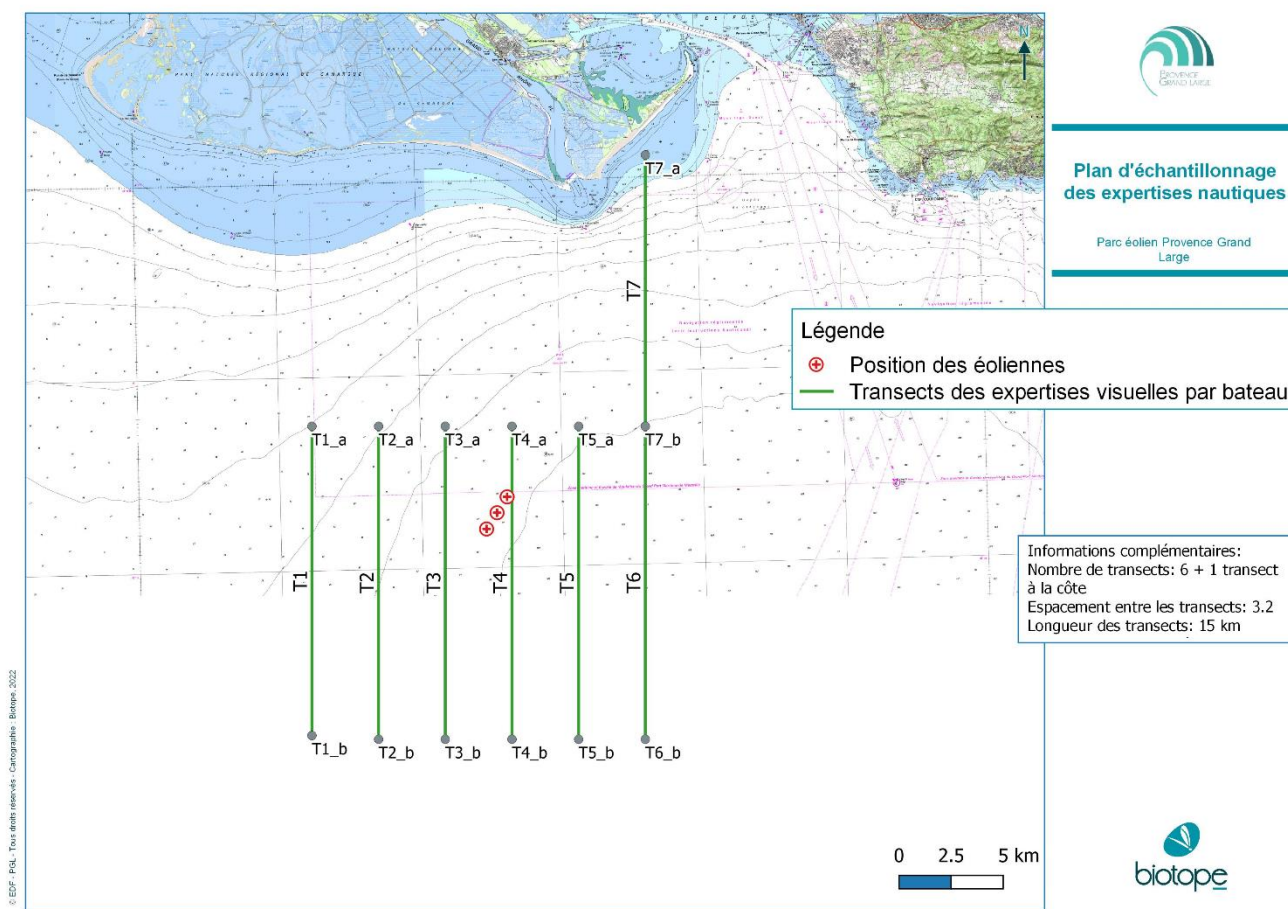
Tableau 1 : Equipe en charge de la mission et qualifications

1.2.2 Méthode d'inventaire par bateau

1.2.2.1 Plan d'échantillonnage retenu

Comme l'indique la fiche protocole en son état de rédaction, le plan d'échantillonnage est construit comme suit :

- Nombre de transects : 6 (+ 1 transect à la côte)
- Espacement entre transects : 3.2 km (1,7 MN)
- Longueur de transects : 15 km (8,1 MN)
- Longueur totale des 6 transects : 90 km (50 MN)



Carte 1 : Position des transects de l'état de référence 2022/2023

Les transects réalisés dans le cadre de l'état initial (2013) sont similaires. Seul le transect à la cote T7 vient compléter le plan d'échantillonnage en 2022/2023.

Transect	Point	Long. décimale (WGS84)	Lat. décimale (WGS84)	Longueur
T1	T1_a	4,686	43,2291	14,81 km (8 MN)
	T1_b	4,6821	43,0958	
T2	T2_a	4,7253	43,2285	14,99 km (8,09 MN)
	T2_b	4,7213	43,0936	
T3	T3_a	4,7647	43,2279	14,99 km (8,09 MN)
	T3_b	4,7606	43,093	
T4	T4_a	4,804	43,2272	14,99 km (8,09 MN)
	T4_b	4,7998	43,0923	

T5	T5_a	4,8434	43,2265	14,99 km (8,09 MN)
	T5_b	4,8391	43,0917	
T6	T6_a	4,8827	43,2259	14,99 km (8,09 MN)
	T6_b	4,8783	43,091	
T7	T7_a	4,8865	43,3428	12,99 km (7,01 MN)
				102,75 km (55,48 MN)

Tableau 2 : Coordonnées géographiques et longueur des transects réalisés par bateau (WGS84)

Le design des transects retenu en 2022/2023 (état de référence) est similaire au design des transects utilisé lors des expertises menées pour l'état initial en 2013.

Cette similarité facilitera les traitements croisés des données sur la base des 12 sessions d'expertise de 2013 et des 15 sessions d'expertise menées en 2022/2023.

1.2.2.2 Moyens nautiques retenus

La société **MEDITERRANEEENNE DE SERVICES MARITIMES (MSM)**, filiale de la coopérative du lamanage Marseille Fos, et son bateau CISAMPO ont été retenus pour mener les campagnes en mer :



Société Coopérative du LAMANAGE des ports de Marseille et du Golfe de Fos
ZAC des Agglomères – quartier Anse Aubrun, 13110 Port-de-Bouc
SIRET : 523 621 613 00042

<https://www.lamanage.coop/nos-filiales/mediterraneenne-de-services-maritimes-msm>

Il s'agit d'une société spécialisée dans les remorquages côtiers, les opérations de services maritimes divers et le transport de passagers basée à Port de Bouc.



Illustration 4 : Le CISAMPO – Compagnie MSM

1.2.2.3 Dates et conditions des expertises

Le navire a été mobilisé chaque mois. Afin d'assurer une campagne par mois, la recherche des créneaux favorables pour mener la sortie s'effectue dès les premiers jours du mois. Dans la mesure du possible, la sortie est menée durant les quinze premiers jours du mois.

Les conditions de réalisation des campagnes sont contraintes par les conditions météorologiques et d'état de la mer. Les conditions suivantes ont été ciblées dans le respect des recommandations méthodologiques pour les expertises en mer par bateau :

- État de mer satisfaisant pour des observations visuelles = mer calme à peu agitée (hauteur effective houle / vagues dans l'idéal inférieure à 1,25 à 1,5 m) ;
- Vent inférieur ou égal à 4 Beaufort ;
- Pas de pluie marquée ;
- Pas de brouillard persistant.

Compte tenu de la durée des campagnes et de la longueur des transects à réaliser, l'organisation des campagnes nécessite des projections météorologiques à moyen terme. Par ailleurs, il est peu probable que les conditions idéales puissent être respectées lors de la durée totale des campagnes d'expertises, notamment en hiver ou les créneaux météorologiques sont souvent de courte durée.

Le tableau suivant présente les dates et conditions de réalisation des 15 sessions d'expertises nautiques réalisées entre juin 2022 et juillet 2023.

Chaque session est réalisée dans la mesure du possible chaque mois et sont espacés d'un minimum de 15 jours entre elles. Toutefois, au regard de l'indisponibilité du Cisampo et/ou des conditions météorologiques défavorables, la session de février et de juin 2023 ont été décalées au mois suivant.

Deux campagnes ont été menées au cours des mois de mars, avril et mai 2023 (soit 6 sorties) conformément au cahier des charges et afin de renforcer la pression d'inventaire sur les mois de migration pré-nuptiale.

7 petits transects (T1 à T7), dont 1 transect à la côte (T7), sont expertisés par session, les conditions météorologiques sont relevées minimum une fois par transect et également à chaque modification des conditions météorologiques au sein d'un même transect. Enfin, aucune sortie n'a été réalisée en juin 2023 en raison des conditions météorologiques défavorables. Une sortie a toutefois été menée fin mai 2023 (le 31/05/2023).

Session	Date / heure	Conditions météorologiques moyennes	Conditions d'observations	Nombre de données collectées (effectifs cumulés)	Observateurs
N°1	01/06/2022 ; de 6h40 à 13h30	Houle : 0,50 m de houle Vent : Nul à faible, vent du sud Couverture nuageuse : 10% Visibilité : Variable (nappes de brume)	Favorables	2476	Vincent LIEBAULT Nicolas DELELIS
N°2	28/07/2022 ; 07h00 à 13h00	Houle : 0,5 m de houle et 0,25 m de vagues Vent : Nul à faible, vent du sud Couverture nuageuse : 10% Visibilité : Très bonne	Très favorables	1633	Alexandre HAMON Julie CABRI
N°3	25/08/2022 ; de 6H15 à 12H40	Houle : 0,25 m de houle et 0,25 m de vagues Vent : Nul à faible Couverture nuageuse : 0% Visibilité : Très bonne	Très favorables	758	Alexandre HAMON Fintan MLEET LETARNEC
N°4	09/09/2022 ; de 06h40 à 13h05	Houle : 0,25 – 1 m de houle et 0,25 – 0,5 m de vagues Vent : Modéré à fort (4-10), vent de nord-ouest Couverture nuageuse : 10-80 % Visibilité : Très bonne	Favorables	575	Nicolas DELELIS Vincent LIEBAULT
N°5	12/10/2022 ; de 07h15 à 13h30	Houle : 0-0,25 m de houle et 0-0,25 m de vagues Vent : Nul à faible, vent du nord	Très favorables	1174	Julie CABRI Vincent LIEBAULT

Session	Date / heure	Conditions météorologiques moyennes	Conditions d'observations	Nombre de données collectées (effectifs cumulés)	Observateurs
		Couverture nuageuse : 60% à 80% Visibilité : Très bonne			
N°6	17/11/2022 ; de 07h00 à 13h30	Houle : 0,5-0,7 m de houle et 0-0,25 de vagues Vent : Nul à faible, vent de sud-ouest Couverture nuageuse : 10% à 80% Visibilité : Très bonne	Favorables	1728	Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC
N°7	08/12/2022 ; de 06h50 à 13h00	Houle : 0,25-0,5 m de houle et 0,25 m de vagues Vent : Faible, vent du nord, Couverture nuageuse : 80-100% Visibilité : Très bonne	Favorables	828	Nicolas DELELIS Vincent LIEBAULT
N°8	06/01/2023 ; de 07h00 à 12h30	Houle : 0,25-0,5 m de houles et 0,1 m de vagues Vent : Faible, vent d'est Couverture nuageuse : 80-100% Visibilité : Très bonne	Favorables	847	Vincent LIEBAULT Alexandre HAMON
N°9	06/03/2023 ; de 08h48 à 14h30	Houle : 0,5-1 m de houle et 0,25-1 m de vagues Vent : Faible à modéré (1-4), vent de nord-ouest Couverture nuageuse : 0% Visibilité : Bonne	Bonnes conditions sur T7 à T4 mais se dégradant à partir de T3	266	Nicolas DELELIS Vincent LIEBAULT
N°10	21/03/2023 ; de 9h00 à 14h30	Houle : 0,25 m max de houle et 0,25-1 m de vagues Vent : Faible à modéré, vent d'ouest / nord-ouest Couverture nuageuse : 50-100% Visibilité : Très bonne	Très favorables	365	Alexandre HAMON Fintan MILLET LETARNEC
N°11	06/04/2023 ; de 7h30 à 14h30	Houle : 0,25-0,5 m de houle et 0,25 m de vagues Vent : Faible à modéré, vent de nord / nord-ouest Couverture nuageuse : 30% à 70% Visibilité : Très bonne	Favorables	695	Alexandre HAMON Julie CABRI
N°12	20/04/2023 ; de 07h00 à 14h30	Houle : 0,25 m de houle et 0,25 m de vagues Vent : Nul à fort, vent d'ouest / nord-ouest Couverture nuageuse : 0-30% Visibilité : Très bonne	Très favorables	475	Gaspard BERNARD Fintan MILLET LETARNEC
N°13	05/05/2023 ; de 6h00 à 12h30	Houle : 0,25 m de houle et 0,25 m max de vagues Vent : Faible, vent du sud Couverture nuageuse : 10-40% Visibilité : Très bonne	Très favorables	540	Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC
N°14	31/05/2023 ; de 8h00 à 13h00	Houle : 0,25-1 m de houle et 0,5 m max de vagues Vent : Faible à moyen, vent du sud Couverture nuageuse : 10-80% Visibilité : Bonne	Favorables dans l'ensemble mais avec une dégradation dans l'après-midi	2309	Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC
N°15	06/07/2023 ; de 7h00 à 13h00	Houle : 0-0,25 m de houle et 0,25 m max de vagues Vent : Faible, vent de nord-ouest Couverture nuageuse : 10-70% Visibilité : Très bonne	Très favorables	1271	Vincent LIEBAULT Alexandre HAMON

Tableau 3 : Date des expertises nautiques visuelles et conditions météorologiques observées

1.2.2.4 Limites méthodologiques liées aux conditions rencontrées

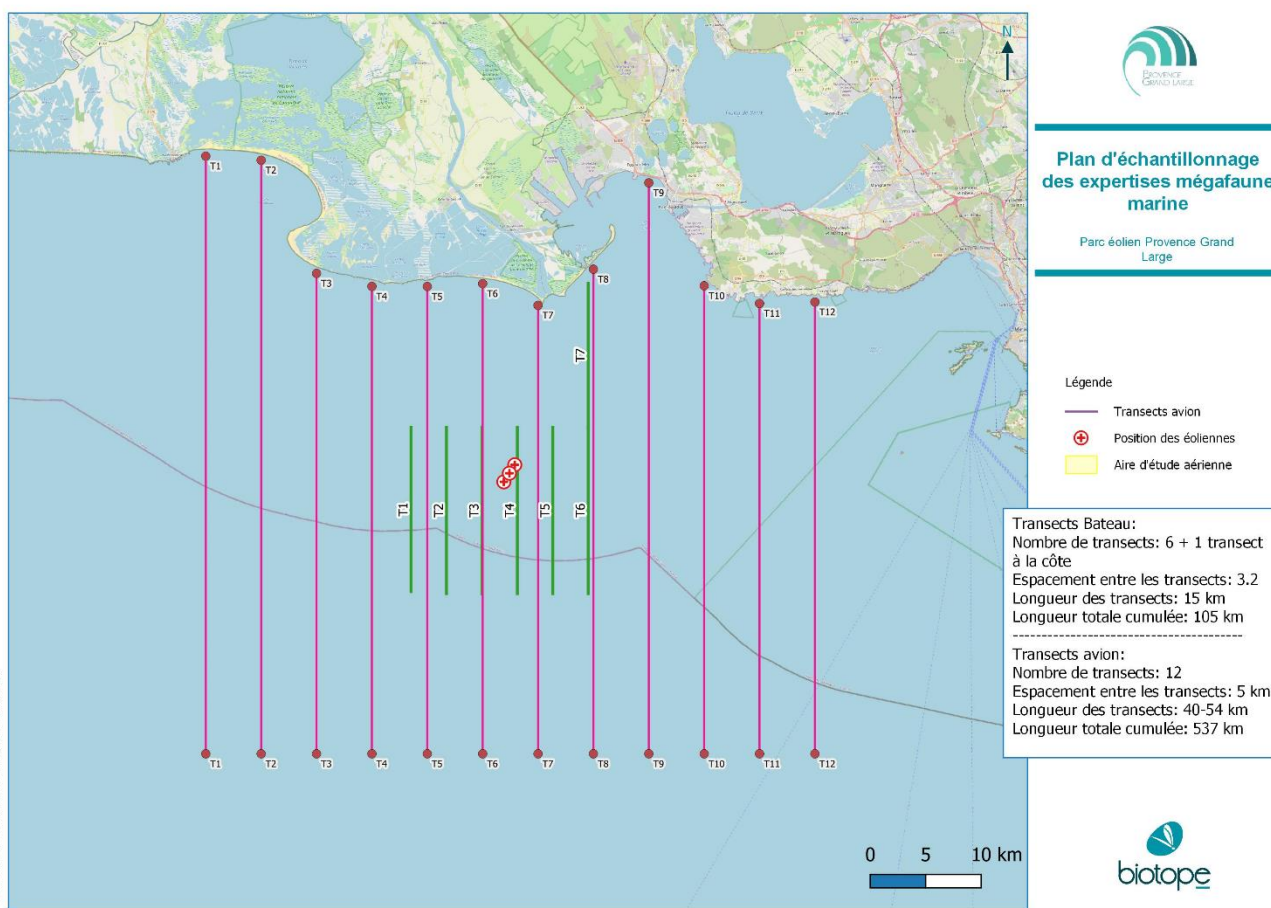
La période couverte par les expertises a été contrainte par les conditions hivernales très agitées avec des successions très régulières de coups de vent et un état de mer dégradé nécessitant une recherche des meilleurs créneaux d'intervention et parfois un décalage des campagnes sur le mois suivant.

1.2.3 Méthode d'inventaire par avion

1.2.3.1 Plan d'échantillonnage retenu

Comme l'indique la fiche protocole en son état de rédaction, soumise aux autorités, notre proposition d'expertise se base sur les aires d'étude et transects utilisés lors des expertises de 2013. Le plan d'échantillonnage est construit comme suit :

- Nombre de transects : 12
- Espacement entre transects : 5 km (2,7 MN)
- Longueur des transects : 40 à 54 km (21,6 à 29,2 MN)
- Longueur totale cumulée : 537 km (290 MN)

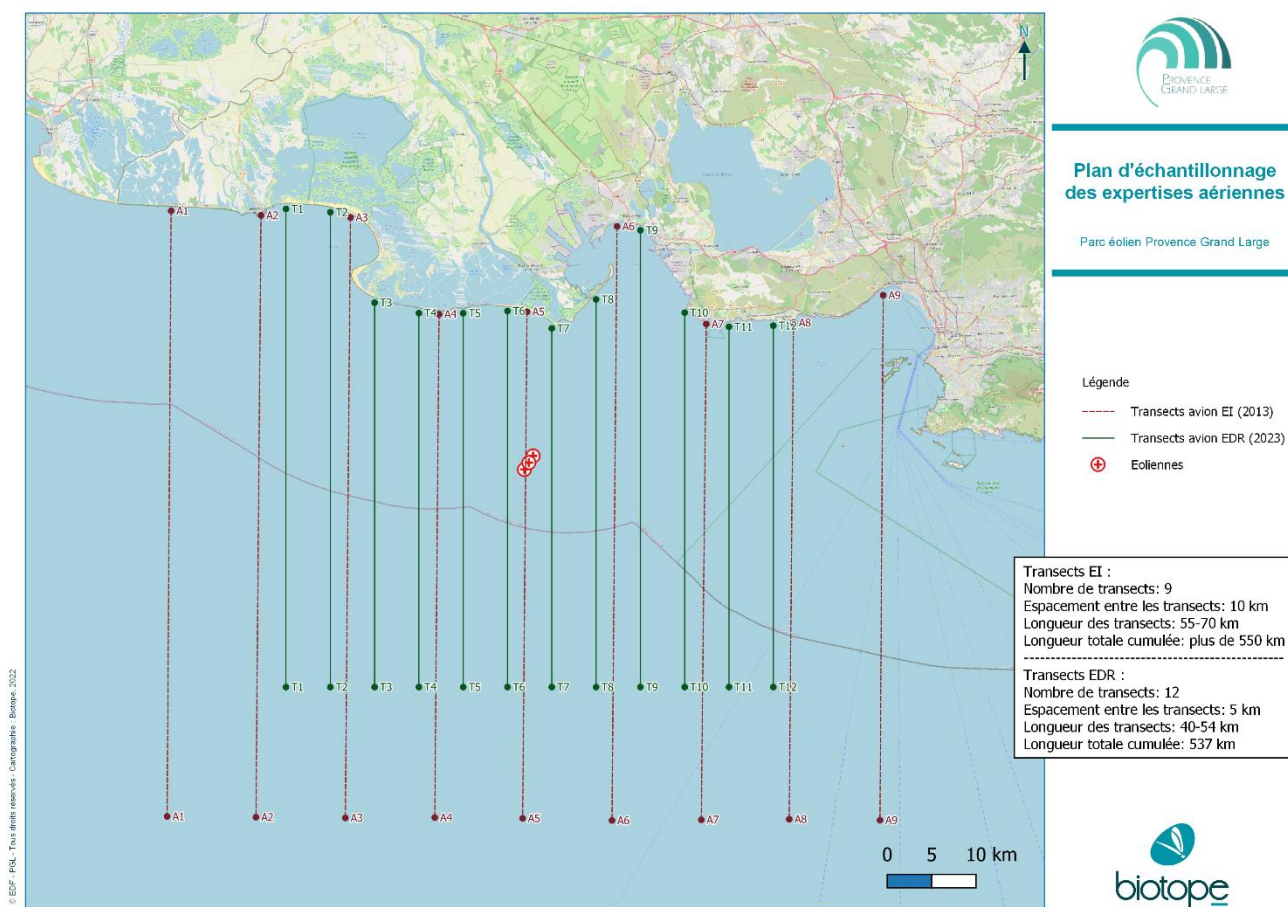


Carte 2 : Position des transects de l'état de référence 2022/2023

Transect	Point	Long. décimale (WGS84)	Lat. décimale (WGS84)	Longueur
T1	T1_a	43,453	4,464	53,90 km (29,10 MN)
	T1_b	42,967	4,451	
T2	T2_a	43,448	4,525	53,54 km (28,91 MN)

Transect	Point	Long. décimale (WGS84)	Lat. décimale (WGS84)	Longueur
T3	T2_b	42,967	4,513	43,33 km (23,40 MN)
	T3_a	43,356	4,584	
	T3_b	42,966	4,574	
T4	T4_a	43,344	4,646	42,15 km (22,76 MN)
	T4_b	42,965	4,635	
T5	T5_a	43,343	4,707	42,14 km (22,75 MN)
	T5_b	42,964	4,696	
T6	T6_a	43,344	4,769	42,40 km (22,89 MN)
	T6_b	42,963	4,757	
T7	T7_a	43,326	4,83	40,44 km (21,84 MN)
	T7_b	42,962	4,819	
T8	T8_a	43,354	4,893	43,70 km (23,60 MN)
	T8_b	42,961	4,88	
T9	T9_a	43,423	4,957	51,50 km (27,81 MN)
	T9_b	42,96	4,941	
T10	T10_a	43,338	5,015	42,21 km (22,79 MN)
	T10_b	42,959	5,002	
T11	T11_a	43,323	5,077	40,61 km (21,93 MN)
	T11_b	42,957	5,063	
T12	T12_a	43,323	5,138	40,75 km (22,00 MN)
	T12_b	42,956	5,125	
				536,67 km (289,78 MN)

Tableau 4 : Coordonnées géographiques et longueur des transects réalisés par avion (WGS84)



Carte 3 : Position des transects de l'état de référence 2022/2023 par rapport aux transects de l'état initial 2013

Le design des transects retenu est différent du design des transects utilisé lors des expertises menées pour l'état initial en 2013. En effet, l'aire d'étude de l'état de référence de 2022/2023 a été réduite afin de diminuer la distance entre les transects et de rendre plus facile l'extrapolation des distributions des espèces au sein de l'aire d'étude élargie.

1.2.3.2 Moyens aériens retenus

La société **ACTION AIR ENVIRONNEMENT (AAE)** a été retenue pour mener les campagnes aériennes :



Deux avions bimoteurs différents ont été utilisés pour les expertises aériennes visuelles :

- Avion type Partenavia P68B



- CESSNA 337 Skymaster « Push-Pull », immatriculé FHCOM



1.2.3.3 Dates et conditions des expertises

Les expertises aériennes visuelles ont été réalisées en novembre 2022 et mars 2023 dans le cadre de la phase de référence, et en octobre 2023 dans le cadre de la phase de construction. L'avion FHCOM a été mobilisé en novembre 2023 et l'avion P68B en mars 2023. L'arrêté préfectoral mentionne que le suivi en avion doit se faire en phase de migration (donc pendant les saisons de printemps et d'automne). Une sortie en phase de construction a été réalisée à l'automne 2023, alors que l'installation des 3 éoliennes venait de s'achever et que les opérations en mer pour l'installation du câble électrique d'export débutaient.

La réalisation des missions d'expertise est conditionnée par les conditions météorologiques afin de garantir la sécurité des opérateurs et la qualité des données collectées. Une veille météo (recherche de créneaux favorables) est donc assurée une



quinzaine de jours avant la date de sortie. Dans la mesure du possible, la sortie est menée durant les quinze premiers jours du mois.

Les conditions suivantes ont été ciblées dans le respect des recommandations méthodologiques pour les expertises en mer par avion :

- État de mer satisfaisant pour des observations visuelles = mer calme à peu agitée (hauteur effective houle / vagues dans l'idéal inférieure à 1 à 1,5 m) ;
- Vent inférieur ou égal à 4 Beaufort ;
- Pas de pluie marquée ;
- Pas de brouillard persistant.

Compte tenu de la durée des campagnes et de la longueur des transects à réaliser, l'organisation des campagnes nécessite des projections météorologiques à moyen terme. Par ailleurs, il est peu probable que les conditions idéales puissent être respectées lors de la durée totale des campagnes d'expertises.

Le tableau suivant présente les dates et conditions de réalisation des 3 sessions d'expertises aériennes réalisées entre novembre 2022 et octobre 2023.

12 grands transects (T1 à T12) sont expertisés par session, les conditions météorologiques sont relevées minimum une fois par transect et également à chaque modification des conditions météorologiques au sein d'un même transect.

Session	Date	Conditions d'observations	Nombre de données collectées (effectifs cumulés)	Observateurs
N°1	07/11/2022	Favorables	1177	Julie CABRI Alexandre HAMON Vincent LIEBAULT (A chaque sortie, il y avait 2 observateurs de Biotope parmi ceux cités ci-dessus et 1 de la LPO)
N°2	16/03/2023	Favorables	930	
N°3	13/10/2023	Favorables	1156	

Tableau 5 : Date des expertises aériennes visuelles et conditions d'observation

1.2.4 Présentation du protocole d'acquisition des données par bateau

1.2.4.1 Protocole mis en œuvre

La méthode utilisée est basée sur les standards internationaux définis pour les inventaires en mer. Elle se base notamment sur les recommandations de l'European Seabirds at Sea (ESAS), de Tasker et al. (1984), Komdeur et al. (1992), Camphuysen et al. (2004), Maclean et al. (2009) et De Seynes (2008). La méthode proposée intègre également les recommandations du Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer publié en 2017 sur le site du Ministère de la Transition écologique.

Principes :

- Le bateau suit un parcours prédéfini (les transects) à faible vitesse (moyenne de 10 nœuds) ;
- L'équipe d'observateurs est composée de deux personnes à chaque campagne, experts avifaune / mégafaune marine ;
- Un mode de fonctionnement spécifique pour mener à bien les observations et la récolte des données (voir ci-dessous) ;
- Les inventaires en mer requièrent une expérience, une discipline et un professionnalisme importants tant dans la préparation que pendant leur réalisation ou suite au retour à terre.

Avant la sortie :

Le responsable de l'organisation des campagnes d'inventaire en mer (Nicolas DELELIS ou Vincent LIEBAULT) fixe l'heure du départ avec le pilote (qui reste garant de la sécurité) en fonction des conditions météorologiques, de l'état de la mer, de la marée, de la visibilité...



Il s'assurera que tout le matériel nécessaire (jumelles, GPS, batteries, fiches de saisie en nombre suffisant, formulaires de sortie, crayons à papier, planche de terrain, minuteur...) est présent. Une check-list aide à la préparation du matériel afin de ne rien oublier.

Le port de départ est Port de Bouc.

Pendant la sortie :

Deux observateurs, spécialistes des oiseaux et de la mégafaune marine et formés aux exigences du protocole, couvrent chacun un champ visuel complémentaire de 90° sur le quart avant du bateau en mouvement (Komdeur et al., 1992). Les oiseaux sont détectés visuellement à l'œil nu ou auditivement et sont ensuite identifiés si nécessaire à l'aide de jumelles (Camphuysen et al., 2002). Aucune limite de distance de détection n'est fixée mais l'attention est principalement portée sur une bande de 0 à 300 mètres. Cette distance de 300 mètres est la valeur protocolée recommandée dans les études internationales (Banks et al., 2006 ; Camphuysen et al., 2002).

Le protocole mis en œuvre est conforme aux recommandations issues du protocole ESAS (JNCC, Royaume-Uni d'après Tasker et al. 1984 ; Webb & Durink 1992 ; Camphuysen et al. 2004), des recommandations du MNHN (Valéry, 2010) ainsi que des recommandations du guide « Eolien en mer » (MEEM, 2017).

Les oiseaux posés et en vol sont comptés en permanence durant les transects.

En complément, les oiseaux en vol seront comptés en utilisant la technique du « Snapshot » ou comptage instantané (Camphuysen et al., 2002) qui consiste à comptabiliser tous les individus à intervalles de temps réguliers (intervalle envisagé : tous les 1000 m). Cette technique permet de s'affranchir du biais de détectabilité des individus en fonction de leur axe et leur vitesse de vol relative au bateau. Les oiseaux en vol observés entre les snapshot sont également comptabilisés pour caractériser le flux d'oiseaux. Ces comptages dédiés des oiseaux en vol sont particulièrement importants pour détecter les oiseaux en altitude.

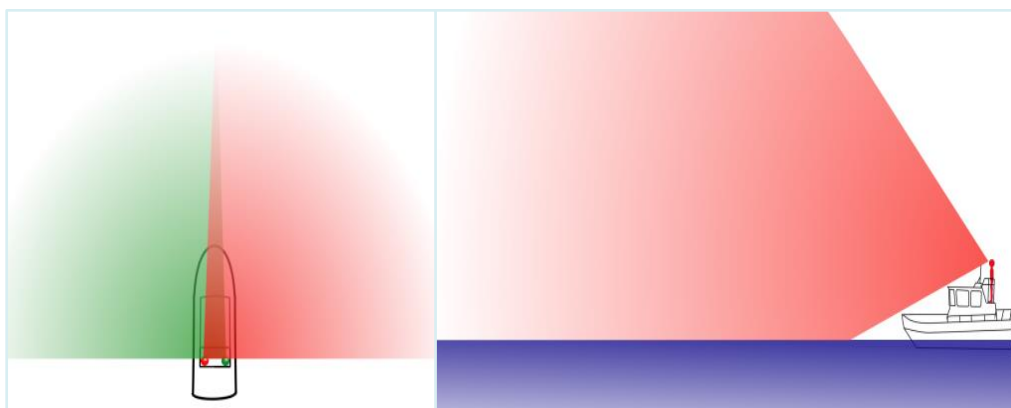
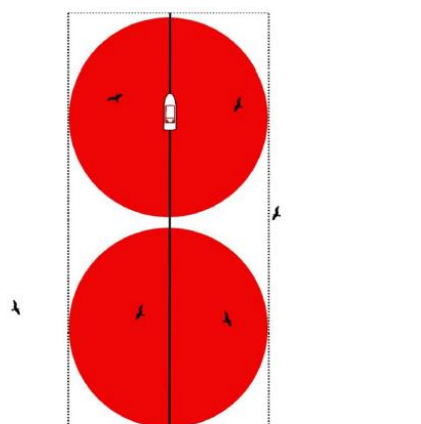


Illustration 5 : Principe de l'observation en mer sur la zone d'échantillonnage (Source : Bretagne vivante, 2015)



Source : Bretagne vivante, 2015

Illustration 6 : Schéma illustratif de la méthode des snapshot (source : Biotope / Bretagne vivante, 2016)

1.2.4.2 Données collectées lors des inventaires

Les individus observés durant les transects sont identifiés et localisés dans l'espace suivant un protocole prédéfini pour obtenir les renseignements nécessaires à l'élaboration de l'état de référence (et servir de base aux suivis des effets et l'analyse des impacts). Les informations seront consignées sur des bordereaux dédiés et/ou sur tablette de terrain.

Les observateurs noteront régulièrement (à chaque début de transect) les données météorologiques et l'état de la mer.

Au cours des transects, chaque observation sera positionnée à l'aide d'un GPS dédié aux observations (et différent de celui servant à la navigation) et géré par le responsable de la sortie. Ce GPS est équipé d'une touche « Mark ». A chaque observation, une pression sur cette touche permet d'enregistrer un point GPS géoréférencé (« waypoint ») avec un numéro unique. Ainsi, dès qu'une observation est réalisée (par l'un ou l'autre des observateurs), un « waypoint » est enregistré par le responsable de la sortie.

Les informations récoltées sur les oiseaux marins sont enregistrées pour chaque observation. Ces informations ont pour but de détailler les oiseaux contactés et de caractériser leurs activités et comportements. Les informations collectées sont décrites dans le tableau suivant :



Illustration 7 : Application numérique de terrain

Informations	Description
Point GPS	Les coordonnées GPS du point d'observation en degrés décimaux – WGS 84
Espèce	Le nom latin de l'espèce identifiée ou le code du taxon
Nombre	Le nombre d'individus observés
Observateur	Le nom de l'observateur.
Angle d'observation	L'angle d'observation de l'oiseau en degrés
Distance	L'estimation de la distance de l'individu en mètres
Comportement	Le comportement de l'oiseau : en vol, posé, sur un reposoir ou suivant un bateau
Alimentation	L'activité de pêche de l'oiseau : en recherche alimentaire ou non
Réaction	La réaction de l'oiseau au bateau d'observation : neutre, attraction, répulsion, fuite ou suit le bateau
Age	L'âge de l'individu observé : juvénile, immature, adulte ou le code d'âge recommandé par le CRBPO (centre de recherche par le baguage des populations d'oiseaux)
Plumage	Le stade du plumage : nuptial ou inter-nuptial
Mue	Le stade de mue si celui-ci est observé
Hauteur de vol	La hauteur de vol moyenne estimée de l'individu en mètres
Axe de vol	L'axe de vol de l'individu exprimé en direction cardinale : N, NW, W, SW...

Tableau 6 : Informations récoltées sur les individus par observation : exemple des oiseaux.

NB : concernant les mesures des distances, elles ont été réalisées « à l'estime » pour les oiseaux en vol (distance estimée en mètres) et les oiseaux posés. Les distances n'ont pas été estimées par classe, afin de permettre une exploitation maximale des données (notamment estimations des effectifs par Distance sampling).

Les hauteurs de vol lors des expertises par bateau sont estimées à dire d'expert. Elles sont généralement évaluées en mètres jusqu'à 20 m puis par dizaine de mètres entre 20 et 50 m de hauteur, et, de façon plus approximative, au-delà de 50 m de hauteur (« entre 50 et 100 m », « entre 100 et 200 m »). Les estimations visuelles des hauteurs de vol lors des expertises par bateau sont fiabilisées par la réalisation de snapshot (expertise dédiée des oiseaux en vol), mais restent soumises à des biais d'observation importants (pas de structure haute en mer permettant de servir de repère). L'expérience des observateurs est primordiale pour ces estimations. Par ailleurs, des temps de formation interne à l'équipe sont régulièrement mises en œuvre (estimation par 3 observateurs simultanément pour homogénéisation). L'équipe a utilisé des jumelles télémétriques avec inclinomètre permettant de mesurer précisément les hauteurs de vol des oiseaux proches et de calibrer les estimations



d'altitude et de distance. Du fait de l'impossibilité de mettre en œuvre des relevés systématiques de hauteurs de vol lors des suivis (notamment du fait de la densité d'oiseaux observés), les observateurs se calibrent entre eux lors des phases de transit entre le port et les transects puis ponctuellement lors des observations d'oiseaux en cours de transects.

Un taux de détermination maximal sera visé lors des expertises.

Un effort a notamment porté sur l'identification des petits puffins, pour séparer les Puffins yelkouan des Puffins des Baléares qui présentent des enjeux de conservation différents. Cette détermination est permise grâce à l'expérience des observateurs, notamment lors des mois de mue où la distinction entre les espèces est plus complexe.

Tout contact d'autres espèces de mégafaune marine a été également noté (mammifères marins, requins, tortues marines). Les informations suivantes seront notées :

- Localisation,
- Comportement et direction du groupe ;
- Effectifs par espèce ;
- Dans la mesure du possible, l'âge des individus.



Illustration 8 : Radeau de puffins, Puffins en vol, Grand dauphin et Fou de Bassan © Vincent LIEBAULT- Biotope



1.2.5 Présentation du protocole d'acquisition des données par avion

1.2.5.1 Protocole mis en œuvre

Le principe des campagnes aériennes visuelles repose sur l'observation depuis un avion équipé de hublots-bulle, le long de transects linéaires préalablement définis. Cette méthode permet de couvrir une vaste surface en peu de temps, et avec un coût moindre que les expertises nautiques visuelles qui sont mises en œuvre à bord de navires dédiés.

Les deux avions utilisés pour les présents suivis sont équipés d'ailes hautes avec des hublots-bulle permettant une observation à la verticale du transect (Illustration 7). L'avion vole à 180 m environ (600 ft) et à environ 90 nœuds.

Pour les expertises, les équipes embarquées sont généralement constituées de quatre personnes : trois observateurs et un pilote :

- Le pilote suit les transects définis et assure la navigation (sécurité, autorités) ;
- 2 observateurs prennent place à l'arrière de l'appareil et réalisent les observations de chaque côté de l'avion (un observateur à gauche et un observateur à droite) et les annoncent au navigateur ;
- 1 navigateur (ou secrétaire) s'occupe de la navigation, annonce le début et la fin de chaque transect, il saisit les observations annoncées par les 2 observateurs, ainsi que les conditions d'effort, et suit le plan de vol.

Le protocole mis en œuvre suit les recommandations du guide méthodologique des campagnes d'observations aériennes de la mégafaune marine¹ de l'Observatoire Pelagis (Université de la Rochelle – CNRS) et les informations sont saisies en vol directement sur ordinateur grâce à l'interface SAMMOA, qui a été spécialement conçue pour ce type de campagnes par l'Observatoire Pelagis. Un enregistrement sonore des observations est également réalisé pendant le vol, il permet la validation des données une fois le suivi terminé.

A intervalles réguliers (d'1h à 2h), le navigateur (ou secrétaire) change et les observateurs tournent (pour limiter la fatigue des yeux et augmenter les capacités de détection).

Les observations sont réalisées à l'œil nu. Les observateurs sont munis d'un inclinomètre (détermination de l'angle d'observation des mammifères marins) et d'une rose des vents permettant de déterminer les angles d'éblouissement (Cf. Tableau 8 : Informations récoltées pour les données d'effort.). Depuis l'utilisation de l'interface SAMMOA, les conditions d'observations (effort) sont relevées par les observateurs à chaque début de transect et à chaque fois que les conditions changent au cours du transect.

L'effort d'observation est concentré dans une bande de 200 m (sous l'avion) pour les oiseaux marins (protocole de transect en bande ou strip transect) et dans une bande de 500 m (soit 90° à 20° avec l'inclinomètre) pour les mammifères marins et les grands poissons pélagiques (protocole d'échantillonnage par distance de détection) (Illustration 9 : Effort d'observation lors des expertises visuelles aériennes (d'après le « Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine », PELAGIS)). Les stationnements sur l'estran et les milieux terrestres ne sont pas comptabilisés.

En cas d'observation particulière (e.g. rassemblement important de macreuses, mammifères marins, etc.), les observateurs peuvent demander si besoin au pilote de réaliser une manœuvre de « circle-back » (l'altitude et la vitesse restent constantes). Les observations remarquables sont photographiées, dans la mesure du possible.

Depuis la mise en œuvre du protocole développé par l'Observatoire Pelagis, les positions des bateaux ainsi que leur activité (pêche, plaisance, transit, etc.) sont également notées dans une bande de 500m de part et d'autre de l'avion. Les positions des déchets, pollutions et bouées de pêche seront quant à elles notées dans une bande de 200m de part et d'autre de l'avion.

¹ <https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2021/08/GuideMethodoAerien2020.pdf>

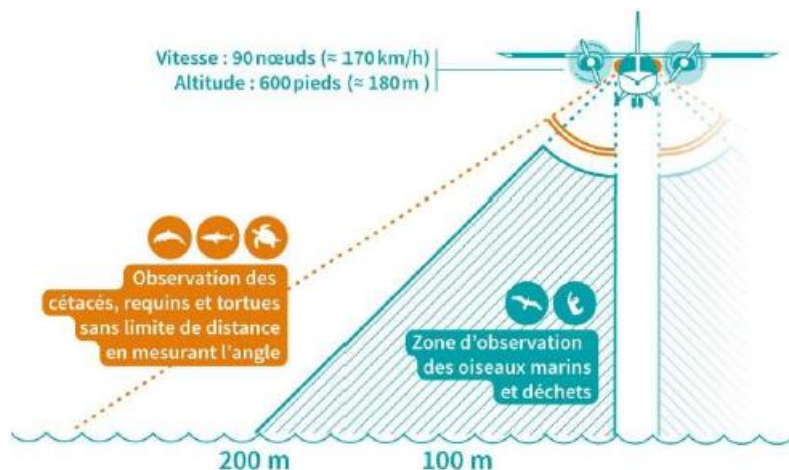


Illustration 9 : Effort d'observation lors des expertises visuelles aériennes (d'après le « Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine », PELAGIS)

1.2.5.2 Données collectées lors des inventaires

Les données collectées et analysées dans le présent rapport ont été saisies à l'aide du logiciel SAMMOA, elles sont récapitulées dans les tableaux suivants :

Informations	Description
Point GPS	Donnée complétée de manière automatisée sur le logiciel SAMMOA
Transect	Donnée complétée de manière automatisée sur le logiciel SAMMOA
Date	Donnée complétée de manière automatisée sur le logiciel SAMMOA
Espèce	Le nom latin de l'espèce identifiée ou le code du taxon (cf. liste en annexe 1)
Famille	Laridés, Alcédés, Sternidés par exemple
Groupe taxonomique	Oiseaux, Mammifères marins, Tortues marines, Grands pélagiques (requins, thon, poisson-lune) par exemple
Nombre	Le nombre d'individus observés
Observateur	Le nom de l'observateur
Distance ou angle	Pour les oiseaux marins, estimation de la distance de l'individu en deux classes (0 à 200 ; au-delà de 200m lorsque les densités sont faibles) ; lorsqu'il est dans la bande, en vol ou posé Pour les mammifères marins, les tortues et les grands pélagiques : angle relevé à l'aide d'un inclinomètre dans la bande des 500m
Comportement	Le comportement de l'oiseau (suivant un bateau, en alimentation, réactions à l'avion) ou du mammifère marin (direction de nage (champ Swim dir) si en déplacement, alimentation etc.)
Alimentation	L'activité de pêche de l'oiseau : en recherche alimentaire ou non (champ Behaviour)
Réaction	La réaction de l'oiseau à l'avion : répulsion, fuite si observée (champ Behaviour)
Age	L'âge de l'individu observé si possible : juvénile, immature, adulte ou le code d'âge recommandé par le CRBPO (centre de recherche par le baguage des populations d'oiseaux).
Présence de jeune	Ne concerne que les mammifères marins, sert à préciser alors le nombre de jeunes figurant dans un groupe
Signal de détection	Concerne les mammifères marins. Il traduit l'évènement qui a permis de détecter les animaux en premier lieu.
Plumage	Le stade du plumage si possible : nuptial ou inter-nuptial (Commentaire)
Mue	Le stade de mue si celui-ci est observé
Hauteur de vol	La hauteur de vol en trois classes (détailler les 3 classes) L'altitude de vol ne peut pas être précisément exprimée lors d'inventaires par avion
Direction de vol/direction de nage	Direction de vol de l'individu (rose des vents en 8), direction de nage pour les cétacés (4 directions) Certains paramètres peuvent ne pas être notés selon la densité d'oiseaux en présence
Status et Circle-back	À n'utiliser que pour les opérations de Circle-Back afin de préciser s'il y a eu recapture visuelle ou non

Observations complémentaires	Activités humaines : bateaux de pêche, bouées, casiers, bateaux de plaisance à moteur ou à voile, bateaux commerciaux, déchets, pollutions, etc. (rajouter aussi la bande : 500m pour les bateaux / 200 m pour les déchets)
------------------------------	---

Tableau 7 : Informations récoltées sur les individus par observation.

Information	Description			
Etat de la mer	Beaufort	Description	Aspect de la mer	Vent (vitesse en nœuds et direction)
	0	Calme	Mer lisse comme un miroir	>1
	1	Très légère brise	Quelques rides ressemblant à des écailles de poissons, mais sans aucune écume	1 à 3
	2	Légère brise	Petites vaguelettes ne déferlant pas, toujours d'apparence lisses	4 à 6
	3	Petite brise	Grandes vaguelettes. Les crêtes commencent à déferler. Ecume d'aspect vitreux. Parfois quelques moutons épars	7 à 10
	4	Jolie brise	Petites vagues devenant plus longues, moutons assez fréquents	11 à 15
	5	Bonne brise	Vagues modérées longues, moutons et éventuellement embruns	16 à 21
Houle	0 pas de houle ; 1 présence de houle ; 2 houle gênante			
Turbidité/transparence	0 - eau claire : objets/animaux visibles à plusieurs mètres sous la surface 1 - eau moyennement claire : objets/animaux visibles juste sous la surface 2 - eau turbide (ex zone vaseuse) : objets/animaux visibles seulement en surface 9 - turbidité inconnue			
Réflexion des nuages	0 - réflexion inexistante 1 - réflexion présente			
Eblouissement de../à..	Utiliser les degrés (NB le nez de l'avion à 0°) avec l'éblouissement de../à..° ex. de 0° à 180° signifie que le côté droit est gêné par l'éblouissement ; de 330° à 30° signifie que la partie avant est gênée par l'éblouissement			
Intensité d'éblouissement	A relever dans les 500 m de chaque côté sous l'avion 0 - aucun éblouissement 1 - léger : réverbération peu gênante 2 - moyen : réverbération pouvant gêner partiellement la détection 3 - fort : réverbération marquée très handicapante			
Eblouissement dessous	Présence de soleil sous l'avion (entre 70 et 90° de chaque côté), correspond souvent à une gêne lorsque le soleil est au zénith			
Couverture nuageuse	Utiliser le système des octas (i.e. complètement couvert = 8 ; dégagé = 0)			
Conditions subjectives	Ceci revient aux observateurs qui estiment ensemble en fonction des paramètres relevés auparavant si leurs conditions générales d'observations par côtés sont : - Excellentes (E) : mer à 0 ou 1 et très bonne visibilité - Good, bonnes (G) : les paramètres sont bons pour détecter tous les animaux. - Moyennes (M) : pas très bons mais suffisamment corrects pour la détection. - Pauvres (P) : quand il paraît impossible de voir un petit cétacé sauf s'il est bien démonstratif ou très proche. Exemple par côté : EE, GG, MM ou PP, chaque côté peut avoir une qualité d'observation différente : EG, GM, MG, PM... On indique également : Land (LL) : lorsque l'on survole la terre (ex. une île !) et Exceptionnel (X) : circonstances exceptionnelles, lorsqu'un observateur ne peut pas suivre son effort d'observation (ex. malade) – Il sera aussi utilisé quand on stoppe l'effort en cas de brouillard ou pluie. <u>Note</u> : Le navigateur doit remettre les conditions dès que l'effort d'observation est repris après avoir passé la terre ou un nuage de pluie.			
Commentaires	Exemple : RAIN, FOG, CLOUD (si bas), passage sur une île donnée, problèmes...			

Tableau 8 : Informations récoltées pour les données d'effort.

Afin de s'assurer de la qualité des données produites (données d'observations et d'effort), les données brutes sont validées à l'aide du logiciel SAMMOA avant analyses.



Illustration 10 : prise de vue depuis l'avion en octobre 2023 lors du suivi en phase de construction. Vue sur les éoliennes installées à leur position d'ancrage et sur le navire d'installation Normand Installer de SBM Offshore. © Vincent LIEBAULT- Biotope

1.2.6 Présentation non technique des méthodes de traitement des données

Le présent chapitre fournit une présentation des différentes analyses de données réalisées.

Bien que certaines techniques de traitement de données mises en œuvre soient complexes, les informations présentées dans le présent chapitre sont volontairement succinctes et non techniques.

Toutes les analyses et tous les graphiques produits ne sont pas présentés dans le présent rapport (plusieurs centaines de graphiques et cartes produites). Seuls les graphiques et cartes les plus exploitables et pertinents ont été utilisés et sont présentés dans le rapport et l'atlas cartographique associé.

L'ensemble des données utilisées est rappelé explicitement dans le titre de chacun des graphiques.



1.2.6.1 Présentation des données

Les expertises nautiques ont été effectuées par Biotope entre 2022 et 2023 (7 sorties en mer de juin à décembre 2022 et 7 sorties en mer de janvier à juillet 2023). Et les expertises aériennes ont été effectuées en novembre 2022 et mars 2023 dans le cadre de l'état de référence, ainsi qu'en octobre 2023 lors du début de la phase de construction.

Au cours des suivis nautiques, dès lors qu'un individu est repéré, il fait l'objet d'une observation. C'est à dire que l'observateur détermine son espèce et note sa distance par rapport au bateau, son gisement, sa direction, son comportement (e.g. posé/en vol) et sa hauteur de vol s'il s'agit d'un oiseau en vol. Au cours des suivis aériens, l'observateur note sa distance par rapport à l'avion, sa direction, son comportement (e.g. posé/en vol) et sa hauteur de vol s'il s'agit d'un oiseau en vol.

Il est important de noter que plusieurs individus peuvent faire l'objet d'une seule observation. L'observateur note alors également le nombre d'individus observés.

1.2.6.2 Regroupements d'espèces

Afin de limiter le nombre de graphiques, d'améliorer la lisibilité des cartes et de faciliter les comparaisons, les espèces les moins abondantes ont fait l'objet de regroupements.

Les choix de groupe sont basés sur de nombreux facteurs tels que la proximité taxonomique et écologique des espèces, les possibles confusions d'identification taxonomique, leur abondance (nombre appréciable d'observations sur les cartes sans difficulté de lecture, équilibre des effectifs entre groupes d'espèces).

Les espèces suivantes ne sont pas incluses dans un groupe et font l'objet de graphiques spécifiques : le Goéland leucophaea, la mouette mélanocéphale, la mouette pygmée, l'Océanite tempête, le Puffin de Scopoli, le Fou de Bassan, la Sterne caugek et le grand Dauphin.

Groupe d'espèces	Espèces
Alcidés et cormorans	Pingouin torda, Macareux moine, Grand cormoran ...
Anatidés	Canards, Tadornes,
Ardéidés	Hérons, Aigrette ainsi que la Grue cendrée
Grèbes	Grèbe huppé, autres grèbes
Labbes	Labbe parasite, Grand labbe et Labbe pomarin
Laridés	Mouette rieuse, Mouette tridactyle
Passereaux	Nombreuses espèces dont les plus communes : Hirondelle rustique, Bergeronnette grise, Pipit farlouse, Rougegorge familier, Rougequeue noir, Passereau indéterminé, Corneille noire
Rapaces	Busard des roseaux, Faucons sp.
Procellariidés	Puffin yelkouan, Puffin des Baléares, Puffin yelkouan ou des Baléares
Sternidés	Sterne naine, Sterne pierregarin, Guifette noire
Autres limicoles	Avocette élégante, Huîtrier pie
Autres oiseaux	Martinet noir, Hirondelles sp.

Tableau 9 : Regroupement des espèces d'oiseaux mis en œuvre dans le cadre des analyses.

1.2.6.3 Représentation spatio-temporelle des observations

L'objectif principal de cet état de référence est de connaître et comprendre quand et comment les oiseaux et mammifères marins utilisent la zone de concession de la ferme pilote du parc éolien afin d'avoir une perception de l'importance de ce site et de l'interaction avec les espèces. Un autre objectif est de comparer autant que possible ces résultats avec ceux observés lors de l'état initial afin d'identifier s'il y a eu un changement majeur de l'utilisation de cette zone.

Il existe différents outils d'analyses pour représenter la distribution spatio-temporelle d'une espèce (ou groupe d'espèce). En fonction du protocole d'inventaire et de l'objectif de l'analyse certaines représentations et analyses sont plus pertinentes que d'autres. **C'est la complémentarité de ces outils qui permet d'avoir une vision plus complète et pertinente de cette distribution.**



Il est important de ne pas perdre de vue que ces analyses sont là pour donner une tendance et pas une réponse exacte. En effet nous savons tous pertinemment, que la variabilité de présence des espèces sur un site varie grandement d'un jour à l'autre et que la probabilité d'observation d'un oiseau n'est pas non plus une science exacte. Les suivis ayant lieu au maximum une fois par mois, nos résultats sont donc dépendant de ce qu'il se passe ce jour-là. Il est important de ne pas oublier, qu'il n'existe aucune méthode parfaite d'observation et d'analyse des oiseaux et mammifères marins. Quel que soit la méthode (de protocole d'inventaire ou d'analyse) utilisée des biais sont présents, ainsi les différentes méthodes que nous utilisons cherchent, en se basant sur des méthodes statistiques robustes, à pallier en partie aux biais d'observations (méthode de strip transect ou distance sampling) et d'échantillonnages (méthode des bootstraps). Cependant ces méthodes statistiques qui permettent d'avoir des résultats plus robustes ne sont utilisables que si nous avons suffisamment de données.

1.2.6.4 Description de la phénologie

L'objectif d'une analyse de phénologie est d'avoir une présentation temporelle de la présence d'une espèce (ou groupe d'espèces) afin d'identifier les périodes de fortes présences, de faible présence ou d'absence sur la zone d'étude. Dans le cadre des études en lien avec les parcs éoliens, ces phénologies sont l'élément indispensable pour estimer un taux de collision par les différentes méthodes actuellement disponibles (Collision Risk Model - CRM - comme le modèle de Band qui fait actuellement référence).

Il existe plusieurs méthodes de représentation de ces phénologies. En fonction de la méthode de suivi utilisées, et de l'objectif de l'étude, certaines représentations peuvent être plus pertinentes les unes que les autres. Dans ce rapport nous utilisons deux méthodes.

La phénologie de l'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) : c'est la phénologie la moins exigeante en termes de quantités de données et d'exigence du protocole de collecte de données. Comme son nom l'indique, elle rapporte le nombre d'observations au nombre de kilomètres parcourus. Elle ne tient pas en compte la probabilité d'observation des espèces qui varie principalement (mais pas uniquement) en fonction de la distance de l'observateur et des conditions météorologiques. C'est souvent la méthode utilisée quand les protocoles d'inventaires ne permettent pas d'estimer une densité.

La phénologie de densités absolues se base sur les méthodes d'estimations des densités issues d'analyses statistiques souvent plus exigeantes en termes de type de données. L'intérêt de cette densité absolue est qu'elle peut être aisément convertie en une estimation des effectifs dans la zone d'étude en la multipliant par la surface de cette zone (et en faisant l'hypothèse que les transects sont dessinés de façon à couvrir de façon homogène et représentative la zone d'étude). Cependant, le calcul de densités se base sur des hypothèses théoriques fortes qu'il n'est souvent pas possible de respecter en pratique.

Du fait d'une vitesse de bateau inférieure à la vitesse de vol des oiseaux, lors des suivis nautiques, il est nécessaire d'utiliser des méthodes d'estimations de densités différentes entre les oiseaux posés et les oiseaux en vols (cf section 1.2.6.4.2 et 1.2.6.4.3). Ces densités sont ensuite sommées sur un seul graphique (la valeur d'IKA ou de densité par mois correspond à la somme de la valeur des oiseaux posés + celles des oiseaux en vols). Cette distinction n'est pas utilisée pour les suivis aériens lors desquels l'avion va plus vite que l'oiseau. Que l'oiseau soit posé ou en vol il sera alors considéré comme statique par rapport à l'avion (cf Figure 1).

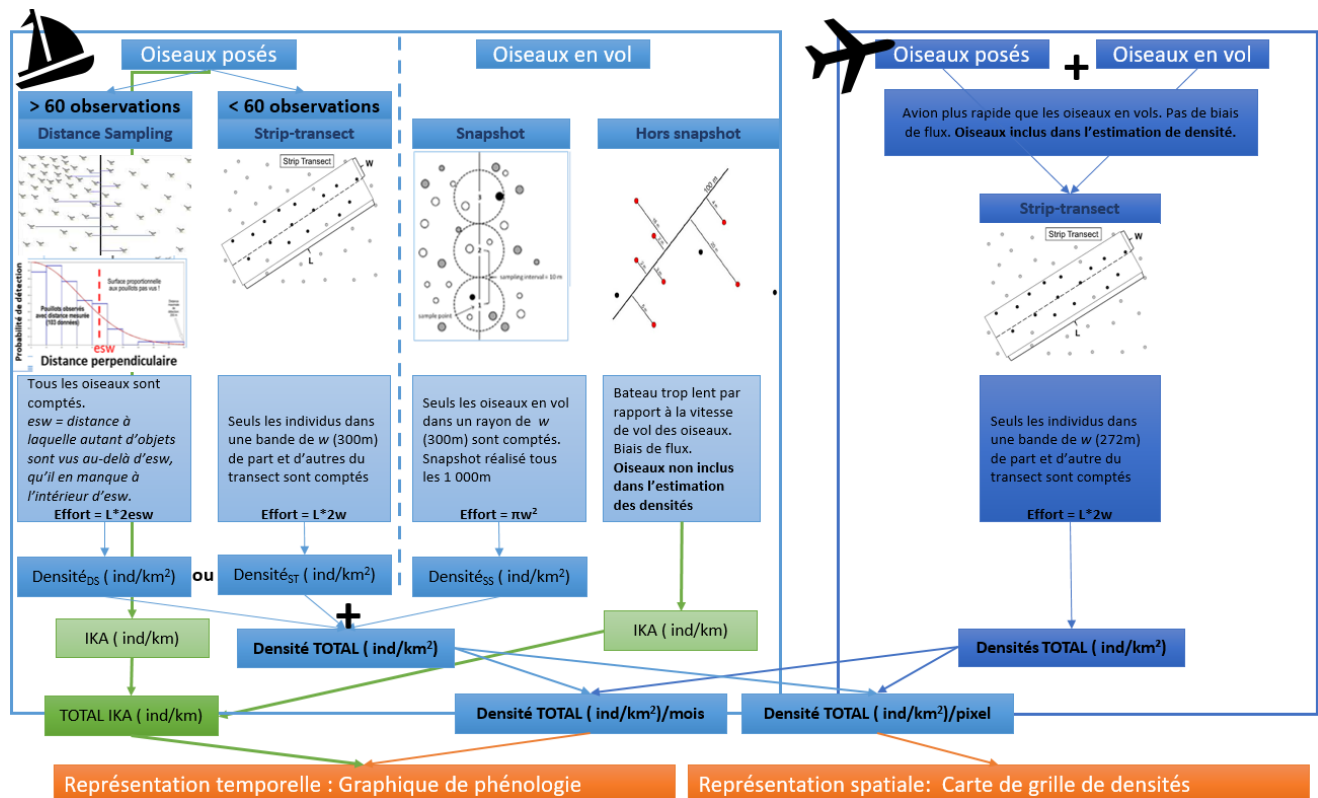


Figure 1 : Synthèse des méthodes d'analyses des données en fonction de la méthode d'inventaire utilisée.

1.2.6.4.1. Suivi nautique : Phénologie d'IKA

Les phénologies d'IKA sont calculées en ramenant le nombre d'individus ou d'observations enregistrés au nombre de kilomètres parcourus (noté ind./km). Une observation consiste en un contact d'une espèce lors des expertises, elle peut concerner un ou plusieurs oiseaux de la même espèce.

1.2.6.4.2. Suivi nautique : Phénologie de Densité absolue des oiseaux posés :

Estimation par strip-transect pour les espèces les moins fréquentes

Cette méthode consiste simplement à considérer la probabilité de détection comme parfaite dans une bande de part et d'autre de la ligne de transect. La largeur de bande retenue ici est de 300 m. La densité d'oiseaux posée représente alors le nombre d'observations d'oiseaux posés ou le nombre d'oiseaux posés dans la bande, divisé par la surface de cette bande. Cette méthode a tendance à surestimer les effectifs et n'intègre pas les comportements d'attractions ou d'évitements des oiseaux par rapport au bateau de suivis.

L'intérêt de cette densité absolue est qu'elle peut être aisément convertie en une estimation des effectifs dans la zone d'étude en la multipliant par la surface de cette zone (et en faisant l'hypothèse que les transects sont dessinés de façon à couvrir de façon homogène et représentative la zone d'étude).

Estimation par distance sampling pour les espèces les plus fréquentes :

Le *distance sampling* est à la fois un protocole de terrain et une méthodologie d'analyse statistique des données. Sur le terrain, cette méthode repose sur l'hypothèse que, si l'on suit un transect linéaire et qu'il est surveillé attentivement, 100% des individus présents sur la ligne du transect seront détectés à leur position initiale (avant de fuir ou d'être attirés par l'observateur). D'autre part, on suppose que la position des oiseaux est indépendante de celle des transects si bien que les animaux devraient être uniformément répartis selon la distance aux transects. La diminution du nombre d'observations avec la distance par rapport à la ligne de transect permet alors d'estimer la probabilité de détection.

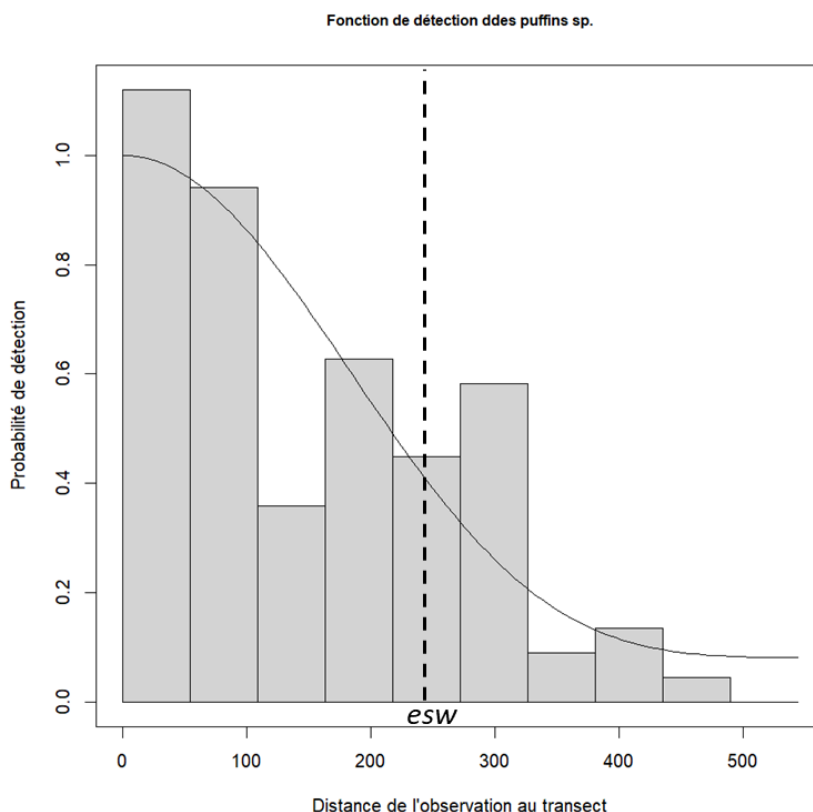


Figure 2 : Exemple de fonction de détection pour les puffins

L'analyse consiste à estimer la « fonction de détection » qui décrit la probabilité de détection d'un groupe en fonction de la distance de ce groupe au transect. 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 (taille des oiseaux ou état de la mer par exemple) que l'on estime statistiquement. Cette fonction de détection permet de définir la largeur efficace de transect (*Efficient Strip Width*, ESW) qui correspond à la distance au transect à l'intérieur de laquelle on peut considérer que la probabilité de détection est de 100% (c'est la distance à laquelle on considère que la quantité d'oiseau non observé entre le transect et l'ESW est égale à la quantité d'oiseau observé au-delà de l'ESW). Cette métrique est utilisée pour calculer l'effort surfacique et ainsi estimer la densité et l'abondance dans la zone d'échantillonnage.

La fonction de détection est toujours une simplification de la réalité. Elle est définie pour chaque espèce à partir de l'ensemble des sorties réalisées sur l'aire d'étude. Nous testons différents types de fonction de détection afin d'identifier et de sélectionner, par l'usage d'outils statistiques tels que l'AIC (Akaike Information Criterion, meilleur compromis entre nombre de paramètres et qualité d'ajustement), celle qui représentera au mieux nos données collectées lors des suivis nautiques. Une fois la fonction de détection propre à l'espèce identifiée, on considèrera qu'elle ne varie pas d'une sortie à l'autre.

Cette méthode d'analyse nécessitant l'estimation d'une fonction de détection et ses paramètres associés, il est nécessaire d'avoir un minimum de données pour pouvoir l'utiliser. Buckland et al. (2004) qui sont les précurseurs de cette méthodologie, recommandent d'avoir un minimum de 60 observations d'individus posés avec leur distances associées sur l'ensemble des sessions d'expertise pour pouvoir utiliser cette méthode. Pour ce rapport, cela concerne les Goélands leucophaea et les Procellariidés.

1.2.6.4.3. Suivi nautique : Densité absolue des oiseaux en vols : snapshot

Une procédure *snapshot* est mise en place afin d'estimer la densité d'oiseau en vol. Cette procédure permet de corriger le biais introduit par le mouvement des oiseaux en vol lorsqu'on estime leur densité à partir de données d'observations classiques. Basiquement, les oiseaux en vol ne font que "passer" dans la zone de prospection alors qu'ils sont considérés comme "statique" et sont donc cumulés lors du calcul de la densité en l'absence de *snapshot* ce qui entraîne une forte surestimation de cette densité. 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 1000 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. Les résultats sont présentés sous la forme d'un histogramme pour chaque espèce ou groupe d'espèces avec la densité d'individus ou d'observations par km² pour chaque mois.

Cette méthode pour s'apparenter à une méthode de strip-transect, car pour estimer la densité des oiseaux en vols, on considère que tous les oiseaux présents dans le rayon de 300m sont détectés. Tout comme pour le strip-transect, l'effets du bateau (attraction, indifférence ou répulsion) ne sont pas considérés.

Lors des suivis nautiques, seuls les oiseaux observés pendant les snapshots sont utilisés pour le calcul des densités des oiseaux en vols. Suite à l'analyse de nos données, nous nous sommes aperçus que même si la théorie et la méthode recommandée par l'ESA est utilisée, cette méthodologie des snapshots exclue tous les oiseaux en vols observés hors période de snapshots ainsi que ceux observés à plus de 300 m pendant les snapshots. Pour certaines espèces, cela représente un nombre significatif d'observations. Dans le cadre des études relatives aux parcs éoliens en mer, c'est avant tout la phénologie de présence qui est importante à connaître. **Ainsi pour les suivis nautiques nous avons privilégié de présenter dans le corps du document, les phénologies d'IKA (ind/km) mensuelles (composées de tous les oiseaux posés et tous les oiseaux en vol) tout en faisant référence aux estimations des densités (ind/km²) mensuelles (oiseaux posés dans les 300 m et oiseaux observés lors des snapshots) lors des pics de présence.**

1.2.6.4.4. Suivi aérien

Lors des inventaires aériens, l'avion allant plus vite que les oiseaux c'est la méthode de strip-transect qui est utilisée pour estimer les densités des oiseaux en vols ou posés. Lors des suivis aériens visuelles, la largeur de détection parfaite est à 200m de part et d'autre du transect.

1.2.6.4.5. Incertitudes des estimations

L'estimation des incertitudes associées aux estimations de densité (*strip-transect*, distance sampling et snapshot) repose sur les notions d'unité d'échantillonnage et de réplicats. Dans notre cas, une unité d'échantillonnage est la prospection d'un transect à une date donnée. Idéalement, les transects sont disposés orthogonalement au gradient environnemental (bathymétrie/distance à la côte dont on sait qu'une influence sur l'abondance des oiseaux existe). Avec cette disposition, la variabilité de l'abondance liée à l'environnement est incluse au sein de chaque transect (la variabilité « intra-transect » est maximisée), tandis que la variabilité « inter-transect » est minimisée et reflète les fluctuations dues à "l'aléa d'échantillonnage". Les transects constituent alors des réplicats qui permettent de quantifier l'incertitude des estimations d'abondance. Le *bootstrap* est une méthode non paramétrique qui s'appuie sur l'hypothèse que les échantillons collectés sont représentatifs de la population dont ils sont issus. Sous ces conditions, les propriétés d'une population issue du tirage avec remise au sein des échantillons collectés (procédure de constitution des « échantillons de *bootstrap* ») sont conformes aux propriétés de la population d'origine. Plus le nombre d'échantillons collectés est important plus l'approximation de la population d'origine par la méthode du *bootstrap* sera précise. Une fois les échantillons de *bootstrap* constitués, la méthode des pourcentiles consiste alors simplement à estimer l'intervalle à 95% d'une grandeur de la population d'origine par le calcul des quantiles 2,5% et 97,5% de la même grandeur dans les échantillons de *bootstrap*. Dans un premier temps nous avons constitué pour chaque mois 2000 échantillons de *bootstrap* de même taille que l'échantillon d'origine en réalisant des tirages avec remise des unités d'échantillonnage dans la population des prospections de transect pour le mois concerné. Pour chaque échantillon de *bootstrap*, nous avons calculé la statistique d'intérêt (densité des oiseaux posés ou en vols) en prenant en compte l'effort surfacique propre à l'échantillon de *bootstrap*. Enfin la moyenne et les quantiles à 2,5% et 97,5% de la densité des observations ont été calculés sur l'ensemble des 2000 échantillons pour obtenir une estimation de la densité et de son intervalle de confiance à 95% pour chaque mois. Pour les espèces avec très peu d'observations (<10), l'utilisation de la méthode de *bootstrap* n'est pas pertinente. La quantité de *bootstraps* nécessaire pour obtenir une estimation fiable de l'incertitude d'une mesure sur un petit échantillon démotive l'utilisation de la méthode et il n'est pas même certain d'obtenir une estimation fiable in fine. En effet, la méthode de *bootstrap* repose sur l'hypothèse que l'échantillon suit la même distribution que la population initiale dont il est issu, ce dont on ne peut pas être certain pour un petit échantillon.

La figure ci-dessous présente les phénologies obtenues avec les intervalles de confiance à 95% associés pour la sterne Caugek.

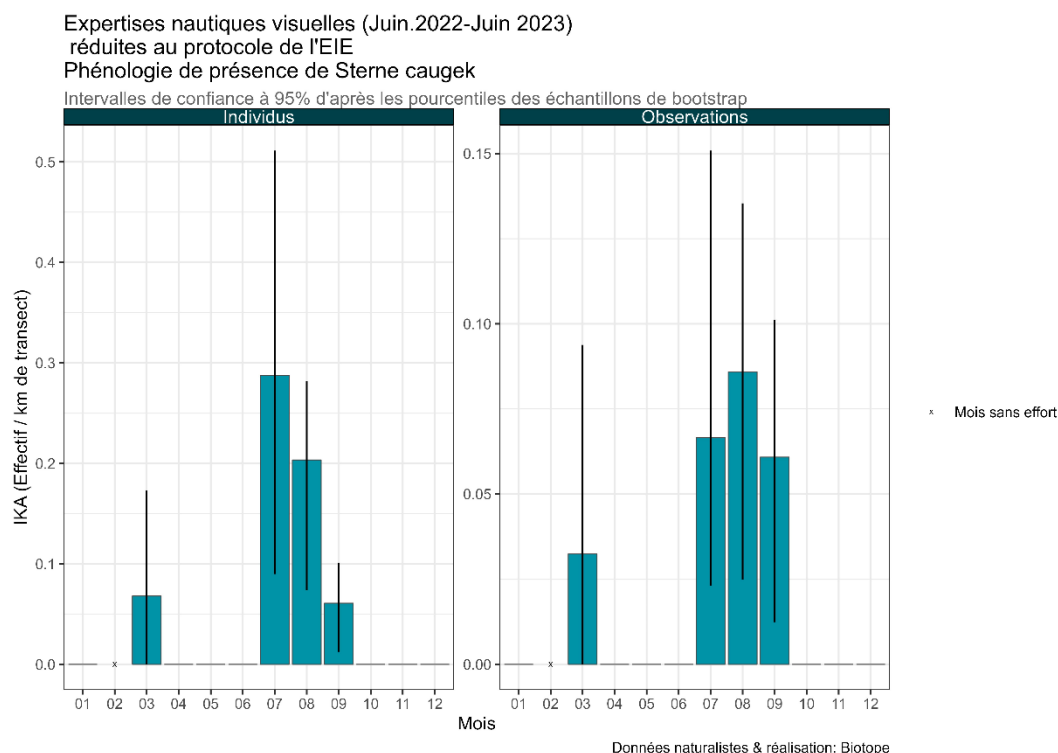


Figure 3 : Phénologies obtenus avec les intervalles de confiance à 95% associés pour la Sterne Caugek.

1.2.6.4.6. Densité absolue cumulée des oiseaux : oiseaux posés + oiseaux en

vols

Nautique : phénologie d'IKA et tableau de densités mensuelles

Afin d'avoir une vision globale des densités, les densités des oiseaux posés (*strip-transect* ou *distance sampling*) et des oiseaux en vol (*snapshot*) sont additionnées pour aboutir à une densité d'oiseaux totaux présentée dans un tableau spécifique (cf. tableau ci-dessous en exemple). Lorsque les densités d'oiseaux posés ou en vols sont issues des bootstrap alors les valeurs de densités présentées correspondent à la somme des densités moyennes obtenues par la méthode des bootstrap et la densité moyenne est associée à un intervalle de confiance.

Tableau 10 : Densités moyennes mensuelles par espèces pour les oiseaux posés, en vols et cumulés (TOTAL), ici pour le Puffin yelkouan et le Puffin des Baléares lors de l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	TOTAL (ind. /km ²)
01	Puffin yelkouan	1,37 (0-4,24)	5,7 (0-1,3)	2,68
01	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
02	Puffin yelkouan			
02	Puffin yelkouan/baléare			
03	Puffin yelkouan	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
03	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
04	Puffin yelkouan	0,02 (0-0,24)	1,45 (0-0,41)	0,43
04	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00

Les phénologies d'IKA des oiseaux posés et des oiseaux en vols sont également additionnées mais visible indépendamment afin de garder l'information sur la proportion d'oiseaux en vols et posés sur la zone d'étude (cf. figure ci-dessous).

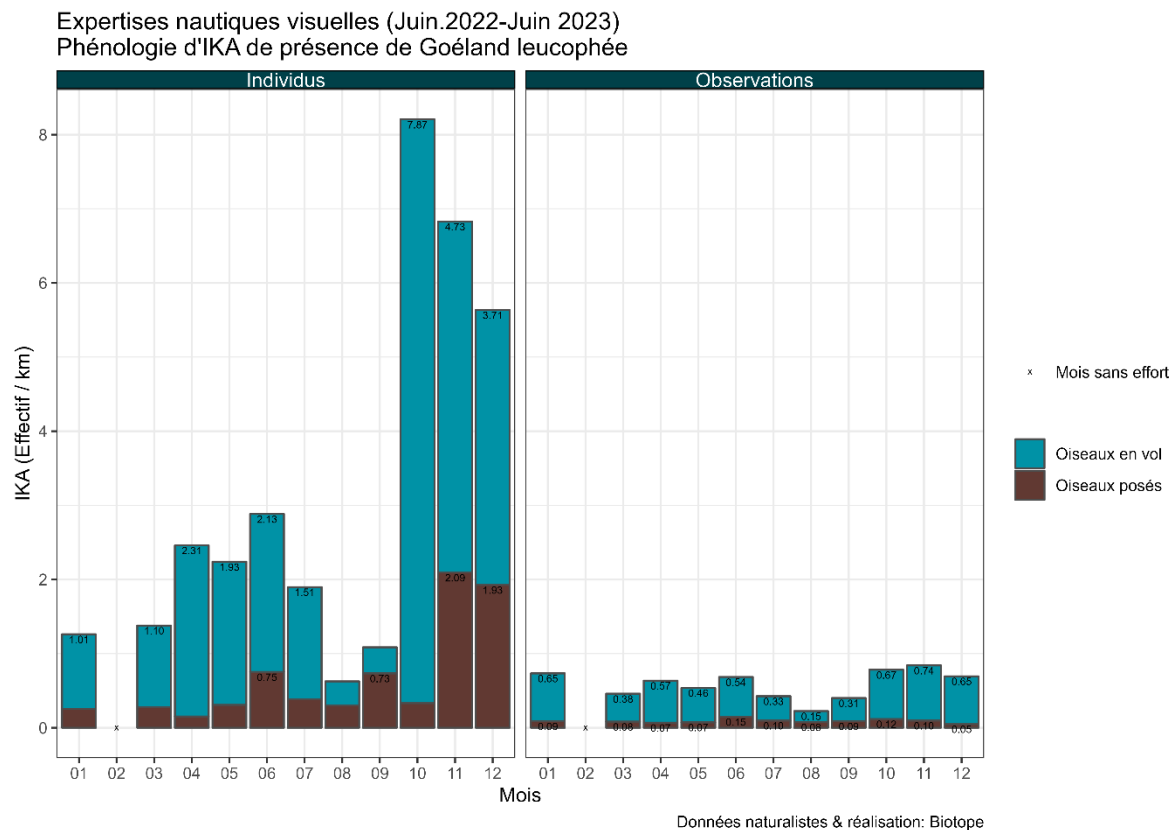
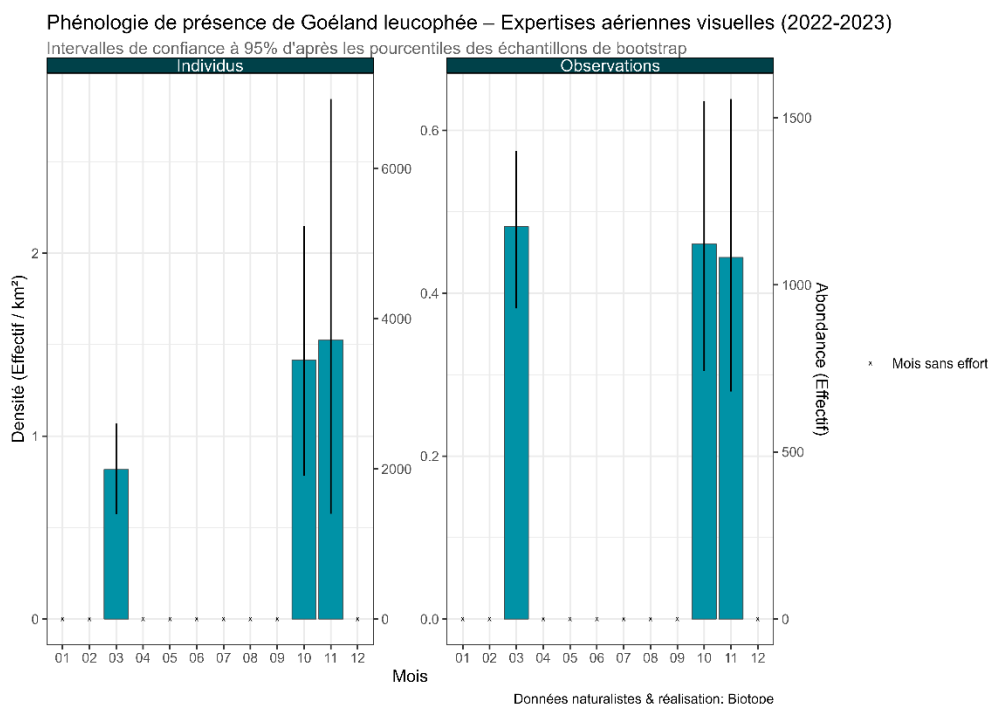


Figure 4 : Phénologie d'IKA pour les individus et les observations.

L'IKA des individus observé par kilomètre est présenté à gauche et l'IKA des observations détectées par kilomètre est présentée à droite. Pour rappel, une observation consiste en un contact d'une espèce lors des expertises. Une observation peut donc concerner un ou plusieurs oiseaux de la même espèce. Cette distinction peut s'avérer utile pour vérifier la taille des groupes. Par exemple, si l'IKA des observations est faible mais que l'IKA des individus est élevé, cela signifie que de grands groupes d'individus sont observés.

Suivi aérien : phénologie de densités

Pour les données aériennes, les oiseaux posés et en vols sont cumulés car la méthode de calcul de densités est similaire pour les deux catégories. Il est donc possible de visualiser sur le même graphique l'intervalle de confiance issue des bootstraps.



1.2.6.5 Répartition spatiale des observations

La répartition spatiale des observations d'oiseaux et de mammifères marins les plus fréquentes est présentée sur des cartes de deux types :

- Une carte des observations brutes.
- Une carte en grille de densité.

Une carte est produite pour chaque espèce (pour les plus abondantes) ou groupement d'espèces et pour chaque saison où au minimum une observation est effectuée. Les saisons présentées pour les oiseaux ont été déterminées en fonction de leurs cycles biologiques. Le tableau suivant présente les périodes temporelles qui ont été associées à chaque saison pour l'ensemble des analyses concernant l'avifaune.

Tableau 11 : Périodes temporelles associées aux saisons d'analyse concernant l'avifaune

Saison	Période temporelle
Hiver	15 novembre – 14 février
Printemps	15 février – 14 mai
Eté	15 mai – 14 août
Automne	15 août – 14 novembre

Concernant les mammifères marins, les saisons considérées sont identiques à celles qu'on connaît.

Tableau 12 : Périodes temporelles associées aux saisons d'analyse concernant l'avifaune

Saison	Période temporelle
Hiver	21 décembre – 20 mars
Printemps	21 mars – 20 juin
Eté	21 juin – 20 septembre
Automne	21 septembre – 20 décembre

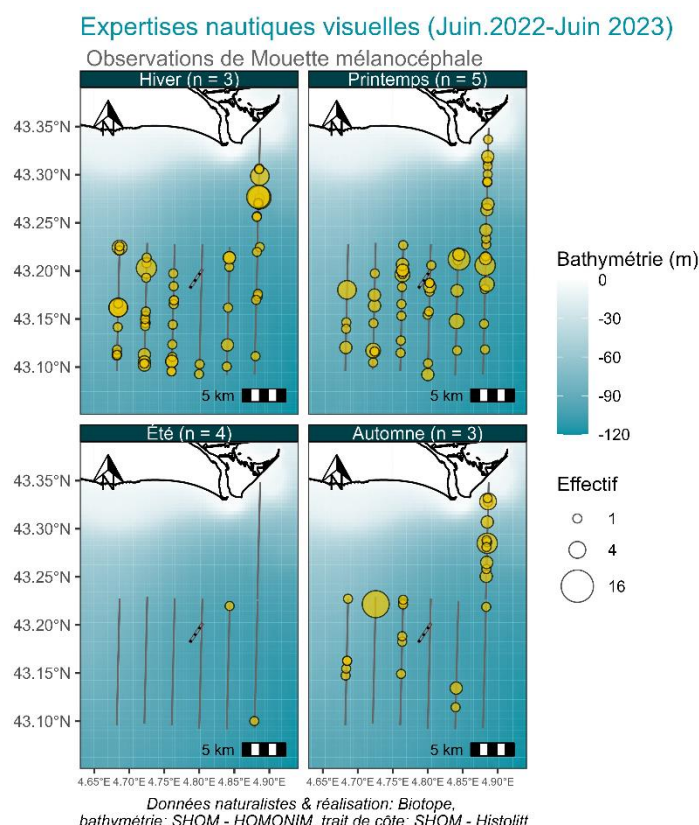
Sur ces cartes, des éléments fixes n'apparaissent pas dans la légende afin de ne pas l'encombrer. Ces éléments étant communs aux cartes des observations brutes et aux cartes de distribution par la méthode des noyaux de densité, ils sont décrits ci-après :

- Le fond de carte bleu représente la bathymétrie.
- La flèche en haut à gauche représente la direction du Nord.

- L'échelle des distances est représentée en bas à droite des cartes.
- Les points au centre correspondent à la zone d'implantation des futures éoliennes.
- Les lignes brunes représentent les transects.

Cartes des observations brutes par saison

La réalisation des cartes des observations brutes ne fait pas intervenir de traitement statistique. Ces cartes représentent toutes les observations par un point situé à la position où l'observation a eu lieu en utilisant les coordonnées GPS enregistrées par la tablette. La taille des points est fonction du nombre d'individus observés. Pour éviter que quelques rares observations d'un grand nombre d'individus rendent illisible la plus grande majorité des données, une taille maximale de point a été retenue pour certaines cartes où les effectifs sont particulièrement variables. Cette taille correspond au 95^{ème} percentile du nombre d'individus par observation (notée X), c'est à dire que pour 95% des observations, le nombre d'individus observés est inférieur à cette taille (si X = 40 individus, pour 95% des observations, le nombre d'individus observés est inférieur à 40 individus et donc pour 5% des observations, le nombre d'individus observés est supérieur ou égal à 40). Les 5% d'observations restantes sont représentées par des points de la même taille, étiquetées sur la légende sous le nom « X+ ».



Carte 4 : Carte des observations brutes de la mouette mélanocéphale réalisées au cours des suivis nautiques menés entre juin 2022 et juin 2023.

L'échelle de taille des points est ici proportionnelle au nombre d'individus observés pour l'ensemble des observations.

Cartes de densité par maille

Des cartes de densité par maille ont été réalisées pour les données issues des campagnes nautiques et aériennes digitales.

Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, les densités (en nombre d'individus par km²) sont moyennées par saison et unité d'espace. Dans ces figures, l'espace est discrétisé en pixel de 10.24 km² pour les campagnes nautiques. La taille du pixel dépend principalement de la distance inter-transects (exemple : 3.2 km pour les expertises bateaux) et est contrainte par la volonté de ne pas avoir de pixel sans effort de prospection. Dans ces conditions, aucune interpolation spatiale n'est réalisée pour déterminer la densité moyenne au sein d'un pixel. Par souci de lisibilité, les transects n'ont pas été représentés mais le trait de côte apparaît sur chaque grille.

Pour le calcul de la densité, nous avons utilisé les mêmes méthodes que pour les phénologies. La largeur de bande efficace ainsi que la longueur de transect au sein de chaque pixel et pour chaque jour où un suivi est réalisé nous permettent de calculer l'effort surfacique qui est la surface échantillonnée à l'échelle du pixel et du suivi. La densité est ensuite calculée à l'échelle du pixel et du suivi en divisant le nombre d'individus de chaque espèce ou groupe d'espèces observés par l'effort surfacique correspondant. Puis la densité est moyennée par saison. De plus, il est important de noter que l'échelle de densité

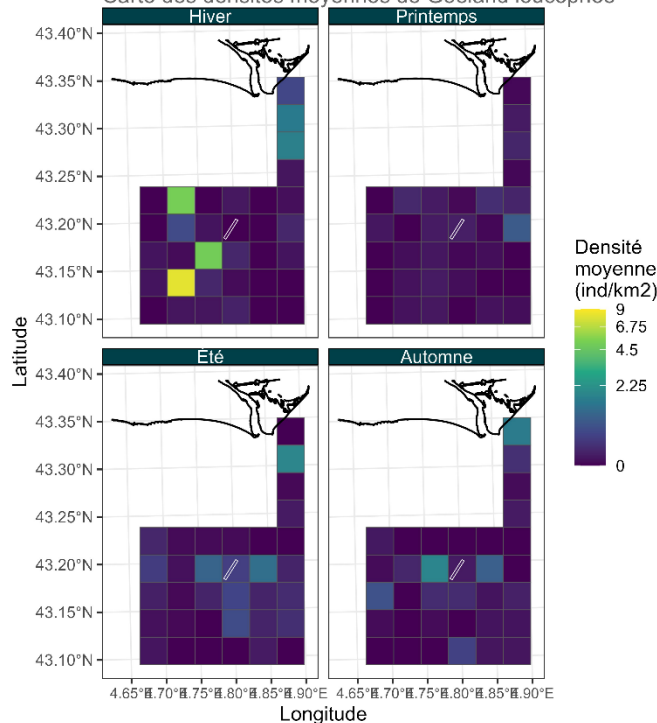


est logarithmique et différente pour chaque figure afin de visualiser au mieux les variations de densité dans l'espace (les pixels) et le temps (les saisons).

Pour les espèces dont les effectifs observés sont faibles, la carte de densité par maille ne fait pas l'objet d'une exploitation dans ce rapport.

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)

Carte des densités moyennes de Goéland leucopnée



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

Carte 5 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour le Goéland leucopnée – Juin 2022 à Juin 2023.

1.2.6.6 Analyse du comportement des oiseaux en vol (altitude)

La description des comportements de vol repose sur plusieurs informations. L'analyse concerne l'ensemble du jeu de données disponibles et récoltées sur les transects ou lors des transits.

Comportements en mer

Sur la base des informations collectées en mer, les pourcentages des individus posés sur l'eau vs en vol sont comparés par espèce. La description des comportements observés en mer est effectuée, à savoir si les oiseaux sont présents à proximité d'un bateau en pêche, si les oiseaux sont attirés ou fuient à l'approche du bateau de l'étude, si les oiseaux sont posés sur une structure anthropique (i.e. fondation d'éolienne, bouée, etc.), etc.

Histogramme des hauteurs de vol

Lors des transects nautiques, la hauteur de vol pour chaque oiseau en vol observé a été estimée par dire d'expert. Les histogrammes de hauteurs de vol sont présentés pour chaque groupe d'espèces comme sur la figure suivante donnée en exemple. Les histogrammes fournissent l'effectif cumulé total d'oiseaux observés pour chaque classe de hauteur de vol et pour chaque espèce. Les fréquences correspondent à la proportion d'individus au sein des différentes classes.

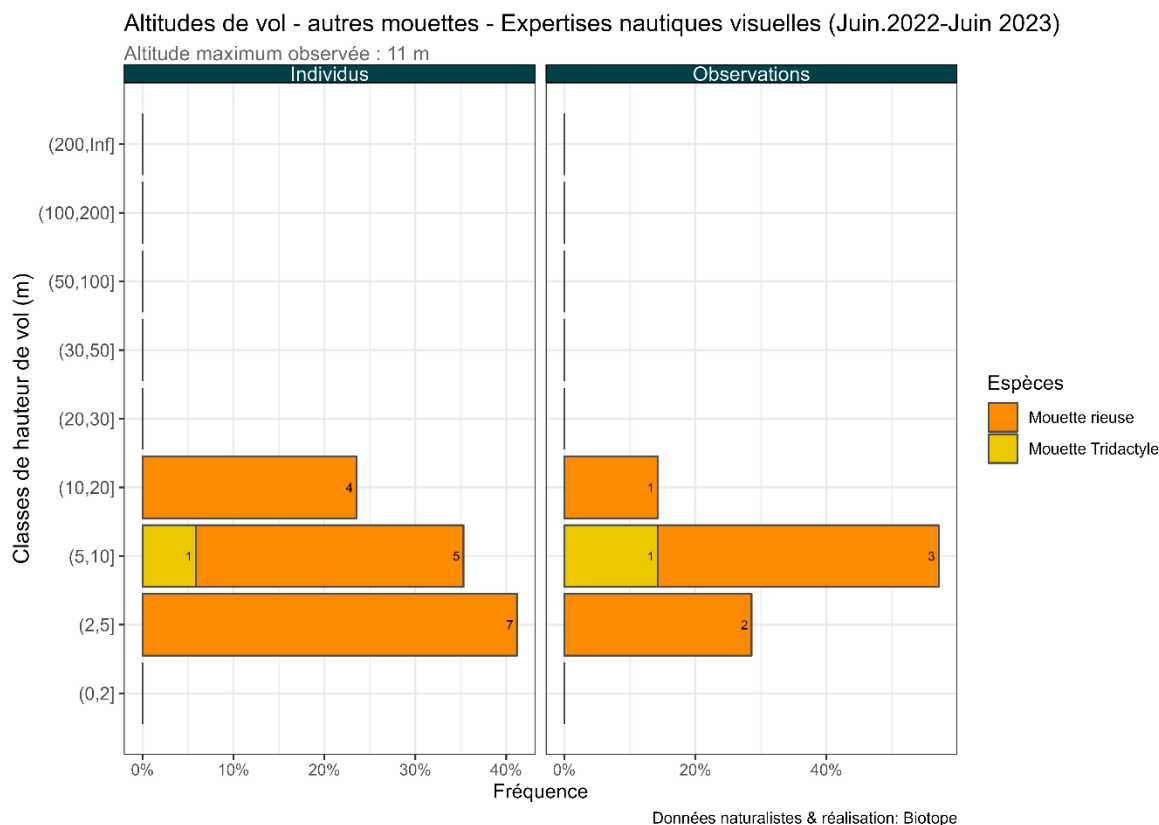


Figure 5 : Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour les mouettes rieuse et tridactyle.

1.2.6.7 Présentation des traitements de données pour les mammifères marins

Pour les mammifères marins, la même méthodologie que pour les oiseaux posés a été utilisée. Il n'y a jamais eu plus de 60 observations de mammifères marins, c'est alors la méthode du *strip transect* qui a été utilisée pour estimer les abondances.

1.2.7 Justification et intérêt du recours à une approche de type BAG plutôt que BACI

1.2.7.1 Justification

Les arrêtés préfectoraux et guides méthodologiques relatifs aux parcs éoliens en mer mentionnent régulièrement l'utilisation de méthode de type BACI (Before-After Control Impact). Il s'agit d'un design expérimental proposé par Green (1979) pour mesurer les impacts environnementaux et, bien qu'exigeant en termes de collecte de données, devenu standard dans ce domaine. Dans la méthode BACI, l'évaluation de l'impact se fait en mesurant la divergence entre les trajectoires temporelles au sein des sites témoins et du site impacté. La force de cette méthode est qu'elle permet de « contrôler » les variations naturelles dans le temps et dans l'espace pour mettre en évidence une corrélation robuste entre intervention sur le site impacté et changements environnementaux.

Par l'expression « contrôler la variabilité temporelle », on entend « distinguer les variations dues à l'impact de celles dues à l'évolution naturelle du site dans un contexte de changement environnemental ».

Par l'expression « contrôler la variabilité spatiale », on entend « distinguer les variations dues à l'impact de celles naturelles dues à l'hétérogénéité du paysage. »

L'une des principales contraintes dans l'évaluation des impacts sur les oiseaux et la mégafaune marine avec la méthode BACI est la forte mobilité de ces animaux (qui parcourent des dizaines de kilomètres par jour). En effet, cette caractéristique rend la sélection de sites témoins presque impossible car ces derniers se doivent d'être comparables en tout point avec le site impacté mais, dans le même temps, être totalement indépendants (et donc éloignés).

1.2.7.2 Intérêt

La définition d'un site témoin, pour les suivis par bateau de la mégafaune marine, est généralement très délicate. Il convient de sélectionner un site suffisamment éloigné (hors zone d'influence du projet) et présentant des caractéristiques a priori similaires (profondeur, distance à la côte). Généralement, l'ajout d'un site témoin pour les suivis par bateau nécessite de doubler le temps passé en mer (second site d'expertise).

Une des variantes de méthode BACI (Before-After Control Impact), le BAG (pour Before-After-Gradient), semble plus adaptée dans le cadre des suivis à long terme des effets d'un parc éolien en mer sur la mégafaune marine. Il s'agit d'une approche tout aussi robuste que le BACI recommandée pour répondre au problème de la sélection des sites témoins. Le terme de « Gradient » vient du fait que les mesures sont effectuées à des distances variables autour du site impacté (Ellis et Schneider, 1997). L'impact est alors mesuré en observant l'évolution des mesures avec la distance jusqu'à leur stabilisation (état de référence dans l'espace). La comparaison « Before-After » permet quant à elle de garantir que l'évolution des mesures qui est observée après l'impact est bien distincte de l'évolution des mesures observées dans un état normal du site (état de référence dans le temps). Cette méthode BAG possède plusieurs avantages sur la méthode BACI :

- Elle contourne le problème de la sélection de sites témoins véritablement indépendants, problème particulièrement ardu dans le contexte « mégafaune marine » ;
- Quand l'impact s'atténue graduellement à partir de sa source (ce qui est classiquement observé pour de nombreuses espèces d'oiseaux), elle permet alors de mesurer l'intensité de l'impact avec plus de précision et sur l'ensemble de sa portée spatiale ;
- L'échelle spatiale à laquelle des impacts peuvent potentiellement être détectés est évidente, c'est la distance couverte par le gradient de distance.
- Les résultats issus de ces analyses ne sont pas particulièrement difficiles à présenter ou à comprendre.

Cette méthode d'analyse a été employée dans de nombreuses études sur l'impact de l'exploitation des énergies marines sur la mégafaune marine (fermes offshores de Neart na Gaoithe, Nysted et Horns Rev et Arlow Bank).

La mise en œuvre d'une approche de type BAG nécessite cependant, au même titre que pour une approche BACI, une réflexion approfondie sur le design des transects, les aires de prospection. Les suivis de type BAG nécessitent de grandes aires d'étude et ont généralement recours, pour le suivi des effets des parcs éoliens en mer sur la mégafaune marine, à des suivis par avion.

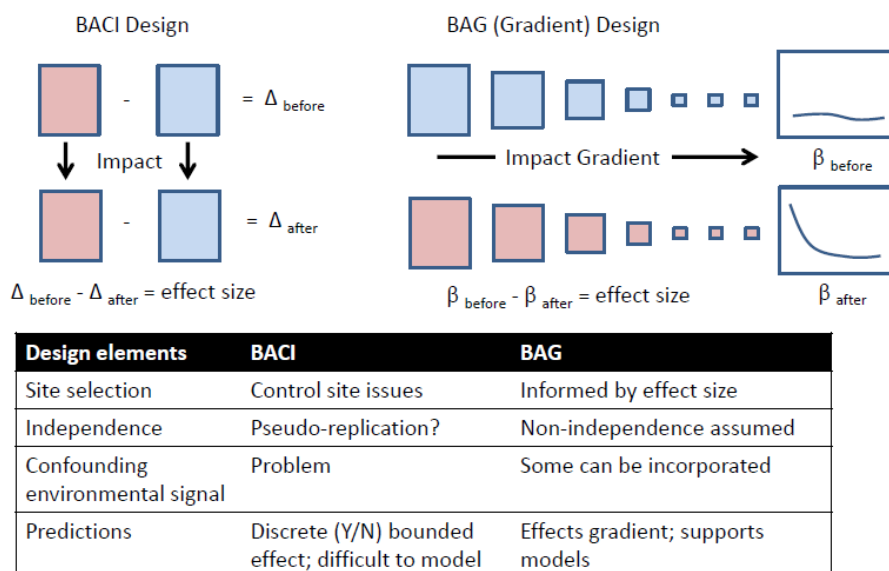


Figure 6 : Schéma des méthodes BACI et BAG (source : Secor D. 2017. Priorities and challenges of monitoring designs – ecological impacts. Atlantic Offshore Renewable Energy Development and Fisheries Workshop.)



1.2.8 Données bibliographiques relatives aux espèces

Afin de contextualiser les résultats des expertises menées en 2022/2023, 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.

Synthèse des connaissances sur l'avifaune des Aires Marines Protégées et du Golfe du Lion

Source :

- Rufray X 1., Garbé R 1., David L 2. & Di-Méglio N 2., 2014. Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du Golfe du Lion. Agence des Aires Marines Protégées. 325 p. Coordination BIOTOPE.

L'objectif de cette étude est de réaliser un état de l'art des connaissances sur l'avifaune observées dans les Aires Marines Protégées au niveau de la Camargue et au sein du golfe du Lion.

30 espèces ont été retenues pour cette étude : Plongeon catmarin, Plongeon arctique, Plongeon imbrin, Macreuse noire, Macreuse brune, Eider à Duvet, Puffin cendré, Puffin yelkouan, Puffin des Baléares, Océanite tempête, Fou de Bassan, Cormoran huppé de Desmarest, Grand Cormoran, Mouette mélanocéphale, Mouette tridactyle, Goéland leucophée, Goéland d'Audouin, Goéland railleur, Mouette pygmée, Mouette rieuse, Sterne caspienne, Sterne caugek, Sterne naine, Sterne pierregarin, Sterne hansel, Labbe parasite, Grand Labbe, Labbe pomarin, Pingouin torda, Macareux moine.

Pour ce site, l'une des problématiques importantes à appréhender, pour la conservation de l'avifaune marine et littorale, est le lien lagunes/mer (et avec les sites Natura 2000 DO voisins sur les étangs littoraux). A ce titre, les colonies se reproduisant au sein des étangs camarguais ont également été traitées, en lien avec les enjeux de reproduction des espèces marines qui fréquentent la frange côtière et qui se reproduisent à l'intérieur des terres.

Cette étude a pour but de fournir des éléments servant à la définition d'indicateur de l'évaluation de la gestion des espèces visées au sein de la Camargue.

Programmes de recensement des oiseaux marins nicheurs de France et programme d'amélioration des connaissances dans le golfe du Lion

- Cadiou B. et les coordinateurs régionaux, coordinateurs départementaux et coordinateurs-espèce. 2014. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine : bilan final 2009-2012. Rapport GISOM AAMP, Brest, 75 p.
- Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie, 2019, 2020 et 2021. Résultats du suivi laro limicoles coloniaux du littoral méditerranéen. Programme LARIMED. OFB, DREAL, Tour du Valat.

Différents programmes en cours s'intéressent aux suivis des colonies et des populations d'oiseaux marins sur le pourtour méditerranéen. Les données collectées permettent de disposer de données actualisées essentielles pour comprendre la dynamique des populations d'oiseaux marins en Méditerranée :

- Le programme LARIMED mentionné plus haut est coordonné par le Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie (CEN Occitanie) en partenariat avec la Tour du Valat. En l'absence de rapport complet (notamment pour l'année 2021), les données actualisées relatives aux laro-limicoles nicheurs du pourtour méditerranéen sont partiellement disponibles et proviennent des bilans synthétiques disponibles sur le site internet du programme.
- Le GISOM (Groupement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins) centralise les données des recensements nationaux d'oiseaux marins nicheurs en partenariat avec les coordinateurs locaux (LPO PACA, Parcs nationaux des Calanques et de Port Cros notamment). La dernière publication des effectifs nicheurs nationaux ont été publiés en septembre 2023 pour les années 2021/2022.

Enfin, le programme MIGRALION en cours dans le golfe du Lion met en œuvre différentes méthodes d'acquisitions de données (radars embarqués, radar à la cote, télémétrie etc...) et a pour objectif d'apporter de nouvelles connaissances concernant l'utilisation du golfe du Lion par les oiseaux marins et migrants.

Programmes de recensement des mammifères marins et tortues marines

Différents programmes en cours s'intéressent aux suivis des mammifères marins et tortues marines dans le golfe du Lion. Les données collectées permettent de disposer de données actualisées essentielles pour comprendre la dynamique des populations en Méditerranée comme l'observatoire du Parc Naturel marin du Golfe du Lion ou de Camargue / MIRACETI, les données du GIS3M et autres réseaux d'observation.



Etude d'impact du projet PGL

Dans le cadre du développement du projet pilote offshore flottant PGL, PEOPGL a obtenu une autorisation administrative délivrée par arrêté préfectoral le 18 février 2019 (cf. arrêté préfectoral n°18-2017_EA), modifié par l'arrêté complémentaire du 28 octobre 2021.

Dans le cadre de cette autorisation, une étude d'impact environnementale a notamment été élaborée à partir de données collectées en mer par le biais d'expertises spécifiques (observations visuelles par bateau et avion réalisée en 2013).

Ses données, récoltées par Biotope, sont disponibles et font l'objet d'une exploitation dans le cadre de la mise à jour de l'état de référence, objet du présent rapport.



Bilan des données - Avifaune

Note : les données d'observation par sortie présentées dans le présent rapport concernent les expertises menées en 2022/2023. Les données relatives à l'état initial réalisé en 2013 ont fait l'objet d'une analyse comparative partielle dans les chapitres relatifs aux espèces.

2.1 Expertises nautiques 2022/2023

Le présent chapitre présente les principales informations générales concernant les données issues des expertises 2022/2023, notamment les observations par session d'expertise et par espèce, ainsi qu'une analyse générale des comportements observés.

Lors des 15 sessions réalisées entre juin 2022 et juillet 2023, 13098 oiseaux au total ont été notés au niveau des transects pour un total de 2194 observations.

Les effectifs sont très variables selon les sorties, entre 206 individus (mai 2023) et 2476 (juin 2022) oiseaux observés par session soit une moyenne de 873 individus sur la zone prospectée. La grande majorité des sessions a conduit à l'observation d'effectifs supérieurs à 300 individus. Les sorties de mai/juin/juillet et octobre/novembre constituent les sorties les plus denses en termes d'observation.

32 taxons ont été déterminés au niveau spécifique lors des expertises. 2 taxons n'ont pas été déterminés avec certitude du fait des conditions d'observations. Il s'agit notamment des passereaux sp. et Puffin yelkouan/des Baléares.

Tableau 13 : Effectifs cumulés d'oiseaux observés par espèce et par session lors des expertises de 2022/2023

Famille/Espèces	01/06/2022	28/07/2022	25/08/2022	09/09/2022	12/10/2022	17/11/2022	08/12/2022	06/01/2023	06/03/2023	21/03/2023	06/04/2023	20/04/2023	05/05/2023	31/05/2023	06/07/2023	Total général
Accipitridés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Busard des roseaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Alcidés	5	0	3	0	0	1	1	8	17	4	0	0	0	0	2	41
Pingouin torda	0	0	0	0	0	1	0	8	16	4	0	0	0	0	0	29
Macareux moine	5	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	12
Anatidés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	10	0	0	0	0	31
Canard souchet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21
Sarcelle d'été	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
Tadorne de Belon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Apodidés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
Martinet noir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
Ardéidés	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Héron cendré	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Héron garde-bœufs	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Falconidés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Faucon crécerelle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Larinés	311	77	82	142	862	766	643	252	184	266	580	288	102	389	319	5263
Goéland leucopnée	311	75	66	125	846	712	586	148	156	135	234	273	99	389	318	4473

Famille/Espèces	01/06/2022	28/07/2022	25/08/2022	09/09/2022	12/10/2022	17/11/2022	08/12/2022	06/01/2023	06/03/2023	21/03/2023	06/04/2023	20/04/2023	05/05/2023	31/05/2023	06/07/2023	Total général
Mouette mélanocéphale	0	1	16	17	15	31	41	34	21	24	40	8	3	0	1	252
Mouette pygmée	0	0	0	0	1	0	14	69	5	107	306	7	0	0	0	509
Mouette rieuse	0	1	0	0	0	23	2	0	2	0	0	0	0	0	0	28
Mouette tridactyle	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Passereaux	0	0	0	9	4	0	0	0	15	1	6	0	2	0	0	37
Phalacrocoracidés	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Grand cormoran	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Procellariidés	2139	1607	160	44	161	272	70	505	45	4	49	113	81	1121	604	6975
Océanite tempête	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	10
Puffin fuligineux	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Puffin de Scopoli	133	25	20	2	14	0	0	0	39	0	15	86	11	44	51	440
Puffin yelkouan	1105	1581	140	41	147	272	70	505	6	3	34	25	27	705	503	5164
Puffin yelkouan/Baléares	897	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	43	369	50	1360
Stercorariidés	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5
Grand Labbe	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Labbe parasite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Labbe pomarin	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Sternidés	4	258	184	30	6	4	16	4	3	28	14	3	20	91	35	700
Guifette noire	0	0	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	1	162
Sterne caugek	2	119	25	26	6	4	16	4	3	27	7	0	13	64	13	329
Sterne indéterminée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
Sterne naine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Sterne pierregarin	2	139	7	4	0	0	0	0	0	1	7	3	0	23	12	198
Sulidés	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7	2	15
Fou de Bassan	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7	2	15
Upupidés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Huppe fasciée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total général	2476	1944	430	227	1036	1043	731	770	264	325	672	404	206	1608	962	13098

Une observation consiste en un contact d'une espèce lors des expertises. L'observation est l'unité de base de certaines analyses statistiques de données. Une observation peut concerner un ou plusieurs oiseaux de la même espèce.

Les Larinés représentent 56% des observations (1238 observations) avec une large majorité de Goéland leucophée. D'autres espèces (Mouette pygmée et M. mélanocéphale) sont également bien représentées selon les périodes de l'année considérées.

32.5 % des observations (soit 714 observations) concernent des Procellariidés avec comme espèce dominante le Puffin yelkouan. Le Puffin de Scopoli est également régulièrement noté sur le site. D'autres espèces sont plus anecdotiques comme l'Océanite tempête ou le Puffin des Baléares.

Enfin, 8.75% des observations concernent les Sternidés avec la Sterne caugek comme espèce dominante.

En termes d'effectifs observés, ces trois groupes d'espèces représentent près de 97% du total.

Familles/taxons	Observations		Effectifs	
	Total observations	Proportion des observations	Total effectifs	Proportion des effectifs
Accipitridés	2	0,09%	2	0,02%
Alcidés	24	1,09%	41	0,31%
Anatidés et co.	3	0,14%	31	0,24%
Apodidés	2	0,09%	8	0,06%
Ardéidés	2	0,09%	16	0,12%
Falconidés	1	0,05%	1	0,01%
Fou de Bassan	9	0,41%	15	0,11%
Larinés	1222	55,70%	5263	40,18%
Passereaux	15	0,68%	37	0,28%
Phalacrocoracidés	3	0,14%	3	0,02%
Procellariidés	714	32,54%	6975	53,25%
Stercorariidés	4	0,18%	5	0,04%
Sternidés	192	8,75%	700	5,34%
Upupidés	1	0,05%	1	0,01%
Total général	2194	100%	13098	100%

Tableau 14 : Proportion des observations selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base des 15 sessions entre juin 2022 et juillet 2023)

2.2 Expertises aériennes 2022/2023

Les 2 premières sessions ont été réalisées en novembre 2022 et mars 2023 dans le cadre de l'état de référence. La troisième session a été réalisée en octobre 2023 lors de la phase de construction, alors que l'installation des 3 éoliennes venait de s'achever et que les opérations en mer pour l'installation du câble électrique d'export débutaient.

2.2.1 Bilan expertises aériennes – Etat de référence

Lors des 2 sessions réalisées en novembre 2022 et mars 2023, 207 oiseaux ont été notés au niveau des transects pour un total de 657 observations.

Les effectifs sont assez variables entre les sorties, entre 899 individus (mars 2023) et 1128 (novembre 2022) oiseaux observés par session soit une moyenne de 1014 individus. Les sessions ont conduit à l'observation d'effectifs supérieurs à 900 individus. La sortie de mars 2023 constitue la sortie la plus dense en termes d'observation.

16 taxons ont été déterminés au niveau spécifique lors des expertises de l'état de référence. 5 taxons n'ont pas été déterminés avec certitude du fait des conditions d'observations. Il s'agit notamment de canards, goélands, mouettes, passereaux sp. et puffin yelkouan/des Baléares.

Tableau 15 : Effectifs cumulés d'oiseaux observés par espèce et par session lors des expertises aériennes de 2022/2023 pour l'état de référence

Famille/Espèces	07/11/2022	16/03/2023	Total général
Alcidés	0	8	8
Pingouin torda	0	8	8
Anatidés	0	4	4
Canard indéterminé	0	2	2
Cygne tuberculé	0	2	2
Grèbes	0	5	5
Grèbe huppé	0	5	5
Larinés	719	769	1488
Goéland leucophée	591	369	960
Goéland indéterminé	0	86	86
Mouette mélanocéphale	126	143	269
Mouette pygmée	1	83	84
Mouette rieuse	1	45	46
Mouette indéterminée	0	43	43
Limicoles	0	3	3
Avocette élégante	0	2	2
Huîtrier pie	0	1	1
Passereaux	4	17	21
Corneille noire	0	1	1
Passereaux sp.	4	16	20
Phalacrocoracidés	3	0	3
Grand cormoran	3	0	3
Procellariidés	297	21	318
Océanite tempête	3	0	3
Puffin de Scopoli	1	9	10
Puffin yelkouan	272	8	280
Puffin yelkouan/Baléares	21	4	25
Sternidés	100	70	170
Sterne caugek	100	70	170
Sulidés	5	2	7
Fou de Bassan	5	2	7
Total général	1128	899	2027

Une observation consiste en un contact d'une espèce lors des expertises. L'observation est l'unité de base de certaines analyses statistiques de données. Une observation peut concerner un ou plusieurs oiseaux de la même espèce.

Les Larinés représentent 72% des observations (470 observations) avec une large majorité de Goéland leucophée. D'autres espèces (Mouette pygmée et M. mélanocéphale) sont également bien représentées selon la période de l'année considérée.

12,5% des observations (soit 82 observations) concernent des Sternidés avec comme espèce dominante la Sterne caugek.

Enfin, 12% des observations (soit 79 observations) concernent les Procellariidés avec le Puffin yelkouan comme espèce dominante. Le Puffin de Scopoli est également régulièrement noté sur le site. D'autres espèces sont plus anecdotiques comme l'Océanite tempête ou le Puffin des Baléares.

En termes d'effectifs observés, ces trois groupes d'espèces représentent près de 97,5% du total.

Tableau 16 : Proportion des observations selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base des 2 sessions aériennes de l'état de référence, novembre 2022 et mars 2023)

Familles/taxons	Observations		Effectifs	
	Total observations	Proportion des observations	Total effectifs	Proportion des effectifs
Alcidés	5	0,76%	8	0,39%
Anatidés	2	0,30%	4	0,20%
Grèbes	3	0,46%	5	0,25%
Fou de Bassan	7	1,07%	7	0,35%
Larinés	470	71,54%	1488	73,41%
Limicoles	2	0,3%	3	0,15%
Passereaux	6	0,91%	21	1,04%
Phalacrocoracidés	1	0,15%	3	0,15%
Procellariidés	79	12,02%	318	15,69%
Sternidés	82	12,48%	170	8,39%
Total général	657	100%	2027	100%

2.2.2 Bilan expertises aériennes – Phase de construction

Lors de la session réalisée en octobre 2023, 1133 oiseaux ont été notés au niveau des transects pour un total de 295 observations.

6 taxons ont été déterminés au niveau spécifique lors de la première expertise en phase de construction. 7 taxons n'ont pas été déterminés avec certitude du fait des conditions d'observations. Il s'agit notamment de rapaces, goélands, mouettes, passereaux sp., océanites, puffins et sternes.

Tableau 17 : Effectifs cumulés d'oiseaux observés par espèce et par session lors des expertises aériennes de 2022/2023

Famille/Espèces	13/10/2023	Total général
Falconidés	3	3
Faucon crécerelle	2	2
Rapace indéterminé	1	1
Larinés	741	741
Goéland leucophée	625	625
Goéland indéterminé	47	47
Mouette mélanocéphale	54	54
Mouette indéterminée	15	15
Passereaux	1	1

Famille/Espèces	13/10/2023	Total général
Passereaux sp.	1	1
Phalacrocoracidés	11	11
Grand cormoran	11	11
Procellariidés	64	64
Océanite indéterminée	1	1
Puffin indéterminé	13	13
Puffin de Scopoli	50	50
Sternidés	313	313
Sterne indéterminée	313	313
Total général	1133	1133

Une observation consiste en un contact d'une espèce lors des expertises. L'observation est l'unité de base de certaines analyses statistiques de données. Une observation peut concerner un ou plusieurs oiseaux de la même espèce.

Les Larinés représentent 60% des observations (176 observations) avec une large majorité de Goéland leucophaée. D'autres espèces (Mouette pygmée et M. mélanocéphale) sont également bien représentées.

25% des observations (soit 74 observations) concernent des Sternidés.

Enfin, 13% des observations (soit 39 observations) concernent les Procellariidés avec le Puffin de Scopoli comme espèce dominante. Une autre espèce est également présente mais de manière plus anecdotique : l'Océanite tempête.

En termes d'effectifs observés, ces trois groupes d'espèces représentent près de 98,7% du total.

Tableau 18 : Proportion des observations selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base la session aérienne de la phase de construction, octobre 2023)

Familles/taxons	Observations		Effectifs	
	Total observations	Proportion des observations	Total effectifs	Proportion des effectifs
Falconidés	3	1,02%	3	0,29%
Larinés	176	59,66%	741	65,40%
Passereaux	1	0,34%	1	0,09%
Phalacrocoracidés	2	0,68%	11	0,97%
Procellariidés	39	13,22%	64	5,65%
Sternidés	74	25,08%	313	27,63%
Total général	295	100%	1133	100%



2.3 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).
- **Suiveurs** – Les individus observés suiveurs sont des individus en recherche alimentaire et observés à l'arrière de bateaux de pêche en activité. Dans la très grande majorité, il s'agit de bateaux de pêche professionnelle en activité à proximité de l'aire d'étude immédiate. Les oiseaux suivent ces bateaux dans l'optique de glaner des ressources alimentaires via les rejets de pêche. Ces rejets comprennent les poissons tombés hors du filet et/ou les captures accidentelles pouvant être rejetées.

Taxons	Naturelle	Anthropique
Alcidés et cormoran	3,8%	0%
Anatidés	0%	0%
Ardéidés	0%	0%
Fou de Bassan	22,2%	0%
Goéland leucophée	2,4%	2,8%
Labbes	0%	0%
Mouette mélanocéphale	6,5%	1,4%
Mouette pygmée	7,6%	0%
Autres mouettes	11,1%	0%
Océanite tempête	0%	0%
Passereaux	0%	0%
Procellariidés	2,1%	1,9%
Puffin de Scopoli	4,8%	4%
Sternes	11,3%	0%
Sterne caugek	26,5%	0%

Tableau 19 : Proportion d'oiseaux en recherche alimentaire (chasse/pêche) naturelle ou anthropique (sur la base des 15 sessions d'expertise par bateau)



Ce tableau montre que les espèces en recherche alimentaire sur le site sont essentiellement les Laridés avec le Goéland leucophée et l'ensemble des mouettes ainsi que les sternes (S. Caugek), le Fou de Bassan.

Les principales espèces amenées à suivre les bateaux en activité de pêche sont le Goéland leucophée, la mouette mélanocéphale et les puffins.

Contrairement à d'autres sites, l'activité des bateaux en activités de pêche et attractifs pour les oiseaux (chalutiers avec rejet de poisson) est globalement forte. Le comportement des oiseaux semble également affecté par les pêches de thon ou des autres espèces associés (espadon etc...) qui permettent aux différentes espèces d'oiseaux d'identifier les zones alimentaires favorables à la pêche.

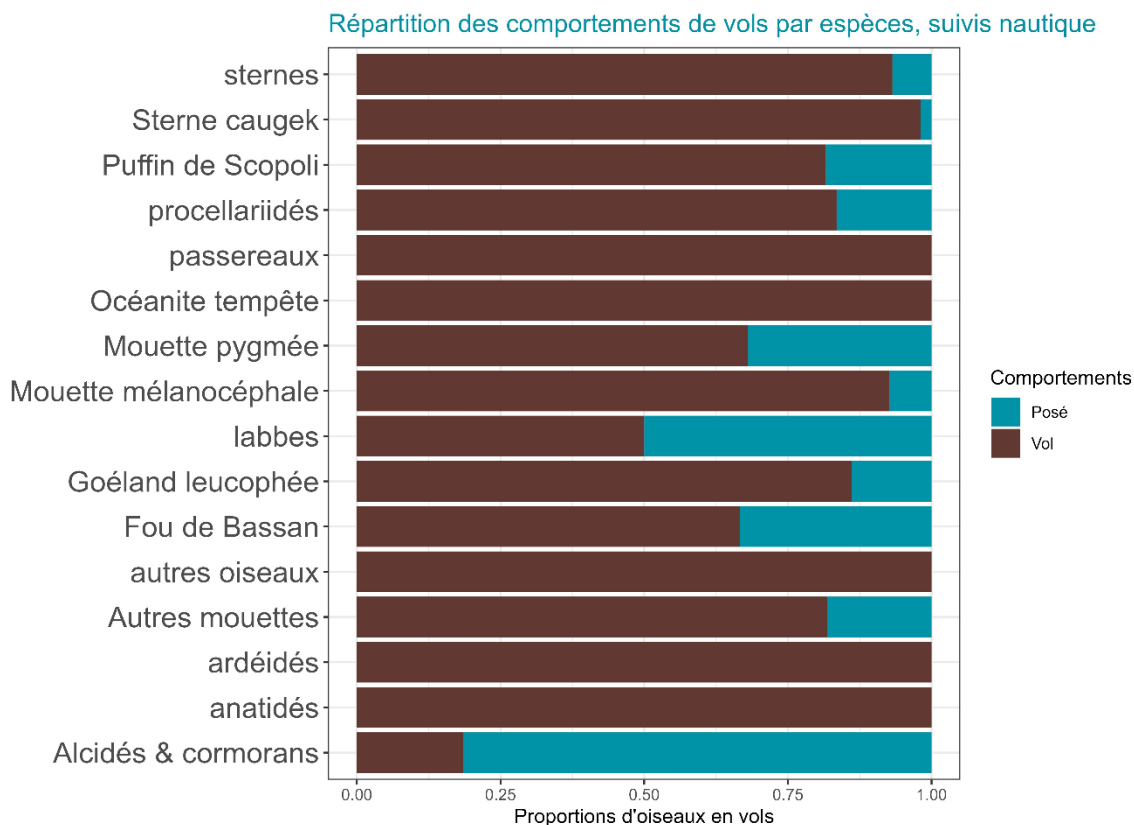


Figure 7 : Proportion d'oiseaux posés ou en vol (sur la base des 15 sessions nautiques)

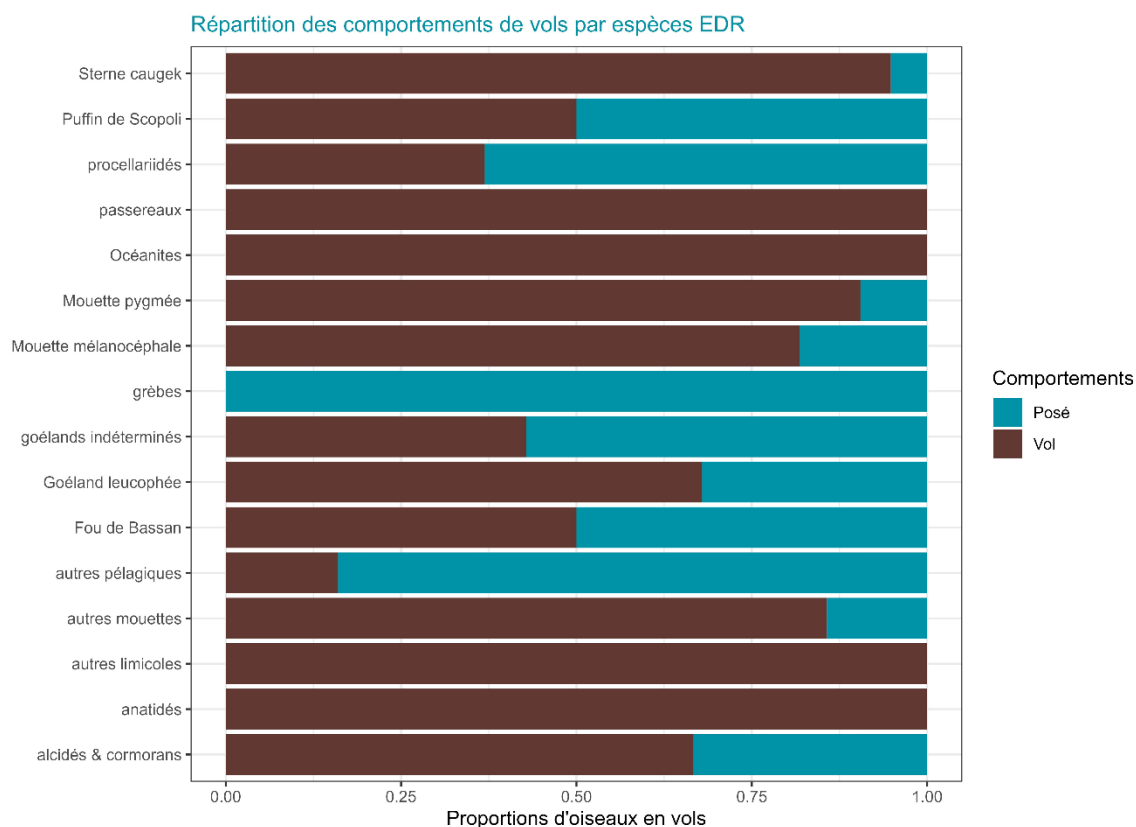


Figure 8 : Proportion d'oiseaux posé ou en vol (sur la base des 2 sessions d'expertise aérienne de l'état de référence)

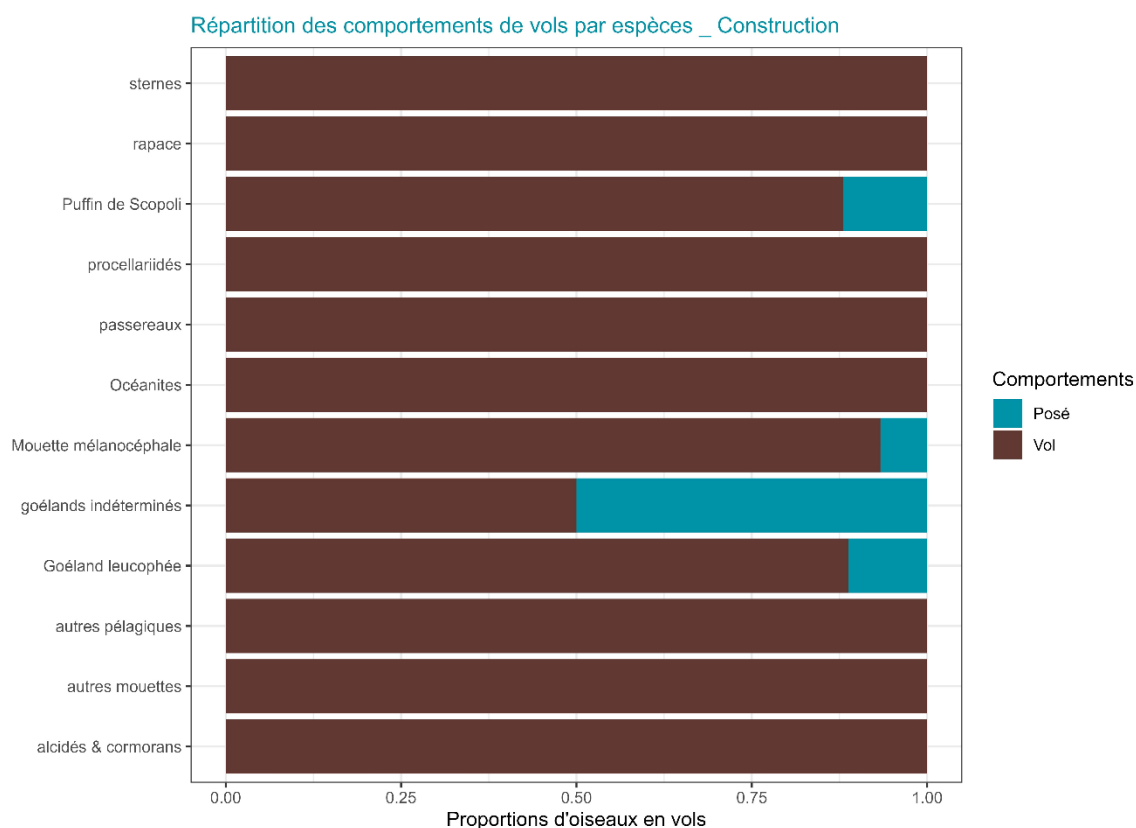


Figure 9 : Proportion d'oiseaux posé ou en vol (sur la base d'une session d'expertise aérienne en phase de construction)



Figure 10 : Bateau de pêche côtier et rassemblement d'oiseaux suiveurs (Ici : goélands, mouettes, puffins et Fous de Bassan)



2.4 Analyse spatio-temporelle

L'analyse spatio-temporelle présentée ci-dessous est issue des connaissances générales relatives à l'activité des oiseaux dans le golfe du Lion et des données acquises lors du présent état de référence et début de phase de construction.

2.4.1 Migration prénuptiale

La migration prénuptiale débute dès le mois de février. Les premiers déplacements concernent principalement des migrateurs terrestres dont de nombreuses espèces sont connues pour migrer en mer (Bruderer, B. & Liechti, F. 1999).

Les principaux groupes concernés par des migrations précoces sont notamment :

- Les passereaux (passereaux, fringilles, etc.) qui concernent de nombreuses espèces pour lesquelles les mouvements en mer restent difficiles à mettre en évidence. Le flux migratoire pour ces espèces de petite taille est majoritairement nocturne. Quelques observations diurnes ont toutefois pu être réalisées avec notamment un pic de présence au printemps 2023 (que ce soit lors des expertises nautiques ou aériennes). Ce sont principalement des Passereau sp., qui ont été observés, mais une Huppe fasciée lors de l'expertise nautique du 06/04/2023.
- Les rapaces avec la présence de plusieurs espèces (Busard des roseaux, Faucon crécerelle) lors de la sortie nautique du 06/04/2023.
- Les Mouette pygmée avec des observations lors des sorties de mars/avril et une affluence forte en avril 2022 avec respectivement 107 et 306 individus de Mouette pygmée comptabilisés lors des sorties nautiques du 21/03/2023 et du 06/04/2023. Lors de la sortie aérienne du 16/03/2023, 83 individus de Mouette pygmée ont pu être comptabilisés. Des effectifs modérés mais constant de Mouette mélanocéphale ont été observés lors des expertises nautiques au printemps 2023 oscillant entre 21 et 40 individus observés entre janvier et mi-avril 2023. Lors de l'expertise aérienne du 16/03/2023, 143 individus ont été observés.
- La Sterne caugek, la Sterne pierregarin et la Sterne naine avec un pic migratoire non marquée sur la zone d'étude. La présence de Guifette noire est également notée en transit lors des mois de mai et juillet sur la zone d'étude.
- La migration des autres espèces marines a été occasionnelle comme le montre les observations de Canard souchet (21 ind. lors du suivi nautique du 21/03/2023), de Sarcelle d'été et de Tadorne de Belon (respectivement 8 et 2 ind. lors du suivi nautique du 06/04/2023) et l'observation d'un Labbe parasite lors du suivi nautique du 21/03/2023.

2.4.2 Reproduction

En période de reproduction, la zone d'implantation est concernée par les déplacements provenant des dortoirs et des sites de reproduction situés sur le littoral Camarguais notamment. Ainsi, de nombreux déplacements de sternes (Sterne naine, S. pierregarin et S. caugek) sont notés durant la période de reproduction. Les effectifs relevés lors des expertises nautiques au printemps 2023 s'élèvent ainsi à 64 Sterne caugek, 23 Sterne pierregarin le 31/05/2023 et un pic d'effectifs au cours de l'été 2022 avec 119 Sterne caugek et 139 Sterne pierregarin observées sur la zone d'étude le 28/07/2022.

Les mouettes disparaissent totalement de la zone d'étude (hors rare observations de Mouette mélanocéphale) lors de la saison de reproduction.

Des mouvements de puffins sont également notés au printemps, correspondant à la période d'élevage des jeunes dans les colonies. Le Puffin yelkouan reste largement majoritaire avec la présence d'effectif particulièrement important composé de plus de 705 ind. (+ 369 P. yelkouan/des baléares) notés lors de la sortie nautique de mai 2023 ou encore 1105 ind. (+ 897 P. yelkouan/des baléares) lors de la sortie nautique du 01/06/2022. Plus tard en saisons, des effectifs importants sont notés avec notamment 1581 ind. de Puffin yelkouan notés observées lors de la sortie nautique du 28/07/2022.

Ces observations montrent que la présence de regroupement important d'oiseaux peut se produire au niveau du site d'implantation et de ses alentours. Les suivis ici mis en œuvre apportent ainsi des informations sur la présence ponctuelle de rassemblement d'oiseaux en période de reproduction.



En parallèle, les effectifs de Puffin de Scopoli atteignent un pic en juin 2022 (133 ind.) et avril 2023 (86 ind. le 20/04/2023) et se stabilisent entre 44-51 ind. au cours des mois de mai – juillet 2023. Enfin, quelques Océanite tempête ont également été observés en juin 2022 (4 ind.) avril et mai 2023 avec respectivement 2 et 3 ind.

La zone d'implantation est concernée par des déplacements journaliers en provenance des colonies d'oiseaux marins (sternes et mouettes notamment) présentes au niveau du littoral Camarguais notamment. Ceci est particulièrement vrai pour les Sterne caugek qui viennent s'alimenter au large de l'embouchure du Rhône en lien avec les conditions alimentaires locales (présence de bancs de poissons). Des regroupements qualifiés d'importants ont été mis en évidence pour le Puffin yelkouan au cours du mois de mai 2023.

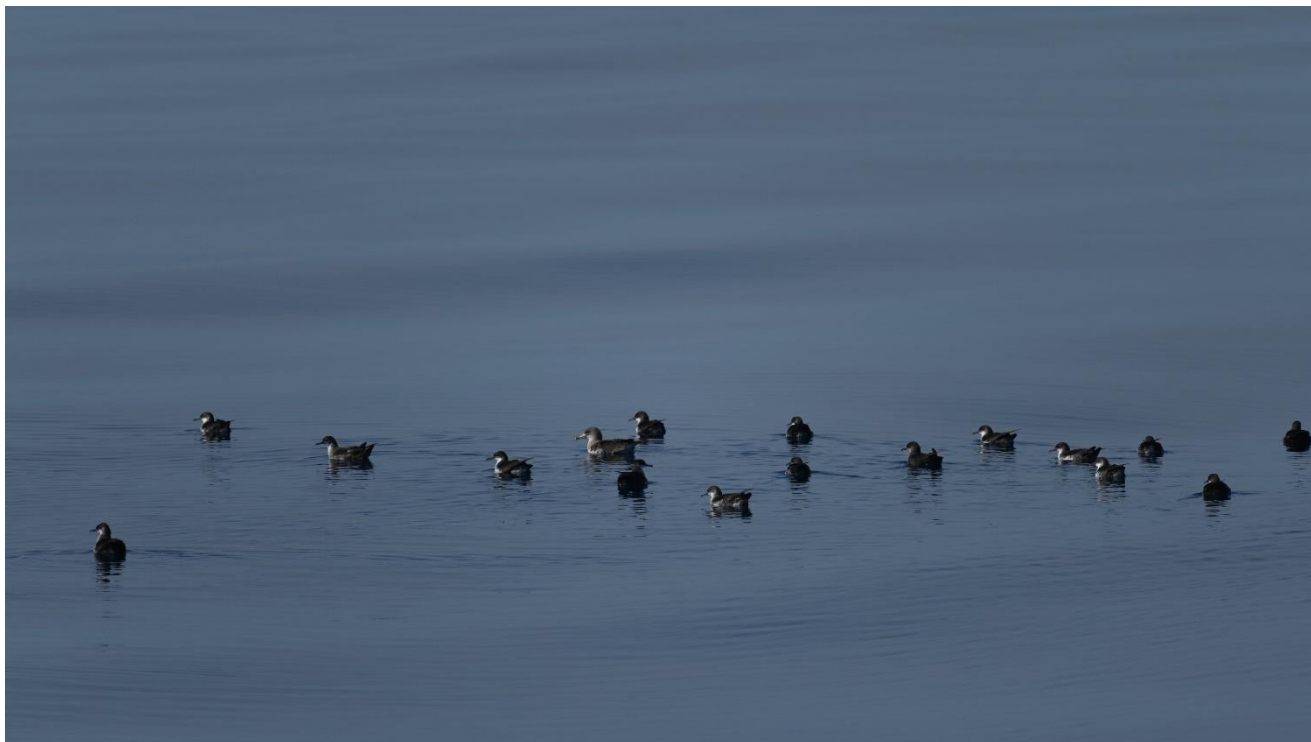


Illustration 11 : Radeau mixte de Puffin yelkouan et de Puffin de Scopoli

2.4.3 Migration postnuptiale

Des mouvements migratoires postnuptiaux sont mis en évidence par les suivis visuels par bateau.

L'intensité de la migration postnuptiale observée est plus forte que le flux mis en évidence au cours de la migration prénuptiale, peut-être en lien avec la présence des jeunes de l'année parmi les oiseaux qui se déplacent vers le sud.

Les expertises nautiques de l'état de référence ont permis de mettre en évidence les informations suivantes :

- Plusieurs espèces de passereaux migrateurs contactés en septembre et octobre 2022 (Bergeronnette printanière, Hirondelle rustique, Hirondelle de rivage, Serin cini, Fringilles sp., Pipit sp.).
- La présence d'ardéidés observée en migration précoce au-dessus de la mer avec 15 Héron garde bœufs en juin 2022 et un Héron cendré en juillet 2022.
- La présence au large de Mouette mélanocéphale au cours de l'automne 2022 après une période de moindre densité avec un pic à 31 ind. le 17/11/2023. Des effectifs importants de Goéland leucophée sont également notés à cette date avec 712 oiseaux observés sur la zone d'étude. La Mouette rieuse est également présente avec de moindre effectif (23 ind. le 17/11/2022)
- Des effectifs remarquables de Guifette noire (152 ind. le 25/08) et modéré de sterne caugek et Sterne pierregarin lors des déplacements postnuptiaux
- Une baisse des effectifs de Puffin yelkouan qui fréquentent le site est marquée au cours des mois d'automne avec des effectifs situés entre 41 et 272 ind.



La zone d'implantation est concernée par des mouvements migratoires postnuptiaux pour un certain nombre d'espèces comme les passereaux, les Ardéidés etc. Comme le montre les récentes données acquises dans le cadre des programmes de recherche sur les oiseaux migrateurs comme le programme MIGRALION, de nombreuses espèces effectuent des déplacements nocturnes en mer et passent inaperçus. D'autres survolent le site à plus ou moins haute altitude et ne peuvent être détectés par des observateurs humains (parfois à moins de 300 mètres d'altitude pour les plus petites espèces) et ne peuvent être détectées que par des méthodes comme les expertises par radar ornithologiques. Les suivis visuels par bateau ne donnent donc qu'un bref aperçu du phénomène migratoire observé au niveau du littoral Camarguais. Les conditions météorologiques semblent influencer sur les axes de déplacements des oiseaux mais ces informations restent encore difficiles à cerner et font l'objet de programme de recherche dédiés. Des radeaux (rassemblement d'oiseaux posés en mer) peuvent être observés lors des pics migratoires et concernent notamment la Sterne pierregarin et Guifette noire. Une augmentation des effectifs de Puffin yelkouan qui fréquentent le site est marquée au cours de l'été et se stabilisent au cours de l'automne.

2.4.4 Hivernage

Les espèces hivernantes majoritaires sur l'aire d'étude sont le Goéland leucophaée et les mouettes avec des effectifs intéressants pour la Mouette mélanocéphale et la Mouette pygmée. Les effectifs fluctuent en fonction de la phénologie de migration et des haltes migratoires des différentes espèces de mouettes observées. Des pics de présence sont ainsi très marqués pour la Mouette pygmée avec des effectifs remarquables lors des pics de présence. Plus de 300 individus ont ainsi été notés lors de la session d'avril 2023.

D'autres espèces sont plus anecdotiques comme la Mouette tridactyle (1 ind. en janvier 2023) ou la Mouette rieuse (2 ind. en décembre 2022 et mars 2023).

Seule la Sterne caugek est observée en hivernage sur la zone d'étude avec des effectifs fluctuant entre 4 et 27 ind. au cours de l'hivers.

Les effectifs de puffins qui fréquentent la zone sont globalement faibles par rapport aux autres saisons étudiées.

D'autres hivernants classiques ont été observés depuis le bateau, mais en effectifs plus faibles : Fou de Bassan, Pingouin torda (max. 16 ind. le 06/03/2023) et Macareux moine, Grand cormoran

Les données bibliographiques montrent également la présence d'hivernants qui exploitent le domaine maritime, mais en restant à proximité des côtes telles que le Grèbe huppé, Grèbe à cou noir, Macreuse noire et brune, Eider à duvet, Plongeon arctique, Harle huppé etc... Ces espèces n'ont pas été contactées lors des expertises et sont peu susceptibles d'utiliser la zone d'étude située plus au large des côtes.

La zone d'implantation est concernée par un hivernage diffus au sein de la zone d'étude. Le littoral concentre une partie des oiseaux hivernants. Les effectifs de puffins ont montré une nette baisse d'effectifs vis-à-vis des autres saisons étudiées avec une quasi-absence d'oiseaux en mars. Des effectifs hivernants de Mouette mélanocéphale et Mouette pygmée sont notées sur le site



3 Présentation des données d'état de référence par espèce ou groupes d'espèces

3.1 Information sur la structure des chapitres par espèce/groupe

3.1.1 Données générales

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

- La présentation générale des espèces concernées ;
- Un tableau récapitulatif des effectifs observés (pour l'état de référence les observations du transect T7, rajouté par rapport à l'état initial, ne sont pas comptabilisées dans ce tableau pour faciliter la comparaison) ;
- La présentation de photographies d'illustration.

Ce chapitre se découpera en deux sous-parties avec une première présentant un zoom sur les données bibliographiques et une deuxième un zoom sur les données récupérées sur le site de PGL.

3.1.2 Résultat des expertises par avion

Dans ce chapitre les données issues des expertises grands transects récupérées par avion 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.

L'analyse des données de l'état de référence est faite à titre indicatif, le nombre de sessions d'expertises aériennes est en effet trop faible pour conclure sur la variabilité de présence des espèces.

3.1.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

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 l'état de référence, c'est-à-dire les variations intra-annuelles) ;
- L'analyse des phénologies sera directement mise en relation avec les informations collectées sur la distribution géographique des observations.

L'analyse 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.

3.1.2.2 Analyse comparative entre l'état initial et l'état de référence

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 entre l'état initial et l'état de référence (c'est-à-dire les variations interannuelles) ;



- L'analyse des similitudes ou différences entre les données collectées lors des campagnes pour l'état initial (6 sessions d'expertise aérienne réalisées en 2013) et l'état de référence (2022/2023) ;
- 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.

3.1.3 Résultats des expertises par bateau

Dans ce chapitre les données issues des expertises par bateau sont valorisées.

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.

3.1.3.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Comme pour les grands transects, les phénologies et les distributions de l'état de référence seront présentées. Pour cette partie, les données récupérées sur le transect T7 sont analysées. Ça ne sera pas le cas pour l'analyse comparative entre l'état initial et l'état de référence de la partie suivante.

3.1.3.2 Analyse comparative entre l'état initial et l'état de référence

Comme pour les grands transects, une comparaison des phénologies et des distributions sera faite entre l'état initial et l'état de référence.

3.1.4 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.

3.1.4.1 Comportement de recherche alimentaire

Informations sur la proportion d'oiseaux notés en vol ou posés.

3.1.4.2 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.

3.1.5 Synthèse

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



3.2 Goélands – Synthèse des données de 2013 et 2022/2023



3.2.1 Données générales

3.2.1.1 Zoom sur les données bibliographiques

La sous-espèce michahellis du **Goéland leucophée** niche sur le pourtour méditerranéen d'Europe et d'Afrique du Nord. L'effectif européen du Goéland leucophée se situe autour de 310 000 à 580 000 couples (Birdlife International, 2004) avec un peu moins de 30 000 couples pour la France dont l'essentielle des couples se situent en méditerranée (GISOM, 2023). La Méditerranée a donc une responsabilité en termes d'effectifs nicheurs.

Entre 2009 à 2012, la population française s'établissait à 33000 - 35000 couples, essentiellement concentré au niveau des colonies corses, provençales et languedociennes. Le nombre de couples s'élevait à 18145 couples en 2019 (Programme LARIMED, 2019).

Un déclin de la population méditerranéenne, à hauteur de 17% de l'effectif national, est observé lors du dernier recensement national de 2009-2012 en lien avec la régression des colonies des îles d'Hyères et de Marseille alors que les autres populations (atlantiques et France continentale) semblent en augmentation.

Les populations de Goéland leucophée ont considérablement augmenté au 20ème siècle, profitant notamment de la disponibilité alimentaire offerte par les décharges et les rejets de pêche. L'augmentation de la population s'est traduite au cours des dernières décennies par une augmentation de la compétition sur les sites de nidification avec les autres espèces de laro-limicoles, et par une augmentation des cas de prédation sur d'autres espèces d'oiseaux.

La population hivernante concerne des oiseaux en provenance des populations méditerranéennes, ibérique et marocaine de l'espèce. Après une forte augmentation observée dans les années 1980 et 2000, elle connaît depuis une régression marquée. Ces fluctuations d'effectifs sont à rapprocher de l'évolution de la disponibilité alimentaire sur le littoral (ouverture/fermeture de décharge) ou en mer (rejet de pêche).

3.2.1.2 Zoom sur les données de PGL

Le tableau suivant résume la phénologie du Goéland leucophée rencontré lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

Espèce	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Goéland leucophée	4 saisons	Janvier	4 saisons	Octobre/Novembre

Tableau 20 : Résumé de la phénologie du Goéland leucophée extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.2.2 Résultats des expertises par avion

3.2.2.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

Lors des 3 expertises aériennes réalisées, la densité observée la plus forte a été notée au mois d'octobre et de novembre (respectivement 1.4 et 1.5 individus / km²). Lors de l'expertise du mois de mars, la densité observée était nettement plus faible (0.8 individu / km²).

Globalement, la majeure partie de l'effectif dénombré l'a été dans la bande côtière, depuis le littoral jusqu'à la limite nord de la zone de projet. Cependant, un secteur de forte présence a été noté lors des expertises aériennes d'octobre et novembre, en limite nord du canyon de Marseille, au sud-est de la zone de projet.

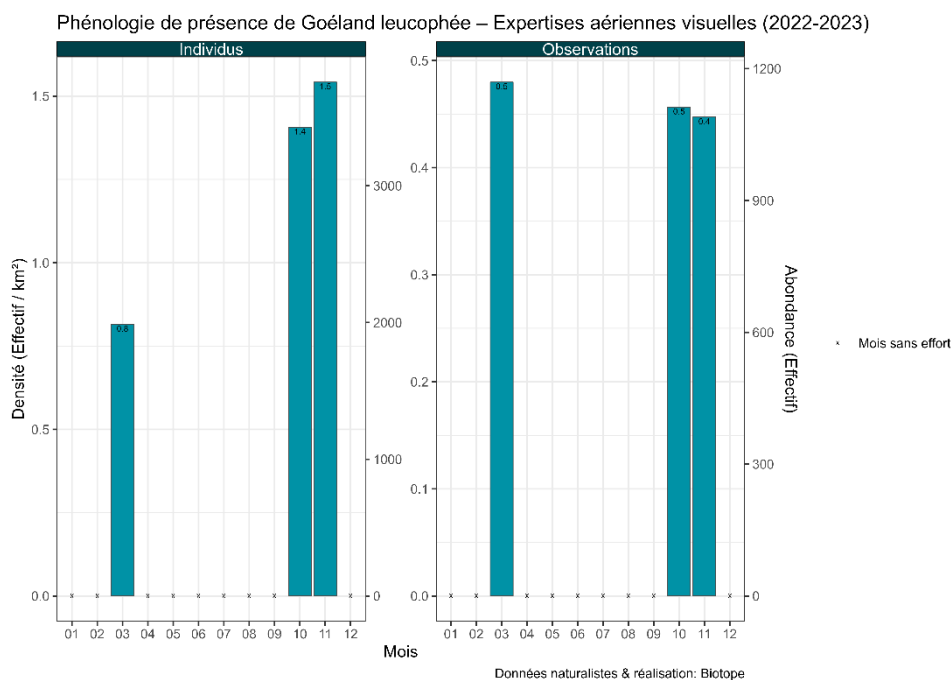
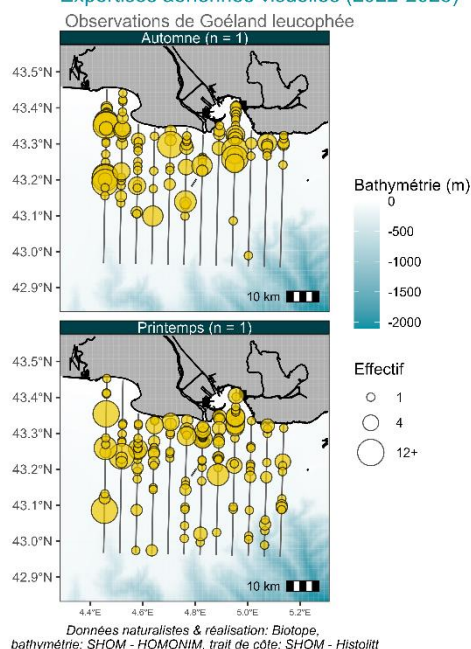
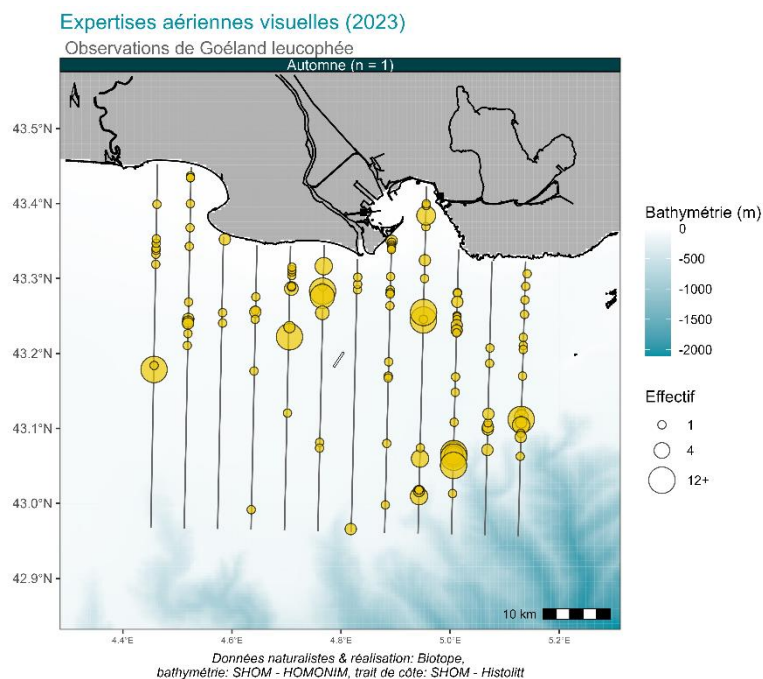


Figure 11 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations du Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



Carte 6 : Observations de Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence



Carte 7 : Observations de Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie – Phase de construction

3.2.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Lors de l'état initial, la phénologie de présence observée était similaire à celle de l'état de référence, avec un pic de présence noté en novembre et décembre. En revanche, les densités calculées durant l'état initial étaient très nettement supérieures 6.4 individus / km² en novembre et 10.5 individus / km² en décembre. Un pic de présence moins important avait également été noté au mois de juin (5.1 individus / km²).

En ce qui concerne la répartition des observations, celle-ci est similaire pour les deux campagnes d'observations. En effet, le Goéland leucophée est principalement observé tout au long de la bande côtière. La zone de projet se situe en limite sud de l'aire de fréquentation principale de l'espèce mais semble fréquentée régulièrement par l'espèce, quelle que soit la saison.

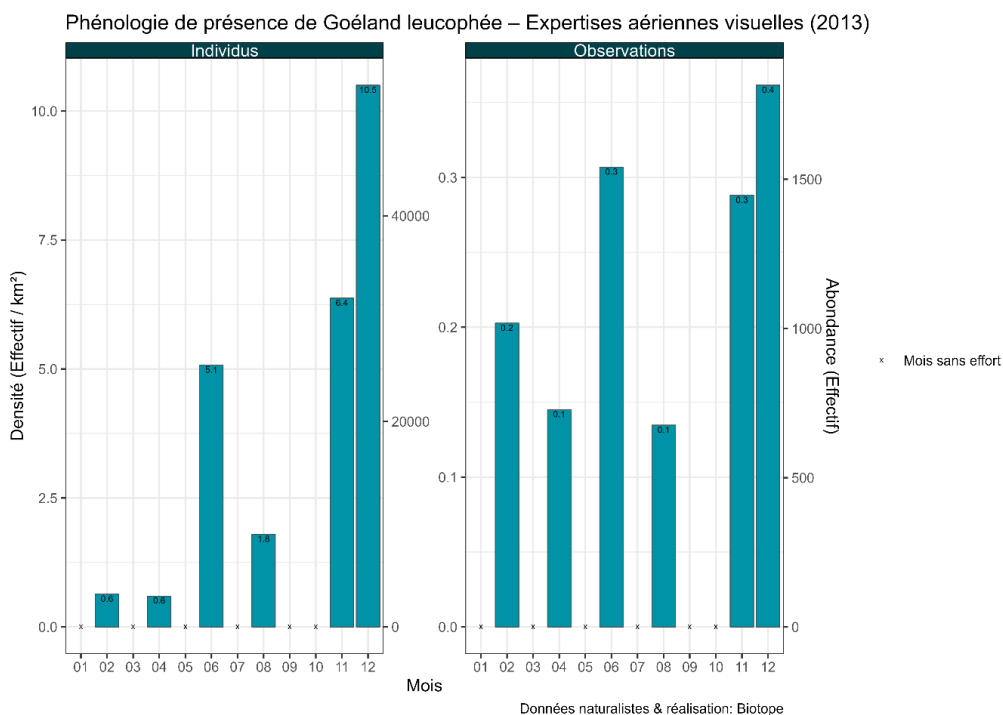
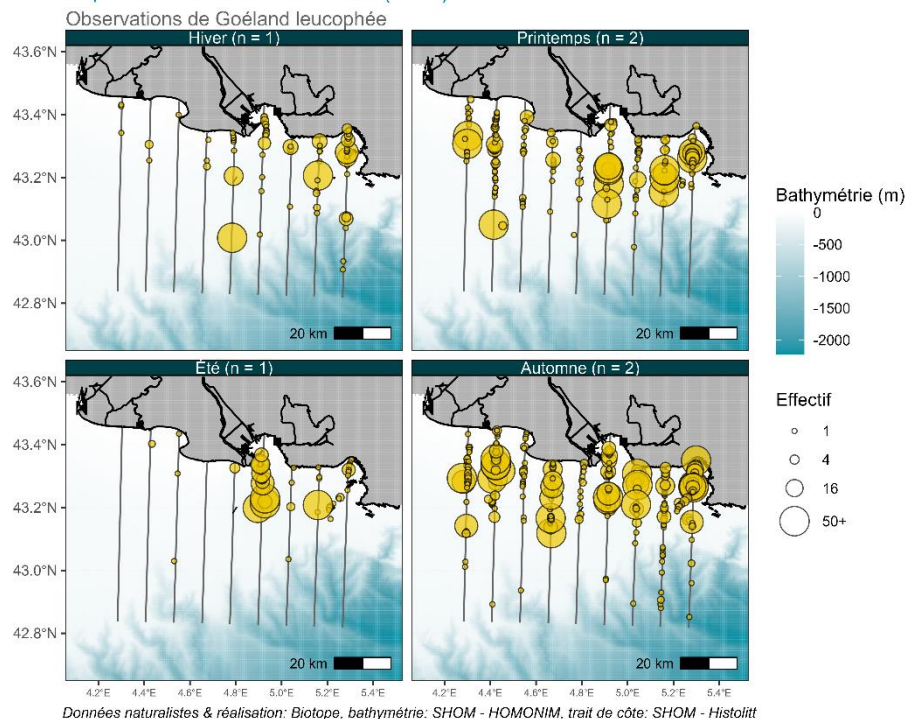


Figure 12 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations du Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie (posé et en vol) durant l'état initial de 2013

Expertises aériennes visuelles (2013)



Carte 8 : Observations de Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie en fonction des saisons lors de l'état initial de 2013

3.2.3 Résultats des expertises par bateau

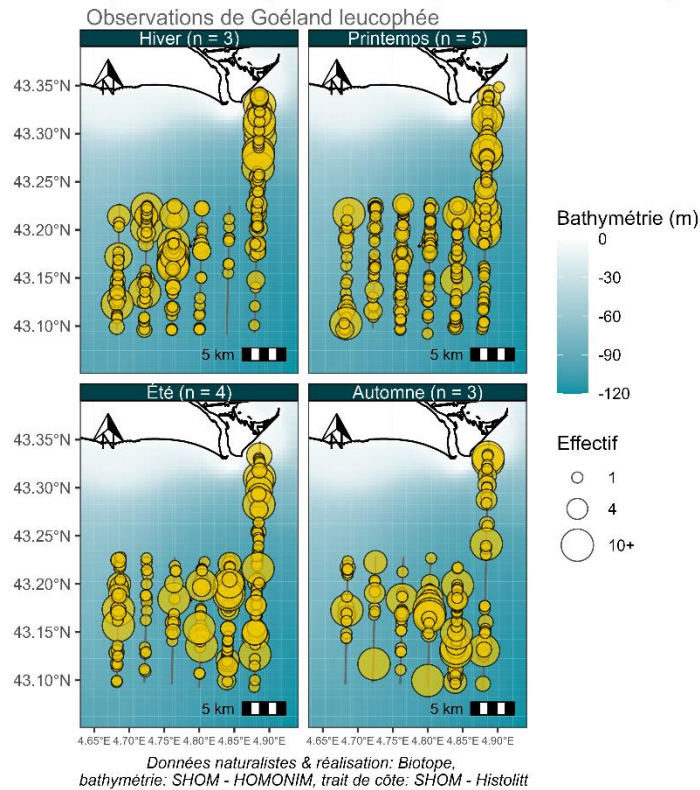
3.2.3.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Le Goéland leucophée est l'espèce prédominante sur l'aire d'étude, cumulant un tiers des effectifs totaux observés.

L'espèce est en grande partie sédentaire, même s'il est connu qu'une partie de la population se disperse dans les terres et l'ensemble des régions littorales. Il est également connu que les jeunes et des adultes peuvent migrer vers l'Atlantique pour y passer l'hiver (Martinez-Abraïn et al. 2002, Arigaza et al 2010, Galarza et al 2012).

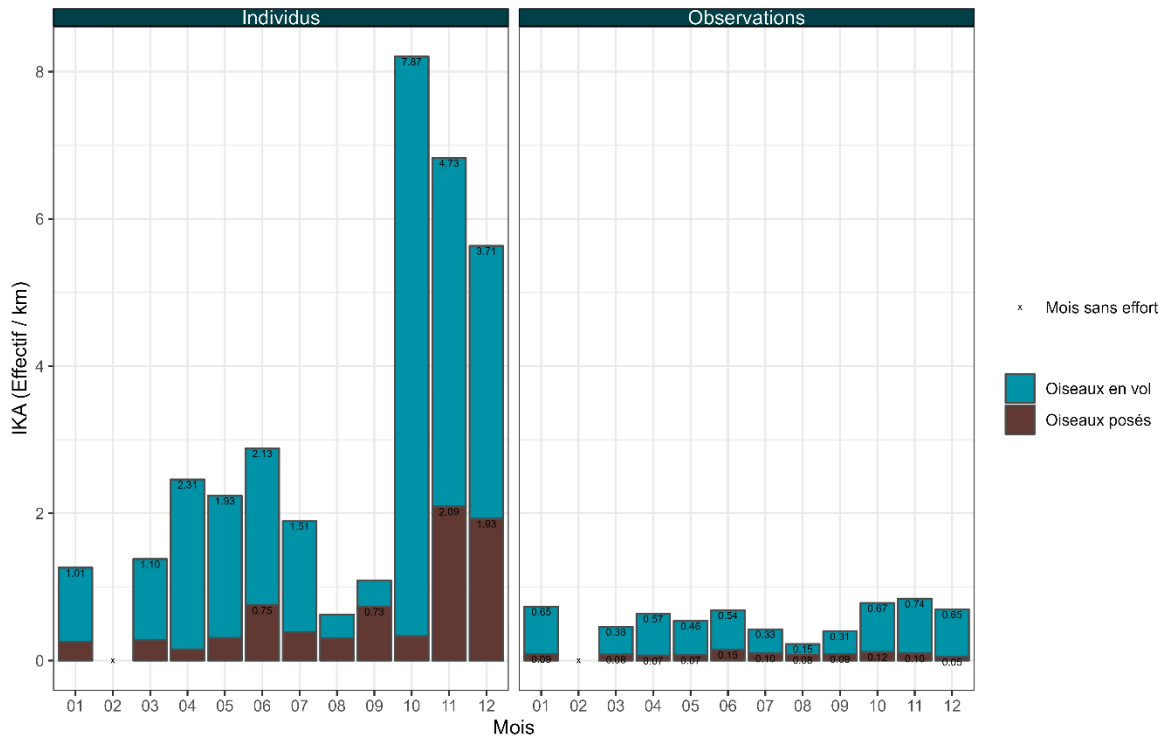
Le Goéland leucophée est donc observé toute l'année, avec des fluctuations en grande partie expliquées par le fait que leur présence sur l'aire d'étude est intimement liée à l'activité des bateaux de pêche. Leur localisation en mer est ainsi essentiellement associée aux zones de pêche et aux routes des bateaux.

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



Carte 9 : Observations de Goéland leucophée en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)
Phénologie d'IKA de présence de Goéland leucophée



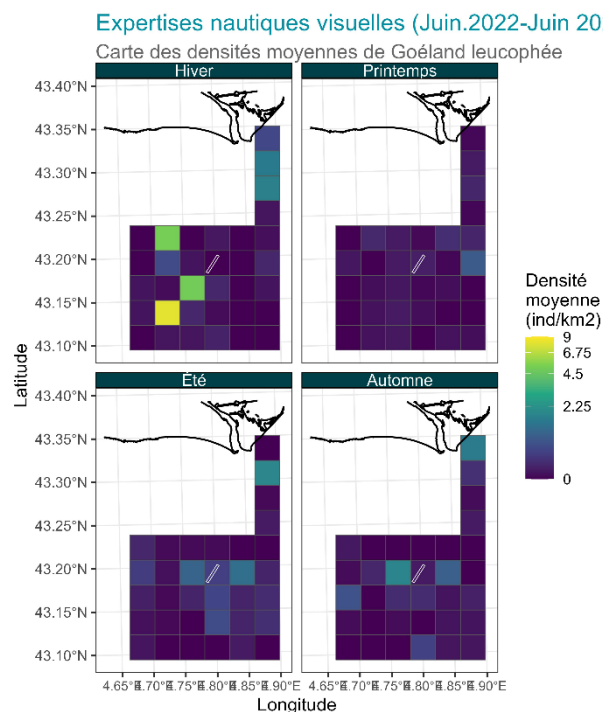
Données naturalistes & réalisation: Biotope

Figure 13 : Phénologie d'IKA du Goéland leucophée pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Tableau 21 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour le Goéland leucophée - Juin 2022 à Juin 2023

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind./km²)
01	Goéland leucophée	0,7 (0-2,36)	1,61 (0,02-0,7)	1,40
02	Goéland leucophée			
03	Goéland leucophée	0,16 (0-0,71)	0,89 (0-0,28)	0,43
04	Goéland leucophée	0,07 (0-0,47)	0,4 (0,06-0,23)	0,30
05	Goéland leucophée	0,52 (0-2,59)	1,18 (0-0,24)	0,77
06	Goéland leucophée	0,56 (0-1,41)	2,82 (0,15-1,43)	1,99
07	Goéland leucophée	0,09 (0-0,71)	1,29 (0-0,51)	0,59
08	Goéland leucophée	0,07 (0-0,47)	0,77 (0-0,24)	0,31
09	Goéland leucophée	0,48 (0-0,94)	2,58 (0,03-1,34)	1,82
10	Goéland leucophée	0,25 (0-0,59)	0,63 (0,1-0,35)	0,60
11	Goéland leucophée	0,49 (0-0,94)	3,77 (0,03-1,38)	1,87
12	Goéland leucophée	0,33 (0-0,94)	5,96 (0,01-2,39)	2,73

Sur la période 2022/2023, les expertises nautiques ont montré que la période de plus forte présence du **Goéland leucophée** s'étendait hors saison de reproduction avec un pic de densité entre octobre et décembre et une densité de plus de 2.5 ind./km².



Carte 10 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour le Goéland leucophée – Juin 2022 à Juin 2023

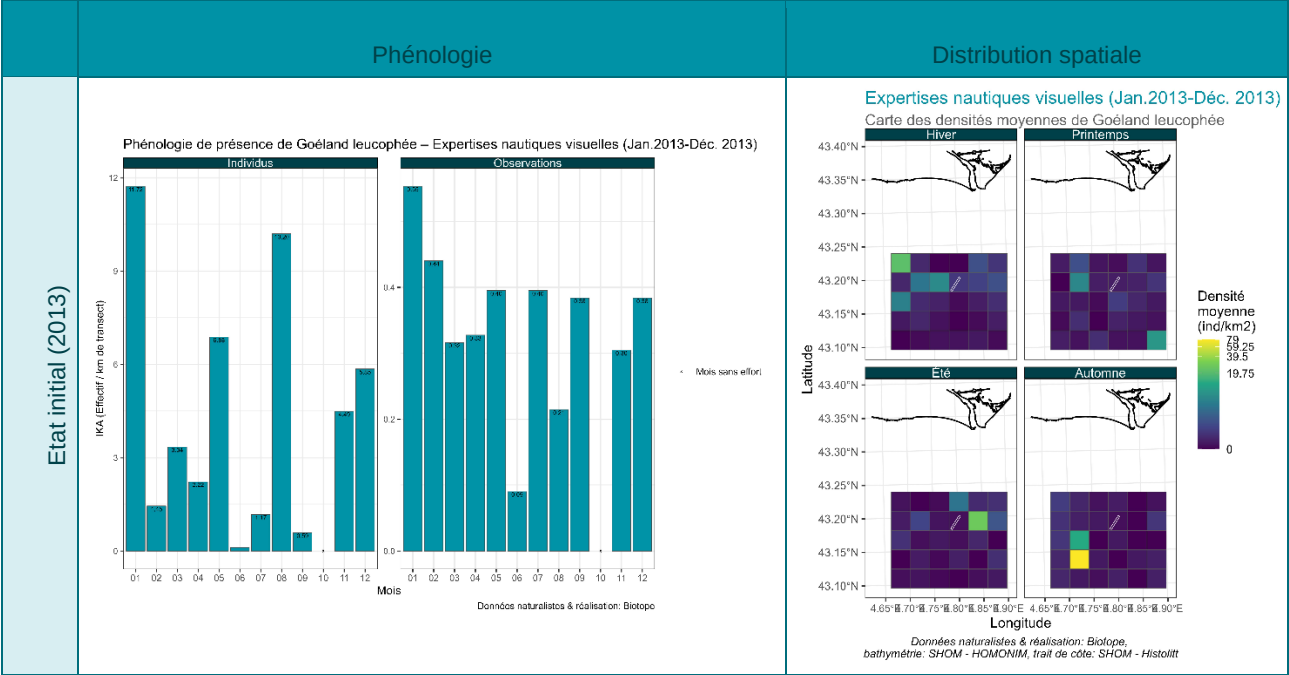
L'analyse spatiale montre une répartition variable selon les saisons et aucune zone de concentration ne ressort des analyses. La répartition des oiseaux étant sans doute fortement influencée par l'activité de pêche sur la zone d'étude. Les routes des bateaux de pêche - entre les ports et les sites de pêche - ont ici un effet important sur la répartition des oiseaux au sein de la zone d'étude.

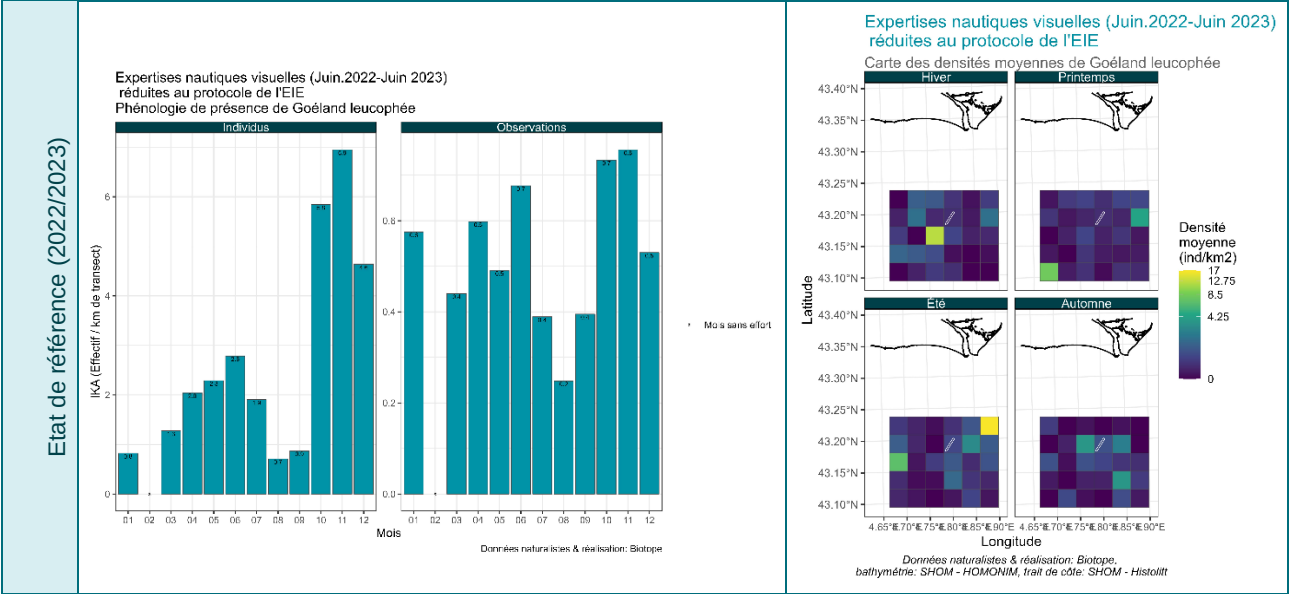
3.2.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Les densités observées durant l'état initial sur l'aire d'étude rapprochée sont légèrement plus élevées en comparaison avec celles calculées lors de l'état de référence. La fréquentation de l'aire d'étude rapprochée était plus aléatoire durant l'état initial avec des pics de présence observés en janvier (11.7 individus / km de transect), août (10.2 individus / km de transect) et mai (6.9 individus / km de transect). Durant l'état de référence, la phenologie de présence de l'espèce est plus classique avec une présence principalement en automne (octobre à décembre) et des densités calculées variant entre 4.6 et 6.9 individus / km de transect durant cette période de plus forte présence.

La répartition des zones de plus forte densité semble assez variable entre les deux périodes étudiées, ce qui reflète probablement le caractère très mobile et opportuniste de l'espèce. Ainsi, la zone de projet a été plus nettement fréquentée durant l'été 2013 et 2022, mais également durant l'automne 2022.

Tableau 22. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland leucopée selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)





3.2.4 Analyse des comportements

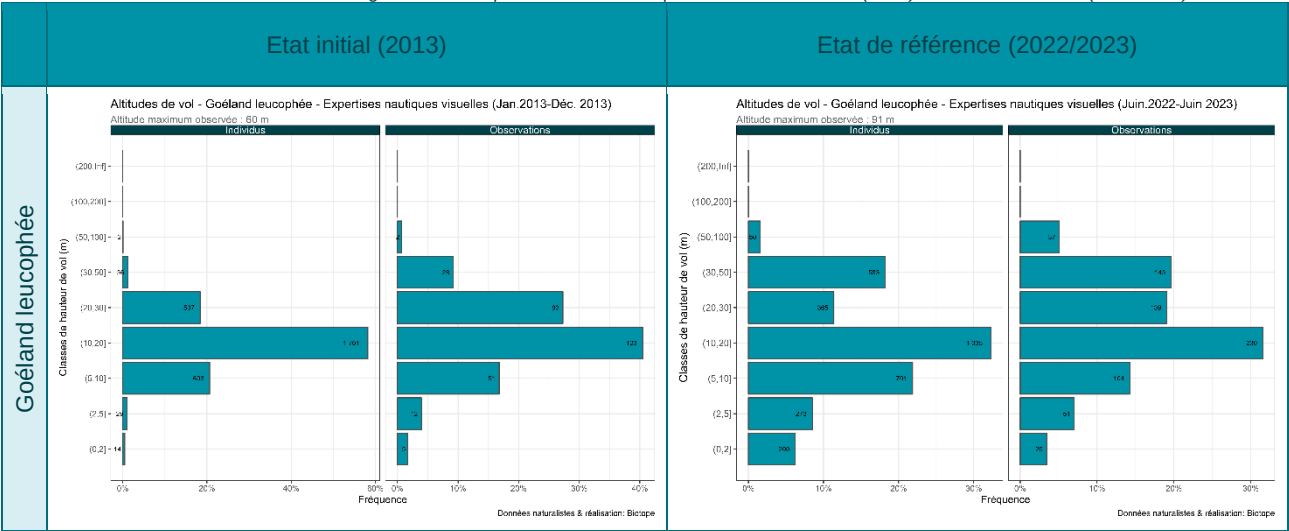
3.2.4.1 Comportement de recherche alimentaire

Tableau 23. Proportion d'individus de Goéland leucophée posé et en vol.

Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)				Phase de construction (octobre 2023)	
	Posé		En vol		Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Goéland leucophée	22,8%	15,9%	77,2%	84,1%	32,1%	15,7%	67,9%	84,3%	112%	88,8%

3.2.4.2 Analyse des hauteurs de vol

Tableau 24. Hauteurs de vol des goélands leucophée lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).



Le Goéland leucophée est l'une des espèces qui présente le plus de diversité dans ses habitudes et altitudes de vol. Il est généralement observé volant entre 5 et 50 m de hauteur par temps calme, mais peut également voler à haute altitude (au-



delà de 100 m). Le même pattern de distribution des hauteurs de vol a été observé avec les données issues de l'état initial en 2013.

3.2.5 Synthèse

Le Goéland leucophée est une espèce très mobile et opportuniste, utilisant abondamment la zone d'étude élargie et en particulier la bande côtière située entre le littoral et la limite sud de la zone de projet, en fonction de la disponibilité alimentaire (présence de bateaux de pêche notamment). Observé toute l'année, la période de plus forte présence est plutôt centrée sur l'automne et l'hiver. La zone de projet est fréquentée de manière régulière par l'espèce, bien que située en limite sud de la zone de plus forte présence de l'espèce observée au niveau de la bande littorale.

3.3 Mouettes – Synthèse des données 2013 et 2022/2023

3.3.1 Données générales

3.3.1.1 Zoom sur les données bibliographiques

Mouette mélanocéphale



En période de reproduction

La Mouette mélanocéphale niche dans de nombreux pays d'Europe, mais les bastions de populations sont concentrés sur les bords de la mer Noire. La population mondiale est estimée entre 200 000 et 350 000 couples.

La population nicheuse française est estimée à 13357 -14142 couples, dont plus de la moitié (7396-7528 couples) d'après les dernières estimations (GISOM, 2023). Le bastion de l'espèce est la Camargue et le littoral Héraultais. Une forte augmentation des effectifs reproducteurs est notée ces dernières années. En Méditerranée, le nombre de couples nicheurs s'élevait à 7401 couples répartis en 17 colonies en 2021 (Programme LARIMED, 2021).

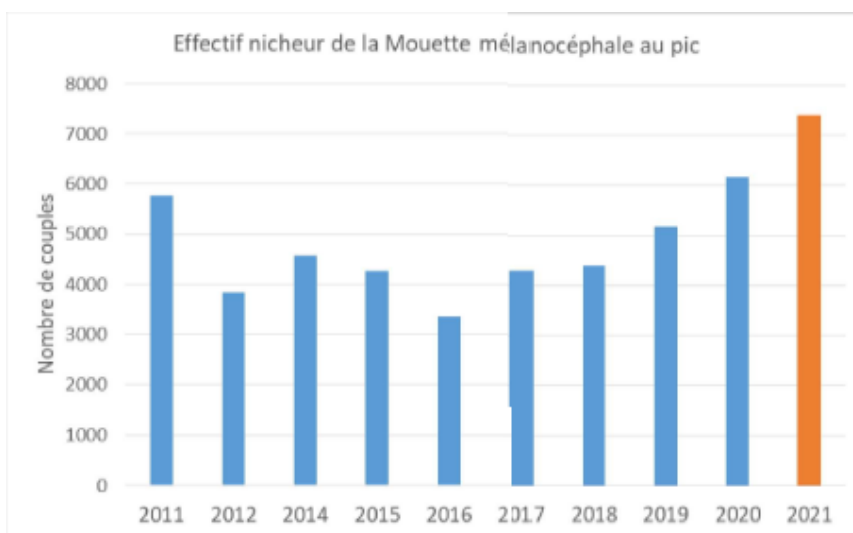


Illustration 12 : Effectifs nicheurs de Mouette mélanocéphale en méditerranée (Programme LARIMED, 2021)

En période internuptiale

L'espèce hiverne en Méditerranée, mer Noire et sur les côtes atlantiques. La population hivernante française est estimée entre 20 000 individus. L'essentiel des effectifs se concentre sur le littoral Manche-Atlantique. L'hivernage est régulier en Méditerranée notamment en Camargue.



Le passage prénuptial est le plus marqué et a lieu entre février et avril. En Occitanie, il est surtout observé en mars/avril. L'espèce est fortement inféodée aux estrans durant l'hiver mais peut adopter un comportement plus pélagique.

Mouette pygmée



La Mouette pygmée niche du nord de l'Europe à l'Asie, et hiverne en Europe de l'Ouest et en Méditerranée. La tendance globale de la population européenne comprise entre 72 000 et 174 000 individus est considérée comme en augmentation modérée depuis les années 1990. De rares cas de tentative de nidification sont notés en France (lac de Grand lieu en 1994).

Espèce pélagique lors de l'hivernage, les observations sont principalement réalisées sur le littoral atlantique et de la Manche ainsi qu'en Méditerranée, lors des pics migratoires enregistrés en avril, ou octobre/novembre, et au cours de l'hiver. Les mouvements migratoires observés sur le littoral méditerranéen restent assez mal connus.

La Mouette pygmée migre en alternant des phases de déplacement actif et des phases d'alimentation. Les effectifs semblent varier annuellement, spatialement, et temporellement d'une année sur l'autre en lien avec les conditions météorologiques observées. La zone du PNM Golfe du Lion joue un rôle important en hiver et lors de la migration prénuptiale avec plusieurs milliers d'oiseaux présents pendant ces périodes. La zone située au large de la Camargue abrite probablement une proportion importante des oiseaux qui séjournent sur nos cote durant ces périodes.

Mouette rieuse



En période de reproduction

En période de reproduction, l'espèce est très grégaire et niche en colonies regroupant chacune quelques dizaines de couples à plusieurs centaines dans la végétation palustre de zones humides ou parmi la végétation herbacée sur des îlots et des digues. L'espèce exploite une grande diversité de zones humides douces et saumâtres (étangs, lacs, fleuves, rivières) où elle niche, et, se nourrit en partie sur des zones terrestres (prairies, cultures et labours, rizières et même les décharges d'ordures ménagères).

L'espèce se reproduit en Camargue en s'installant sur les marais d'eau douce et quelques lagunes. Les effectifs reproducteurs s'élevaient à 3 665- 4533 couples en 2021 (GISOM, 2023) avec environs 70 colonies connus (Programme LARIMED, 2021).

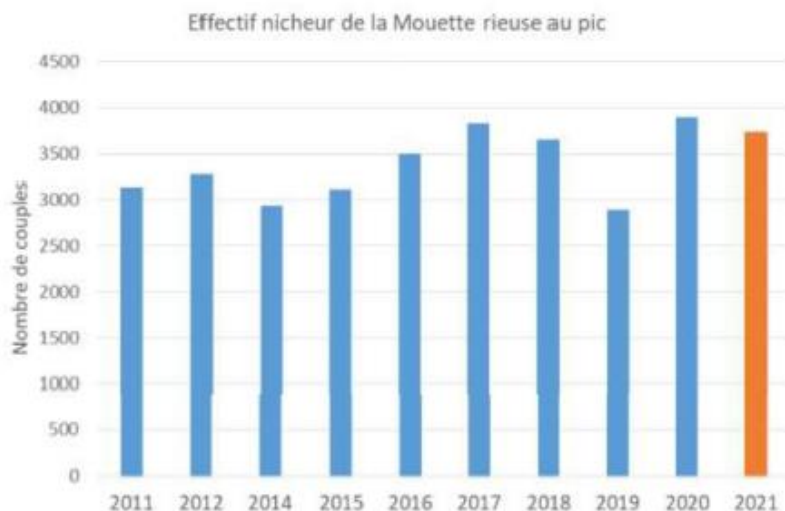


Illustration 13 : Effectifs nicheurs de Mouette rieuse en méditerranée (Programme LARIMED, 2021)

En période internuptiale

A partir du mois de septembre et en octobre, une migration peut être entreprise poussant une proportion des oiseaux vers les régions atlantiques ou méditerranéennes. Des nicheurs français et leurs jeunes peuvent se diriger au loin vers le sud jusque sur les côtes d'Afrique du Nord et de l'Ouest.

La Mouette rieuse est inféodée aux lagunes pour la reproduction et sa présence en mer est négligeable.

Mouette tridactyle



La Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) est une espèce strictement pélagique, présente sur nos côtes en hiver et principalement observée en migration pré-nuptiale entre février et avril. Le passage peut concerner plusieurs centaines d'oiseaux le long du littoral audois lorsque les conditions sont favorables (Issa 2008). Elle apparaît plus anecdotique au large de la Camargue.

3.3.1.2 Zoom sur les données de PGL

4 espèces de mouettes ont été observées en 2013 et sur la période 2022/2023 :

- la Mouette mélanocéphale ;
- la Mouette pygmée ;
- la Mouette rieuse ;
- la Mouette tridactyle.



Le tableau suivant résume la phénologie des différentes espèces de mouettes rencontrées lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

Espèces	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Mouette mélanocéphale	Hiver/printemps (et quelques individus en juillet)	Février	Automne/ hiver, printemps	Avril
Mouette pygmée	Hiver/printemps	Février	Hiver/printemps	Avril
Mouette rieuse	Hiver	Décembre	Hiver	Novembre
Mouette tridactyle	Printemps	Février/avril	/	/

Tableau 25 : Résumé de la phénologie des mouettes extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.3.1 Résultats des expertises par avion

3.3.1.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

Mouette mélanocéphale

Les densités de présence calculées pour la Mouette mélanocéphale les plus élevées l'ont été en mars et novembre avec respectivement 0.6 et 0.5 individu / km².

La Mouette mélanocéphale a été principalement observée dans la bande côtière à l'automne. Au printemps, l'espèce a été rencontrée nettement plus au large, notamment au sud-est de la zone de projet, reflétant probablement la présence d'oiseaux en migration prénuptiale.

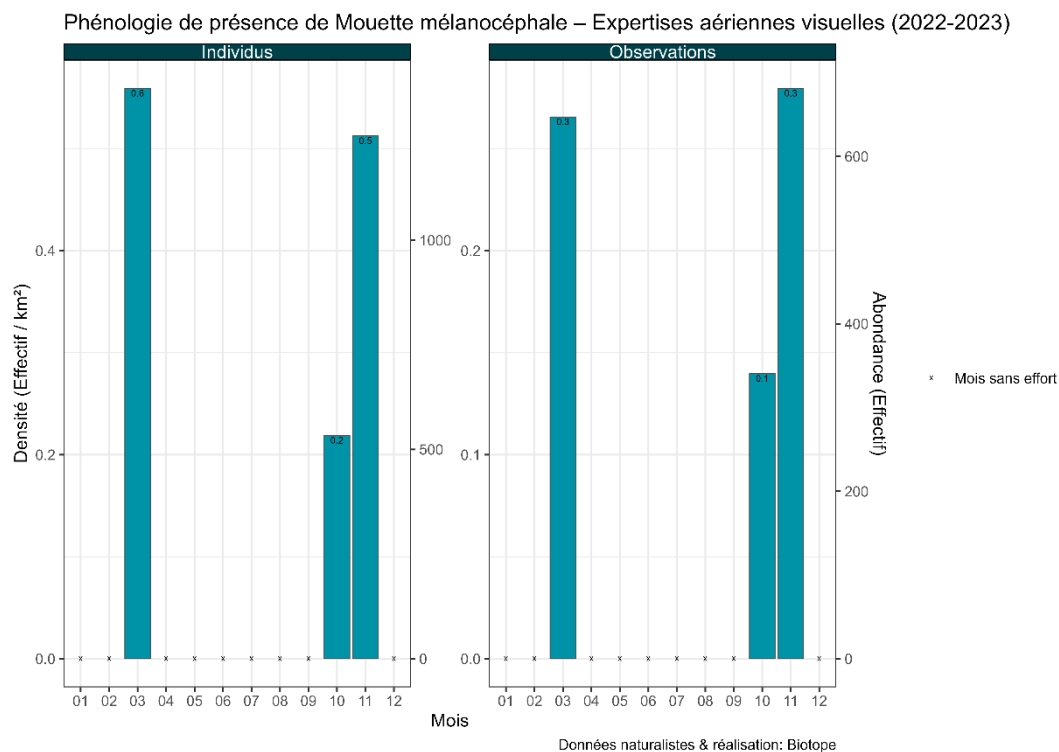
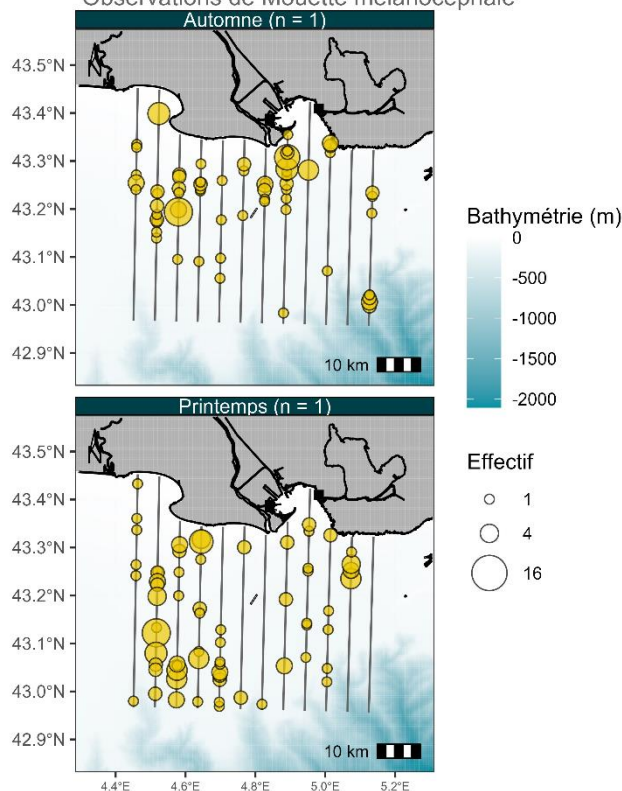


Figure 14 : Histogramme de densité de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)

Observations de Mouette mélanocéphale

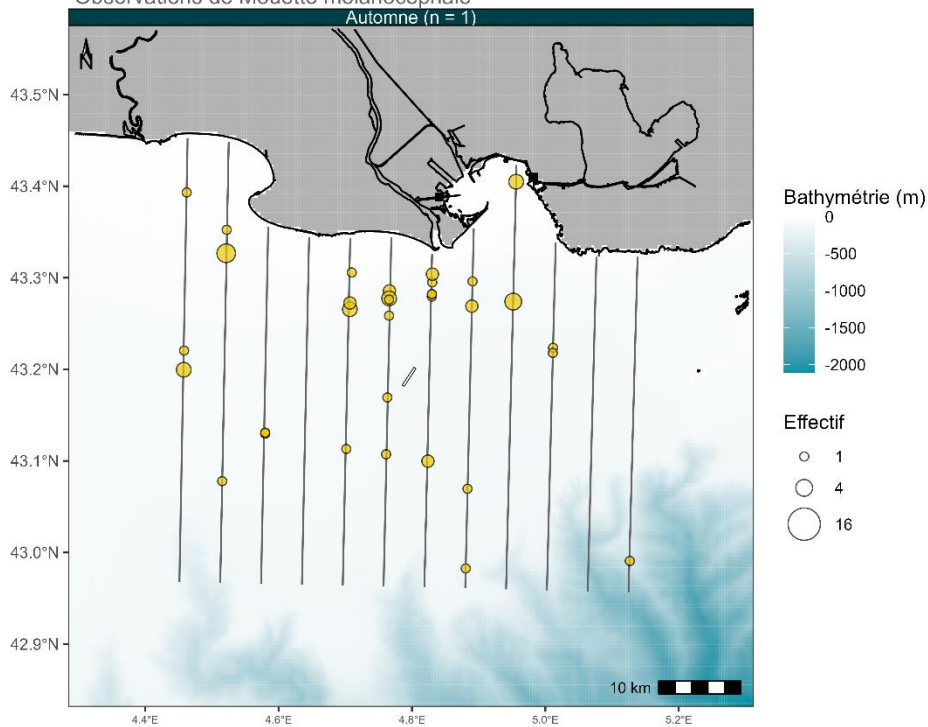


Données naturalistes & réalisation: Biotope,
bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Carte 11 : Observations de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

Expertises aériennes visuelles (2023)

Observations de Mouette mélanocéphale



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

Carte 12 : Observations de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction

Mouette pygmée

Concernant la Mouette pygmée, l'espèce a été notée principalement durant l'expertise du mois de mars, dans le quart sud-ouest de la zone d'étude élargie, avec une densité calculée globale de 0.36 individu / km². Il s'agissait là encore vraisemblablement d'individus en migration pré-nuptiale.

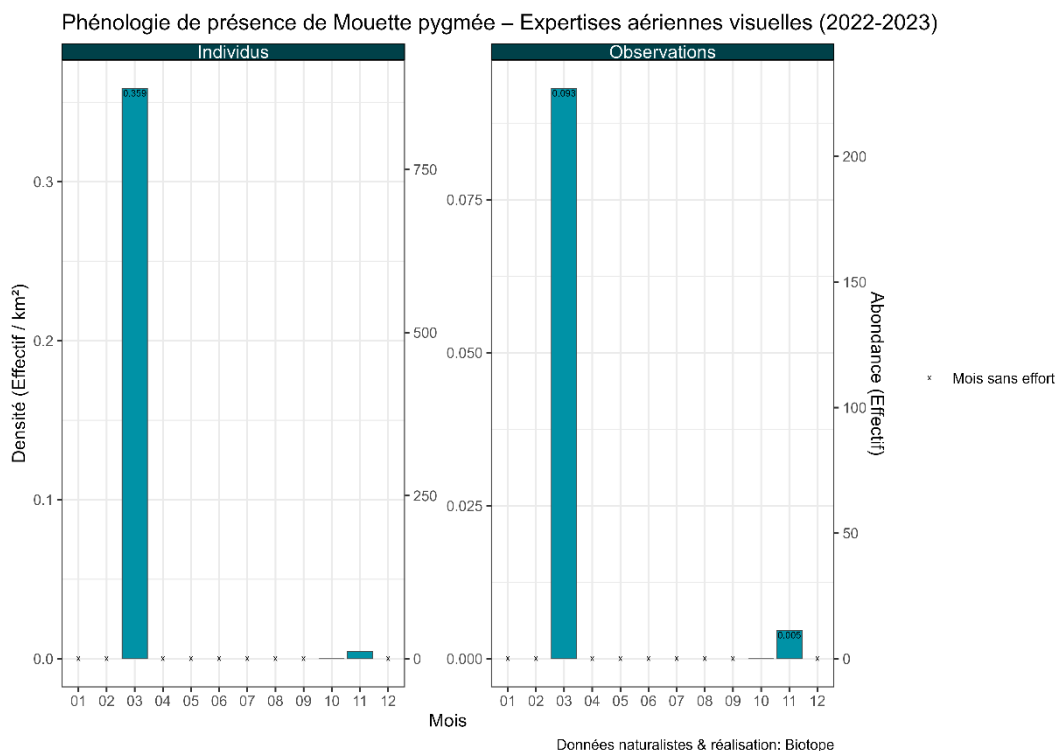
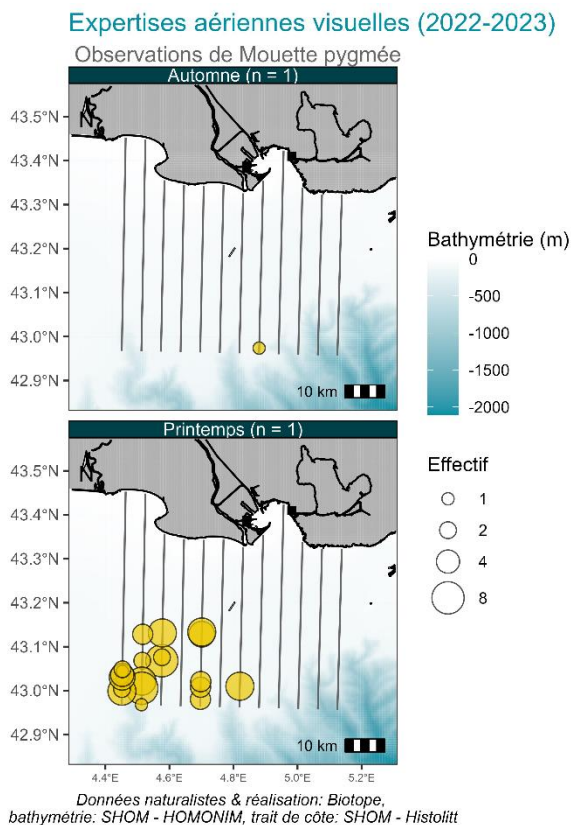


Figure 15 : Histogramme de densité de la Mouette pygmée sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)



Carte 13 : Observations de la Mouette pygmée sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

Autres mouettes

Les autres espèces de mouettes sont nettement plus rares au sein de la zone d'étude élargie. La Mouette rieuse a été observée en faibles effectifs principalement durant l'expertise aérienne de mars (densité calculée de 0.07 individu / km²), au niveau du Cap Couronne et de l'embouchure du Rhône.

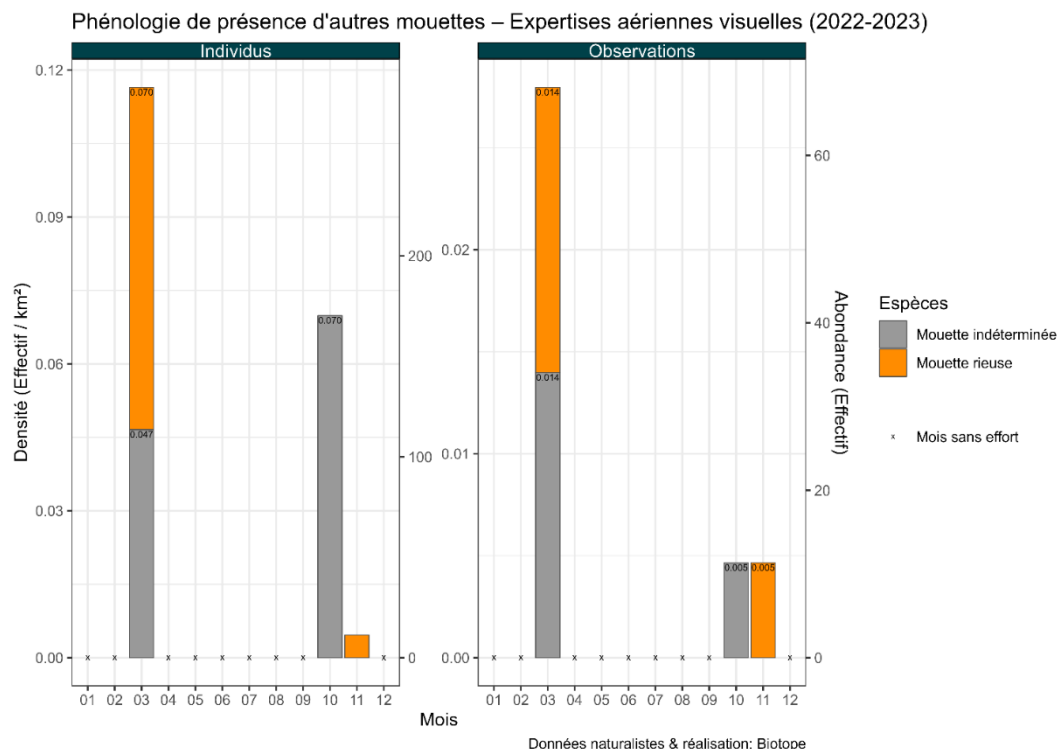
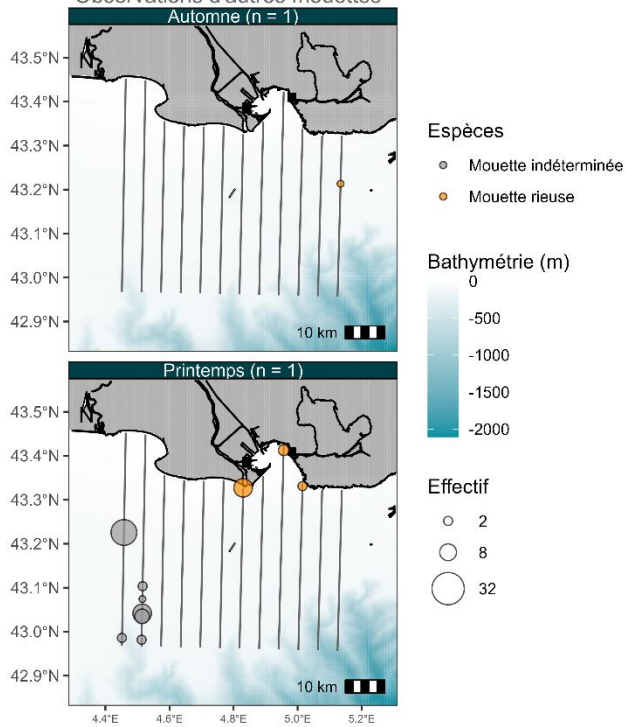


Figure 16 : Histogramme de densité des autres mouettes sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)

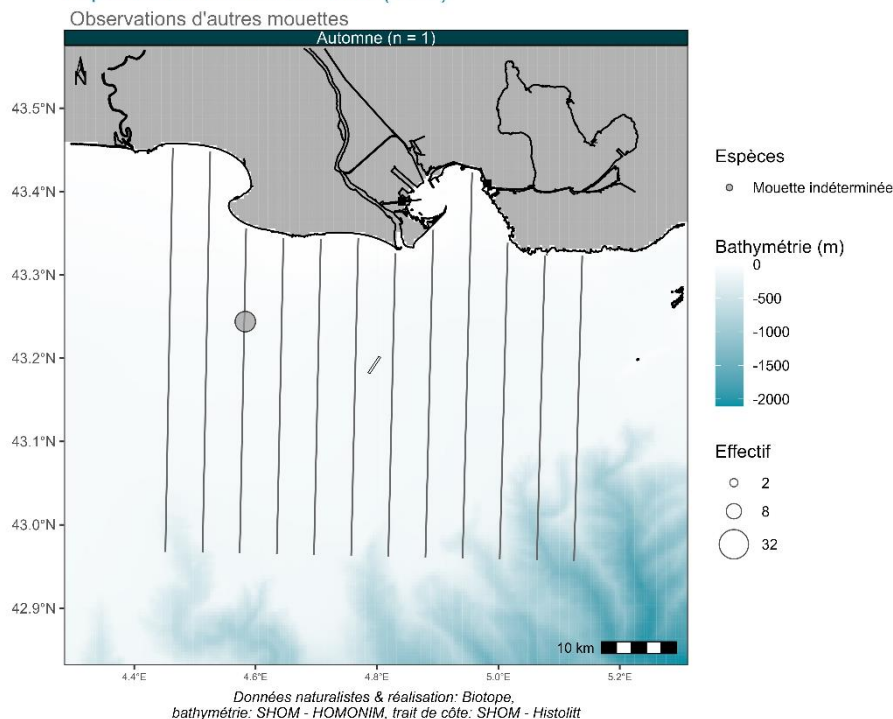
Expertises aériennes visuelles (2022-2023)

Observations d'autres mouettes



Carte 14 : Observations des autres mouettes sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

Expertises aériennes visuelles (2023)



Carte 15 : Observations des autres mouettes sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction

3.3.1.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Mouette mélanocéphale

La phénologie de présence de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie est similaire entre l'état initial et l'état de référence. En effet, l'espèce est observée principalement en période de migration pré (février) et postnuptiale (octobre-décembre). Les densités observées durant les pics de présence de l'espèce sont toutefois deux fois supérieures durant l'état de référence.

En ce qui concerne la répartition géographique des observations, aucune zone de plus forte présence ne ressort entre l'état initial et l'état de référence. La bande côtière entre le littoral et la zone de projet semble toutefois fréquentée préférentiellement durant l'automne, aussi bien pendant l'état de référence que l'état initial. Toutefois, de nombreuses observations de Mouettes mélanocéphales sont également réalisées au large. Au printemps et en hiver l'espèce occupe l'ensemble de la zone d'étude mais en été, les observations recueillies durant l'état initial montrent une localisation très côtière, à proximité des colonies de reproduction.

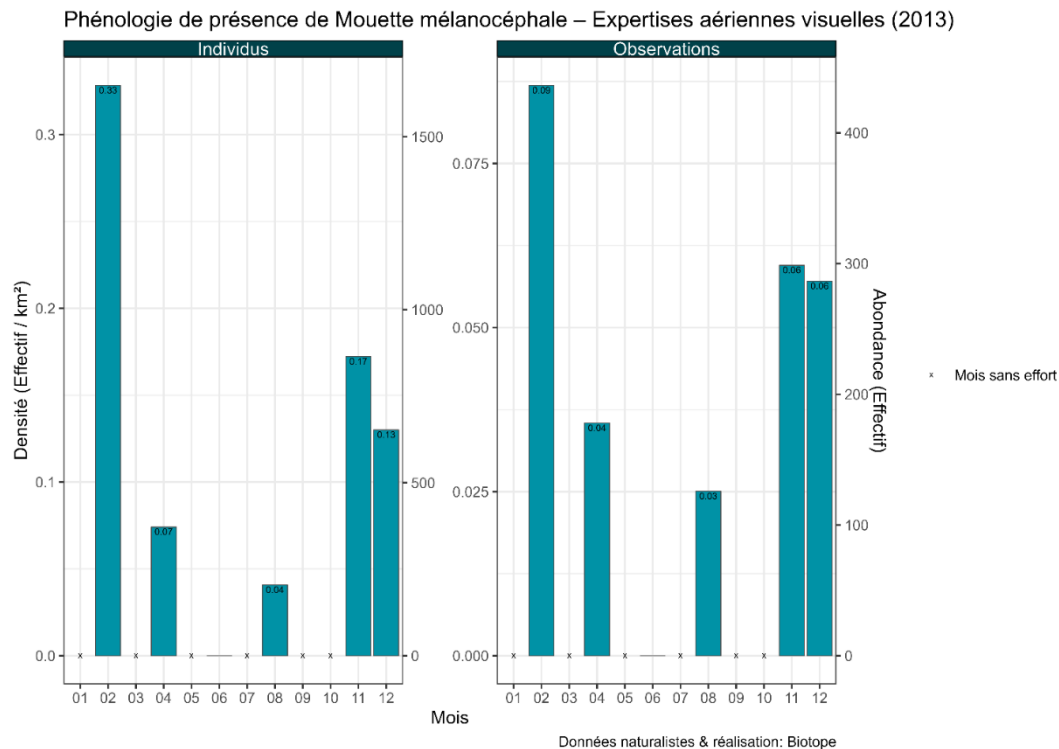
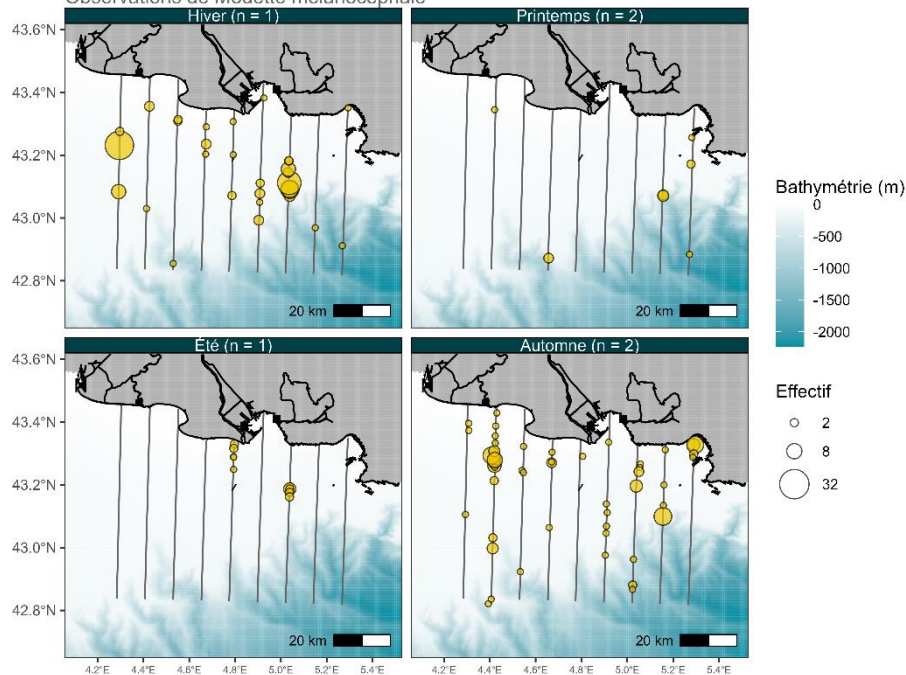


Figure 17 : Histogramme de densité de la Mouette mélanocéphale durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Expertises aériennes visuelles (2013)

Observations de Mouette mélanocéphale



Carte 16 : Observations de la Mouette mélanocéphale durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Mouette pygmée

Comme durant l'état initial, le pic d'observations de la Mouette pygmée a été noté pendant l'état de référence durant la migration pré-nuptiale (mars-avril). La densité calculée était toutefois nettement plus élevée durant l'état initial avec 1.46 individus / km² au mois d'avril contre 0.36 individus / km² en mars pour l'état de référence. L'espèce a toutefois également été notée durant l'hiver (décembre et février) lors de l'état initial.

Concernant la répartition géographique des observations, la présence de la Mouette pygmée au large durant la migration prénuptiale se confirme lors des deux périodes étudiées. Si cette espèce fréquentait le canyon de Marseille durant l'état initial, l'espèce a été observée principalement au nord des canyons du Grand et du Petit Rhône durant l'état de référence. En hiver et en automne de l'état initial, l'espèce avait été notée préférentiellement dans la partie ouest de la zone élargie, depuis le littoral jusqu'à l'extrême sud de la zone étudiée, exploitant donc une large gamme de bathymétrie.

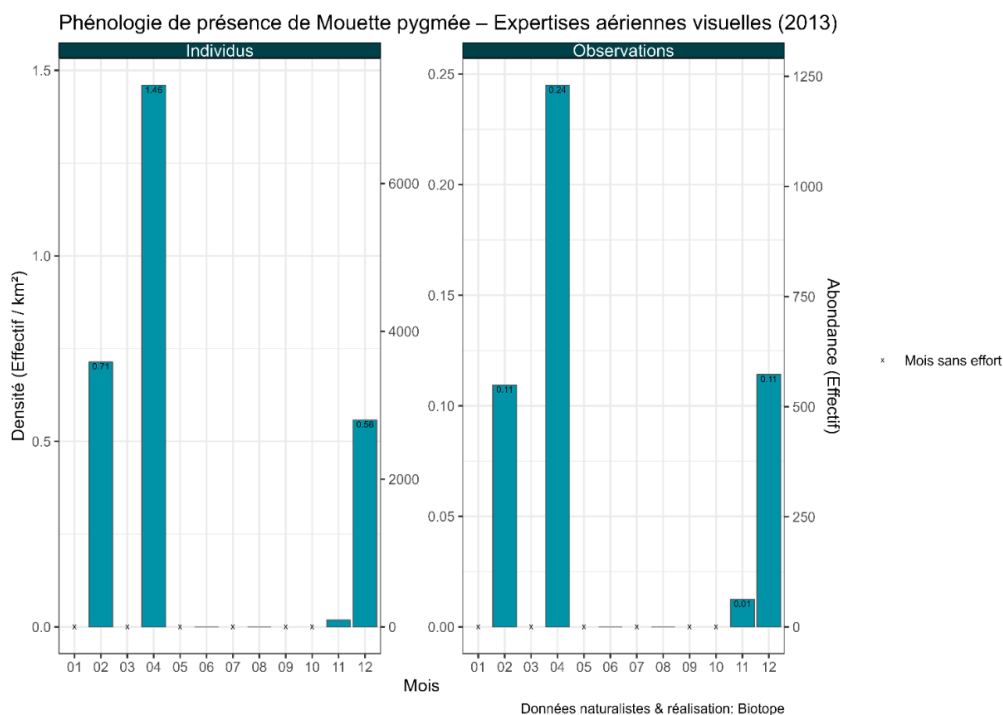
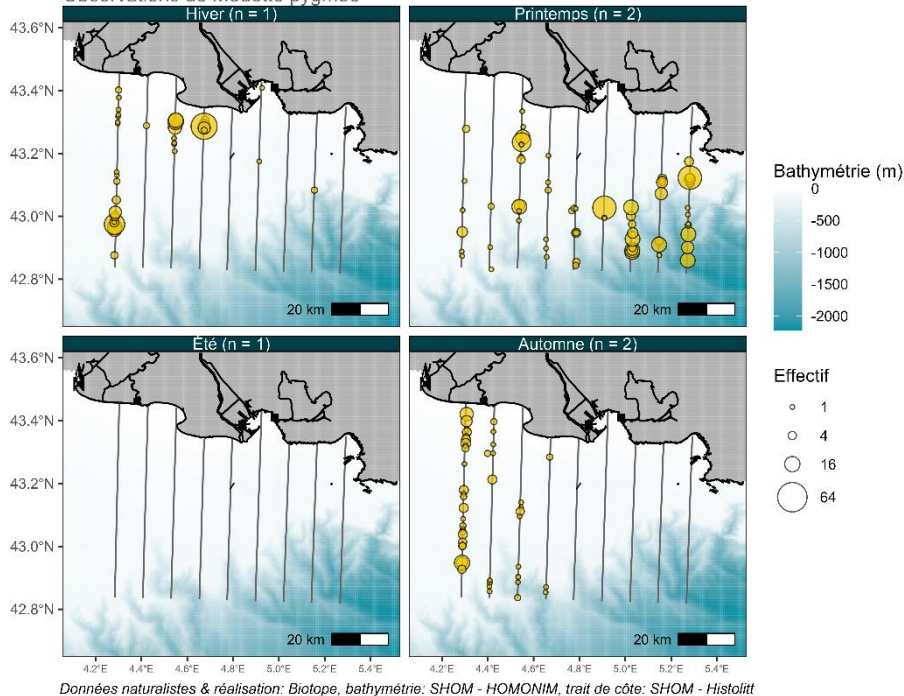


Figure 18 : Histogramme de densité de la Mouette pygmée durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Expertises aériennes visuelles (2013)

Observations de Mouette pygmée



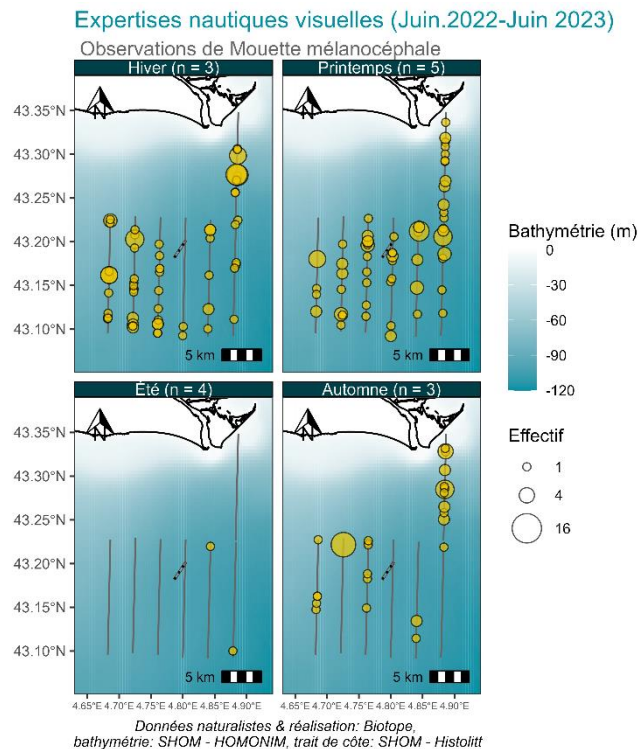
Carte 17 : Observations de la Mouette pygmée durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Durant l'état initial, des observations de Mouette tridactyle ont été recueillies en fin d'hiver et au début du printemps en divers points de la zone étudiée. Ces observations n'ont pas été renouvelées durant l'état de référence. A l'inverse, aucune observation de Mouette rieuse n'a été recueillie durant l'état initial, contrairement à l'état de référence.

3.3.2 Résultats des expertises par bateau

3.3.2.1 Phénologie de présence, estimation d'effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Mouette mélanocéphale



Carte 18 : Observations de Mouette mélanocéphale en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

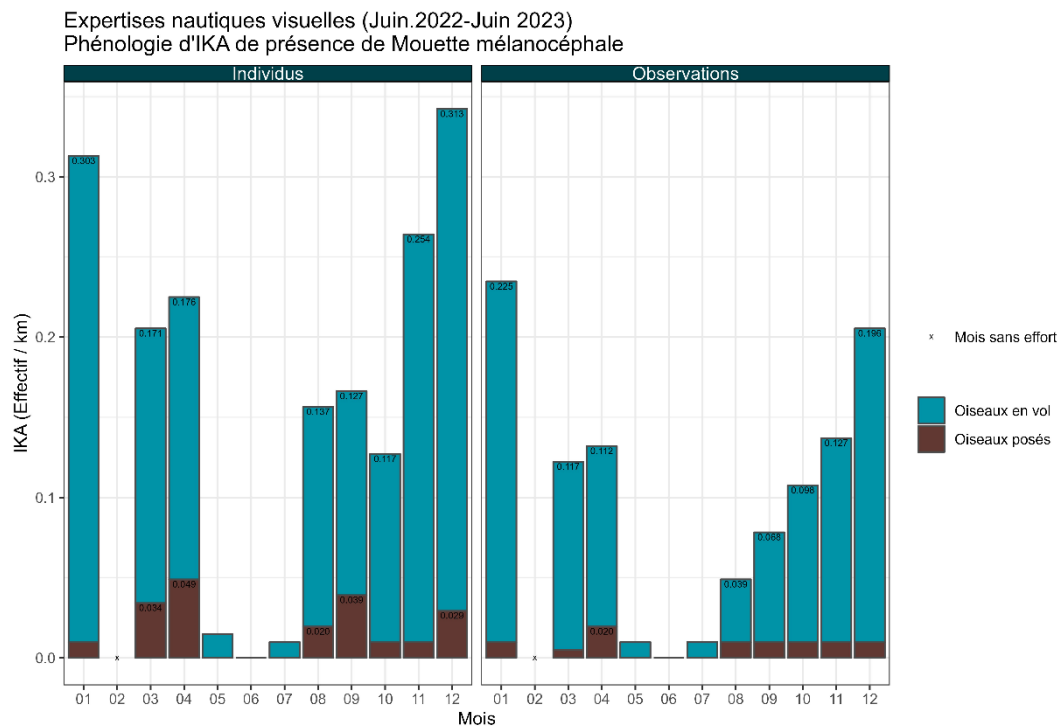


Figure 19 : Phénologie d'IKA de la Mouette mélanocéphale pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023



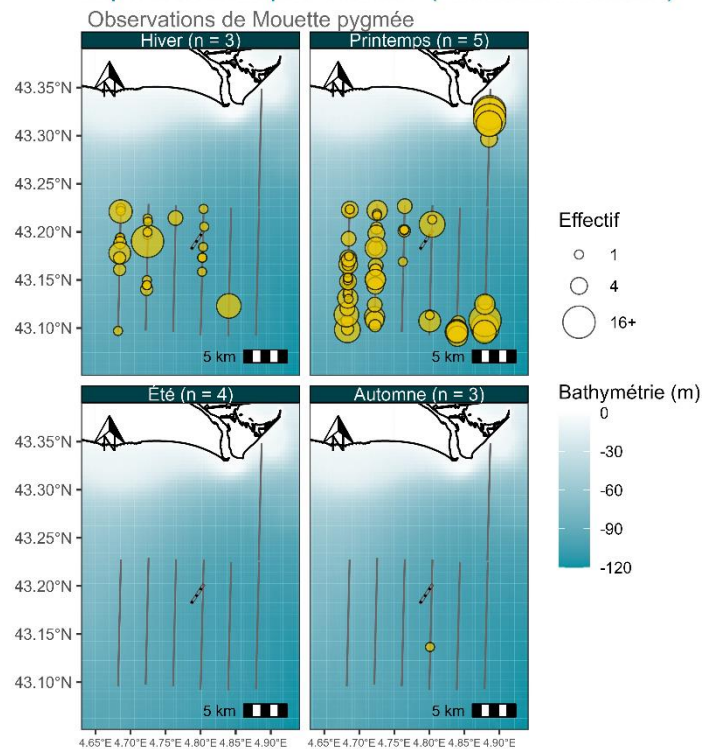
La **Mouette mélanocéphale** est l'espèce la plus fréquemment observée avec un total de 252 individus identifiés tout au long de l'année de suivi. Cette espèce est principalement présente dans l'aire d'étude durant la période internuptiale (max. 0.23 ind./km² en décembre) et est totalement absente des observations en période nuptiale. L'espèce utilise largement l'ensemble de la zone d'étude rapprochée, sans qu'aucune zone de plus forte présence ne se dégage.

Tableau 26 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour la Mouette mélanocéphale - Juin 2022 à Juin 2023

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind. /km ²)
01	Mouette mélanocéphale	0,07 (0-0,47)	0 (0-0,02)	0,08
02	Mouette mélanocéphale			
03	Mouette mélanocéphale	0,05 (0-0,29)	0 (0-0)	0,05
04	Mouette mélanocéphale	0,03 (0-0,47)	0 (0-0,04)	0,07
05	Mouette mélanocéphale	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
06	Mouette mélanocéphale	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
07	Mouette mélanocéphale	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
08	Mouette mélanocéphale	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
09	Mouette mélanocéphale	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
10	Mouette mélanocéphale	0,07 (0-0,24)	0 (0-0)	0,07
11	Mouette mélanocéphale	0,14 (0-0,47)	0 (0-0,02)	0,15
12	Mouette mélanocéphale	0,2 (0-1,41)	0 (0-0,05)	0,24

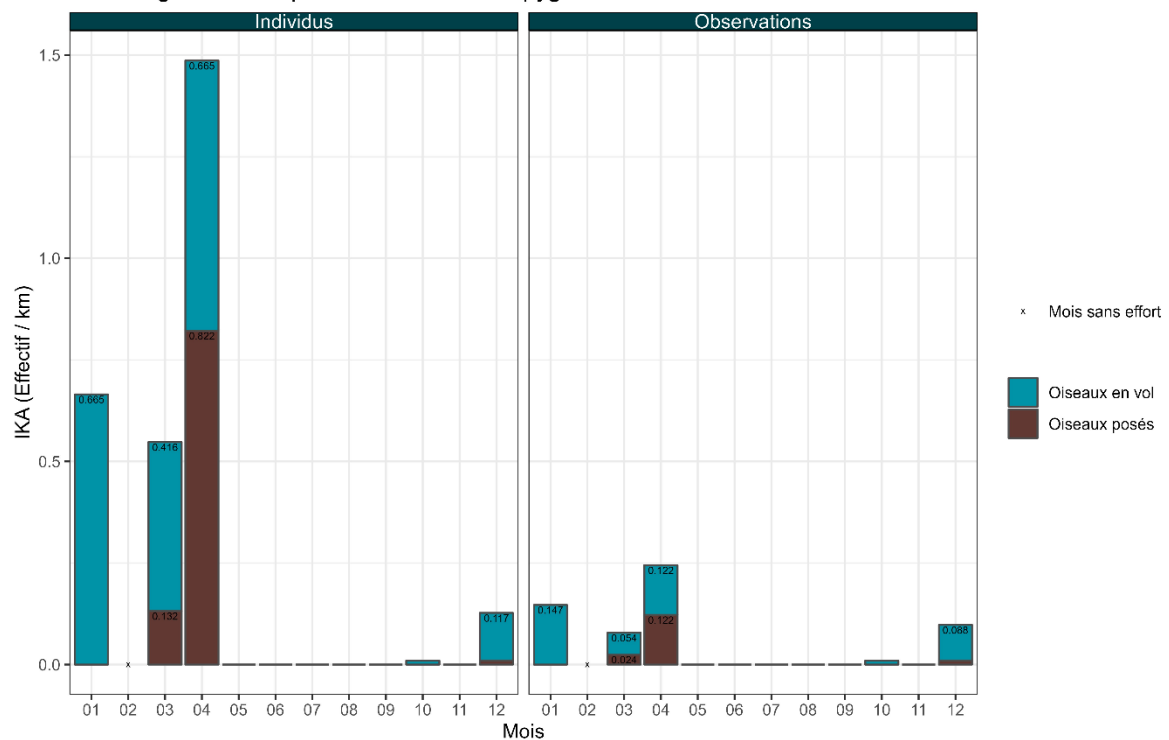
Mouette pygmée

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



Carte 19 : Observations de Mouette pygmée en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) Phénologie d'IKA de présence de Mouette pygmée



Données naturalistes & réalisation: Biotope

Figure 20 : Phénologie d'IKA de la Mouette pygmée pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Tableau 27 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour la Mouette pygmée - Juin 2022 à Juin 2023

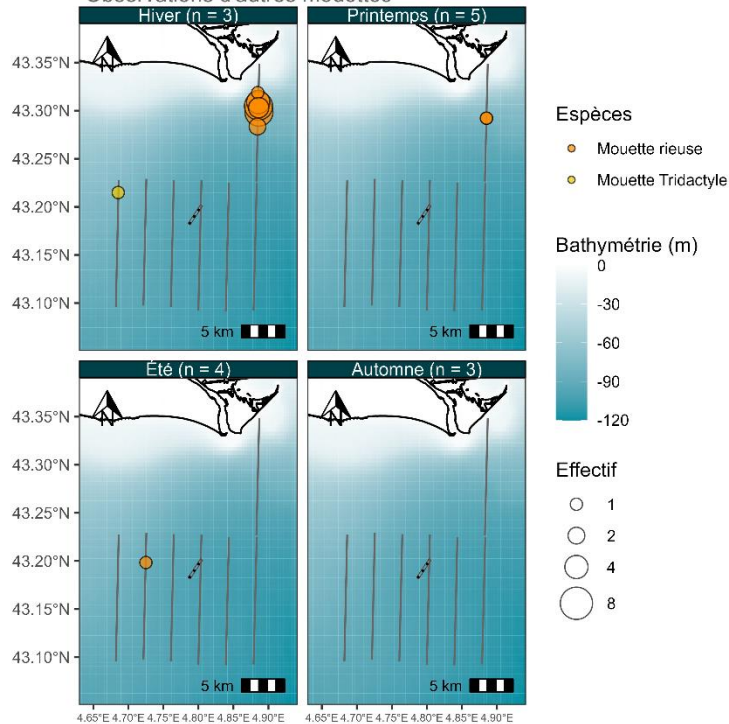
Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind./km²)
01	Mouette pygmée	0,03 (0-0,24)	0 (0-0)	0,03
02	Mouette pygmée			
03	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0,14)	0,14
04	Mouette pygmée	0,15 (0-1,89)	0 (0-1,21)	1,37
05	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
06	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
07	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
08	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
09	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
10	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
11	Mouette pygmée	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Mouette pygmée	0,03 (0-0,24)	0 (0-0,02)	0,05

La **Mouette pygmée** est la deuxième espèce de mouette la plus fréquemment observée avec 509 individus identifiés principalement durant la migration prénuptiale. Un très net pic de présence est noté en avril pour cette espèce avec une densité calculée de 3.3 ind. / km². La Mouette pygmée utilise l'ensemble de la zone d'étude rapprochée mais une zone de forte présence se dégage au niveau de l'embouchure du Rhône au printemps.

Autres mouettes (*M. rieuse* et *M. tridactyle*)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)

Observations d'autres mouettes



Carte 20 : Observations des autres mouettes en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)

Phénologie d'IKA de présence d'Autres mouettes

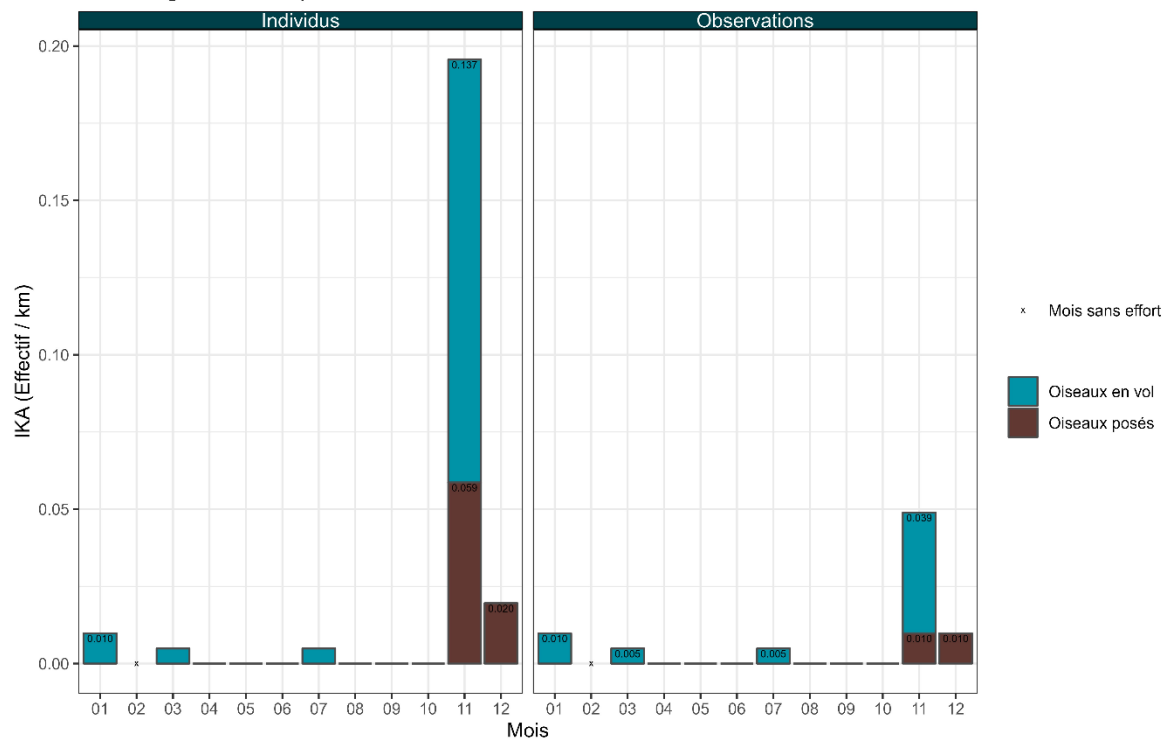


Figure 21 : Phénologie d'IKA pour les autres espèces de mouettes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

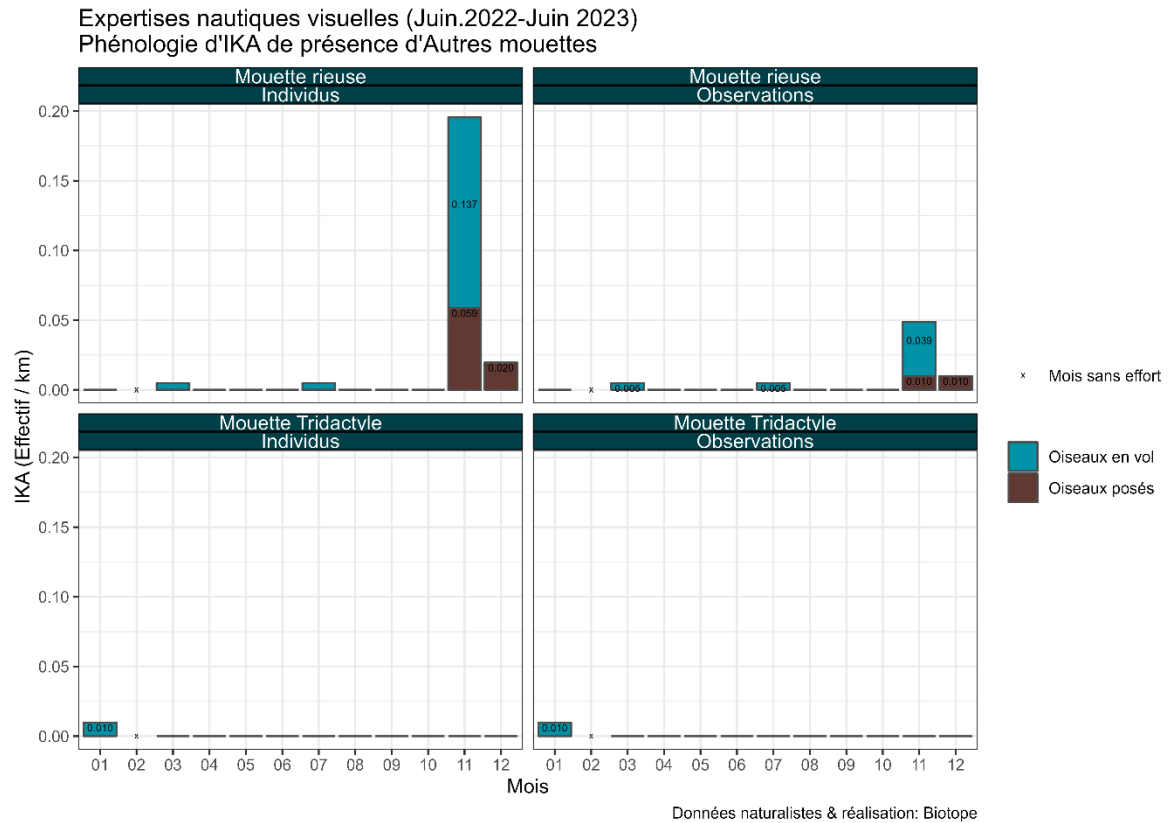


Figure 22 : Phénologie d'IKA pour les autres espèces de mouettes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

La **Mouette rieuse** a été observée principalement sur la bordure côtière de la zone d'étude, notamment à l'embouchure du Rhône. Les densités calculées sont très faibles (seulement 28 individus observés au total sur l'année). L'espèce a été notée majoritairement en automne et en hiver.

La **Mouette tridactyle** a fait l'objet d'une seule observation : 1 individu le 06/01/23 en limite nord-ouest de la zone d'étude rapprochée.



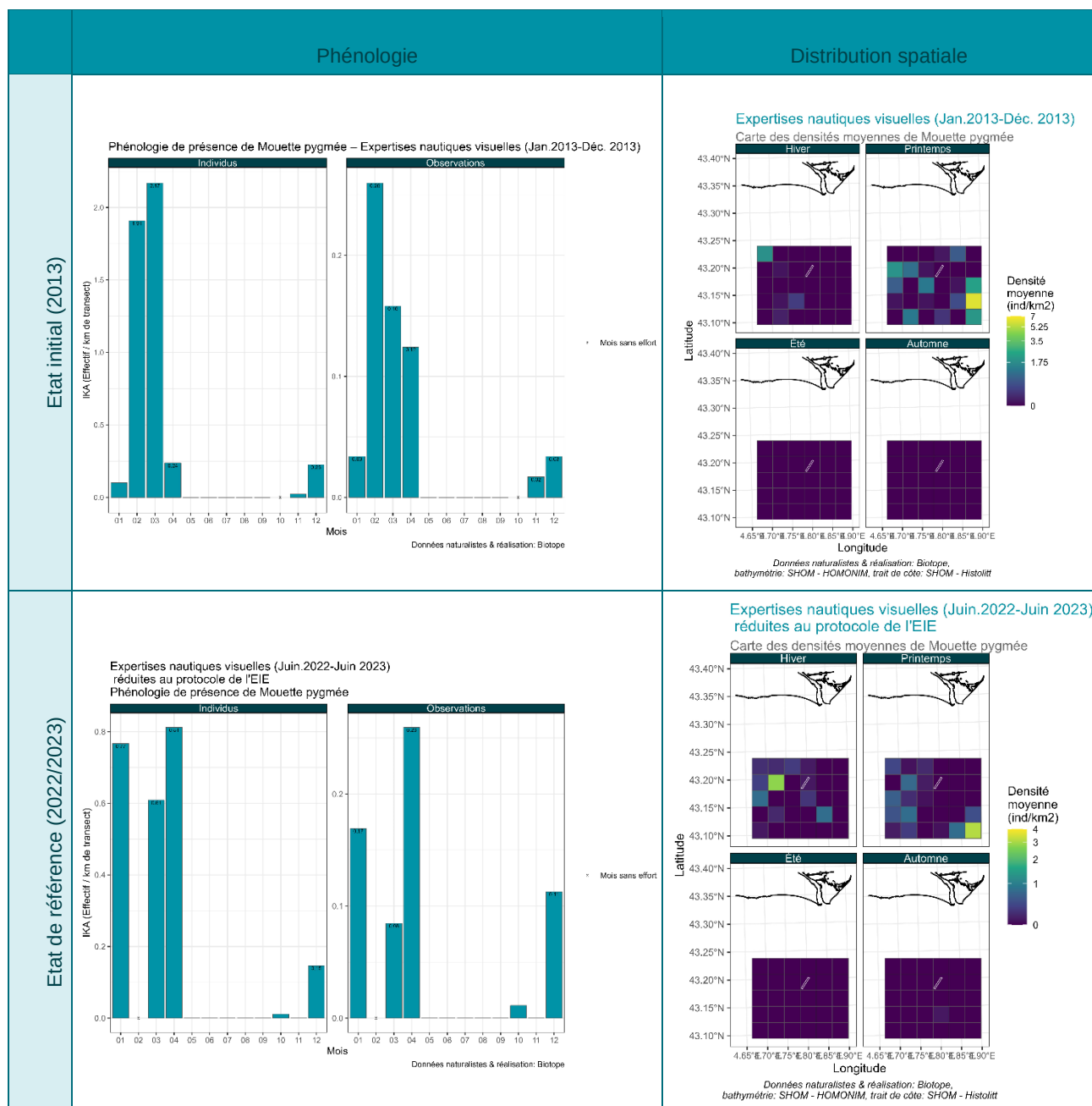
3.3.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 28. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Mouette mélanocéphale selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat initial (2013)	Phénologie de présence de Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 201) Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Carte des densités moyennes de Mouette mélanocéphale Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - HistoIitt
Etat de référence (2022/2023)	Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) réduites au protocole de l'EIE Phénologie de présence de Mouette mélanocéphale Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) réduites au protocole de l'EIE Carte des densités moyennes de Mouette mélanocéphale Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - HistoIitt

La phénologie de présence de la Mouette mélanocéphale est similaire durant les deux périodes étudiées, avec une présence plus importante période intermuptiale. Les densités maximales sont toutefois nettement plus élevées durant l'état initial (en fin d'hiver notamment) avec un pic de présence à 0.78 ind. / km de transect en février. Aucun secteur de plus forte présence ne ressort, l'ensemble de la zone d'étude rapprochée étant utilisée, notamment en hiver et au printemps.

Tableau 29. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Mouette pygmée selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)



Quelle que soit la période étudiée, le pic de présence de la Mouette pygmée sur la zone d'étude rapprochée est détecté en fin d'hiver/début de printemps, entre janvier et avril. Les densités calculées maximales étaient très nettement supérieures durant l'état initial avec jusqu'à 2.17 ind. / km de transect en avril 2013. L'ensemble de la zone d'étude rapprochée est utilisée en hiver et au printemps, même si le quart sud-est ressort comme une zone de présence préférentielle au printemps lors de l'état initial et de l'état de référence.

Les autres espèces de mouettes sont plus rares à l'échelle de la zone d'étude rapprochée.

3.3.3 Analyse des comportements

3.3.3.1 Comportement de recherche alimentaire

Tableau 30. Proportion d'individus de mouettes (par espèce) posé et en vol.

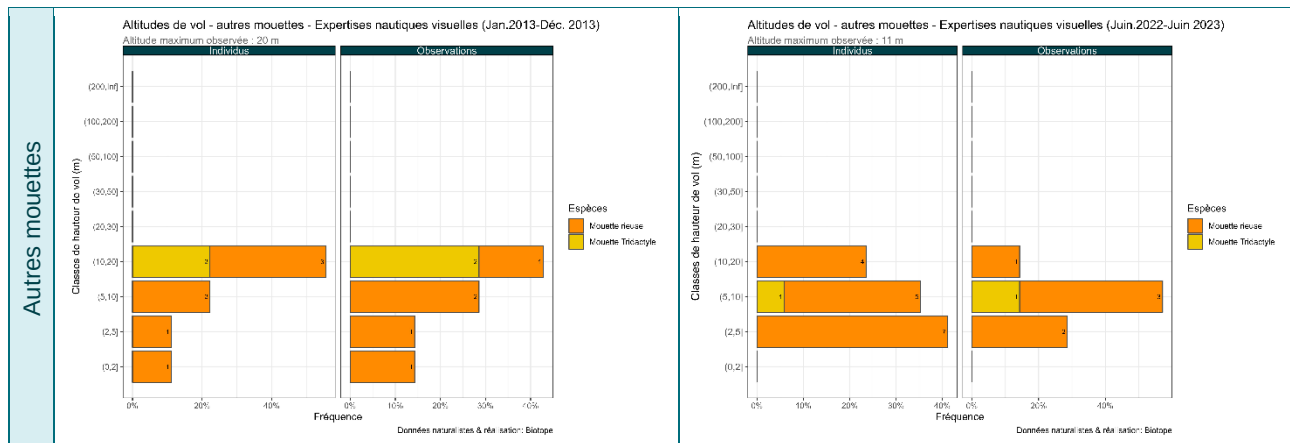
Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)				Phase de construction (octobre 2023)	
	Posé		En vol		Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Mouette mélanocéphale	13,5%	13,6%	86,4%	84,1%	18,2%	6,7%	81,8%	93,3%	6,7%	93,3%
Mouette pygmée	20%	31,6%	80%	68,4%	9,5%	32,2%	90,5%	67,8%	-	-
Autres mouettes	9,5%	0%	90,5%	100%	14,3%	0%	87,5%	100%	0%	100%

Les mouettes sont majoritairement observées en vol, cependant, une bonne proportion de Mouettes pygmées sont observées posées (un peu moins d'un tiers).

3.3.3.2 Analyse des hauteurs de vol

Tableau 31. Hauteurs de vol des mouettes lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).





Les laridés sont des espèces qui présentent une forte diversité dans leurs habitudes et altitudes de vol. Les différentes espèces présentes sur le site volent parfois à des altitudes à risque comme le montrent les graphiques précédents. Le même pattern de distribution des hauteurs de vol a été observé avec les données issues de l'état initial de 2013.

La **Mouette pygmée** migre en alternant des phases de déplacement actif et des phases d'alimentation. Elle utilise une large gamme d'altitude de vol, de la surface de l'eau à près de 100 m dans certains cas. Elle a cependant été principalement observée à moins de 20 m d'altitude (environ 98% lors de l'état de référence et près de 90% lors de l'état initial).

La **Mouette mélanocéphale** utilise une large gamme d'altitude de vol, cependant, 95% des oiseaux observés durant l'état initial l'ont été à moins de 30 m d'altitude.

L'ensemble des **Mouettes rieuses** et **tridactyles** observées au cours des deux périodes d'études ont été notées à moins de 20 m d'altitude.

3.3.4 Synthèse

La Mouette mélanocéphale fréquente l'ensemble de la zone d'étude élargie exclusivement en période internuptiale, principalement en automne et en hiver.

La Mouette pygmée est présente en nombre au large en fin d'hiver/début de printemps, durant la migration prénuptiale, cependant, la zone d'étude rapprochée est également fréquentée de manière importante lors du pic de passage de l'espèce. Les densités calculées peuvent être ponctuellement importantes lors des pics migratoires.

Les autres mouettes sont plus rares et occasionnelles à l'échelle de la zone d'étude élargie cependant, la Mouette rieuse et la Mouette tridactyle y ont été observées.

3.4 Sternidés – Synthèse des données de 2013 et 2022/2023

3.4.1 Données générales

3.4.1.1 Zoom sur les données bibliographiques

Sterne caugek



En période de reproduction

La Sterne caugek est une espèce largement répandue à l'échelle mondiale. La population européenne niche sur les côtes du continent jusqu'à la mer Caspienne, et, hiverne principalement le long des côtes africaines.

La population européenne est estimée à 80 000 / 150 000 couples, dont environ 10 000 couples en France. La population méditerranéenne s'élève à environ 2269-2881 couple en 2021 (GISOM) et 2488 couples en 2022 avec seulement 300 couples pour le département des Bouches du Rhône en 2021. L'effectif 2021 dans l'Hérault s'élevait à plus de 2000 couples nicheurs représentant une large part de la population de la façade méditerranéenne. (Programme LARIMED, 2021)

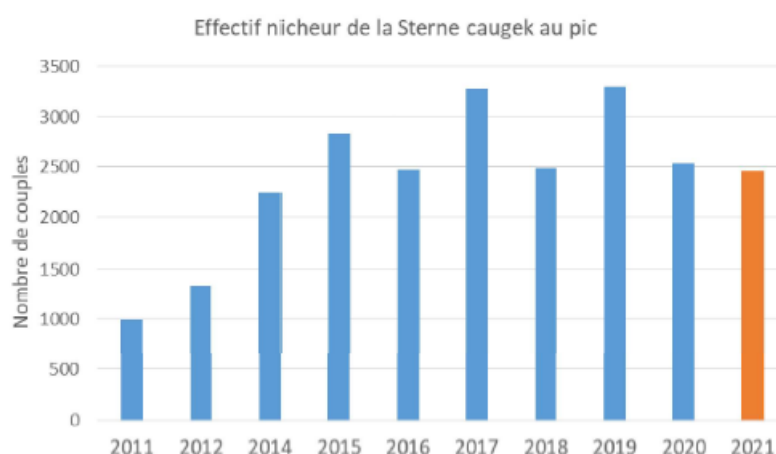


Illustration 14 : Effectifs nicheurs de Sterne caugek en méditerranée (Programme LARIMED, 2021)

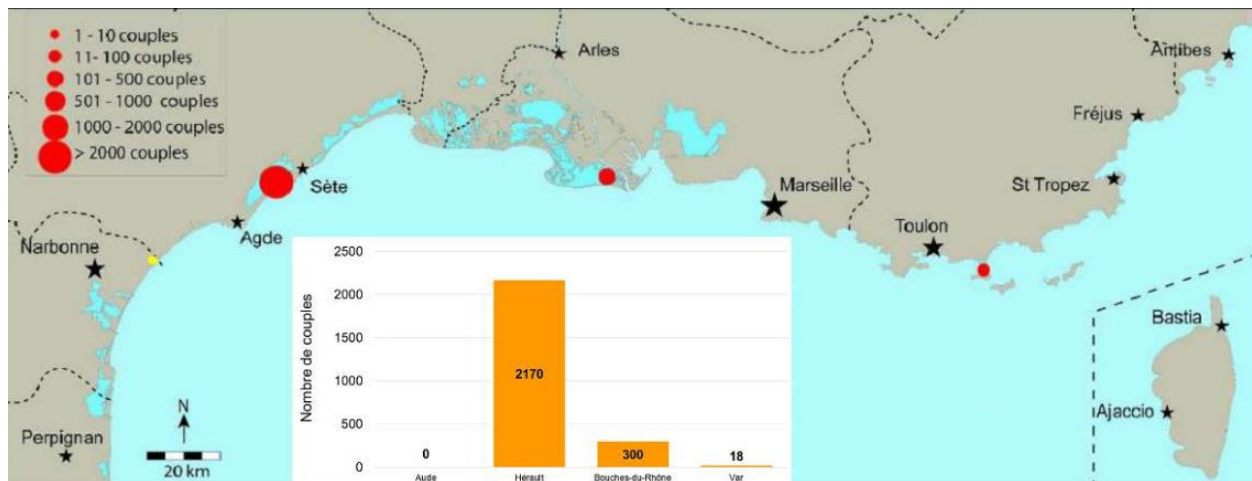


Illustration 15 : Localisation des colonies de reproduction de la Sterne caugek sur le littoral méditerranéen (Programme LARIMED, 2023)

En période internuptiale

L'espèce hiverne en France sur la façade manche et atlantique et dans une moindre mesure en Méditerranée. En France, le dernier comptage hivernal dénombre 646 individus en moyenne en 2011/2012 (Dubois et al, 2013). Les hivernants de la façade méditerranéenne sont essentiellement composés d'oiseaux issus des colonies de mer Noire.

En période postnuptiale, plusieurs milliers d'individus sont régulièrement observés en bord de mer et sur les reposoirs des lagunes côtières.

Sterne pierregarin



En période de reproduction

La Sterne pierregarin est répandue sur tous les continents, nichant en Europe, Asie et Amérique et hivernant dans l'hémisphère sud.

La population européenne est estimée à 30 000 à 70 000 couples, dont environ 5600-7800 couples en France (2009-2011). Le nombre de couples nicheurs en Méditerranée s'élevait à 2412 couples en 2021 pour 76 colonies (Programme LARIMED, 2021).

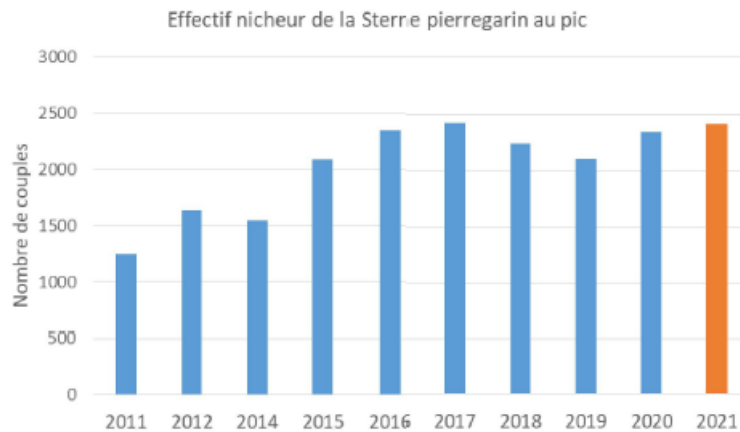


Illustration 16 : Effectifs nicheurs de Sterne pierregarin en Méditerranée (Programme LARIMED, 2021)

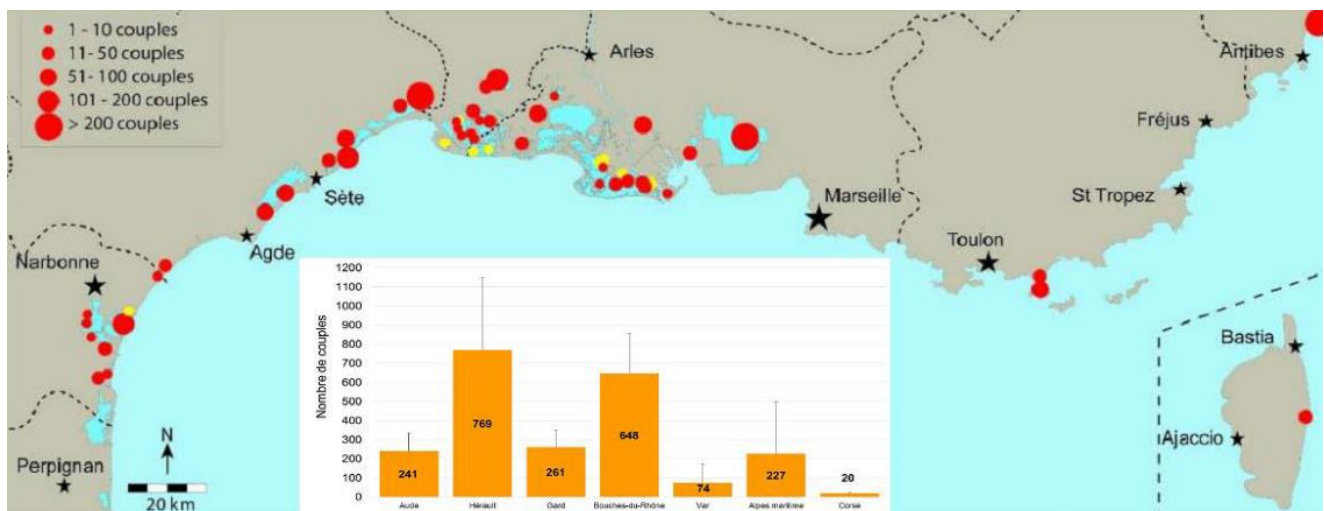


Illustration 17 : Localisation des colonies de reproduction de la Sterne pierregarin sur le littoral méditerranéen (Programme LARIMED, 2018)

Les étangs jouent un rôle important dans la préservation de l'espèce pour ses colonies de reproduction. La partie marine face au site de reproduction est cruciale pour l'alimentation de l'espèce en période de reproduction. La distribution en mer est intimement liée aux secteurs de nidification.

En période internuptiale

L'espèce est migratrice, les populations européennes hivernant principalement sur le littoral de l'Afrique occidentale, du Sénégal à l'Afrique du Sud. Quelques individus sont parfois observés à la mauvaise saison dans le sud du pays (Landes, littoral languedocien, Camargue).

Sterne naine





En période de reproduction

La Sterne naine est, comme la Sterne pierregarin, une espèce migratrice stricte. La Sterne naine arrive sur ses sites de reproduction assez tardivement de mi-avril à mi-mai. Les départs de la colonie s'effectuent dès la fin de juillet et s'étalent jusqu'en septembre.

Au cours de la période de nidification, les oiseaux côtiers fréquentent principalement les plages tranquilles, les zones portuaires, les lagunes côtières, les marais salants, secondairement les îles sablonneuses. En Méditerranée, elles fréquentent les plages, les dunes ainsi que les arrières-dunes et les îlots des lagunes et des salins.

La nidification sur les plages de la Sterne naine reste anecdotique, malgré des tentatives chaque année, en raison de leur surfréquentation. Elle est alors fortement inféodée aux digues et îlots des salins où elle niche de façon dispersée le plus souvent en petites colonies. En 2010, les effectifs méditerranéens se situaient entre 500 et 1000 couples (soit 45% de la population nationale) majoritairement en Occitanie. Les derniers comptages relevaient 1088 couples pour 34 colonies en 2021 (Programme LARIMED, 2021).

En période internuptiale

L'espèce a tendance à s'installer tout de suite sur ses secteurs de reproduction et la migration n'est quasiment pas perçue que ce soit en mer ou depuis la terre. En migration, les oiseaux suivent le littoral espagnol puis marocain pour rejoindre leurs quartiers d'hiver situés du Sénégal au Cameroun.

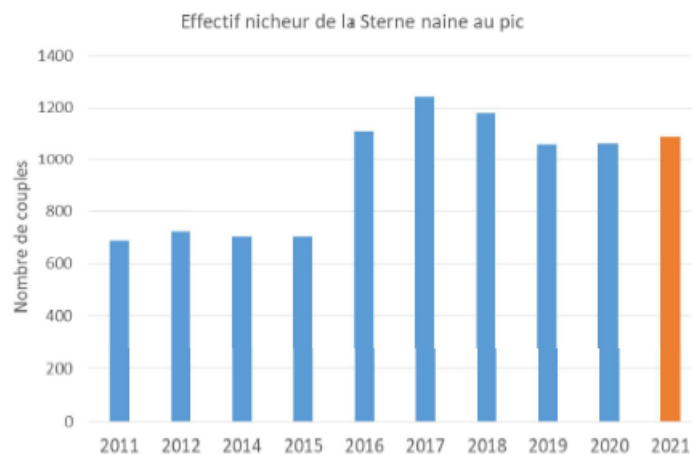


Illustration 18 : Effectifs nicheurs de Sterne naine en Méditerranée (Programme LARIMED, 2021)

D'après la bibliographie disponible, il est considéré que l'espèce n'utilise que le trait de côte et les zones de très faible profondeur (< 10 mètres) pour pêcher. Pour se nourrir, l'espèce reste sur le front de mer et ne va pas très loin au large (maximum 5 km au droit des colonies). Elle se nourrit essentiellement sur les lagunes et les zones côtières peu profondes qui jouent un rôle pour la croissance des alevins.

Guifette noire



La Guifette noire est, comme la Sterne pierregarin, une espèce migratrice stricte. Les populations européennes sont strictement pélagiques en hiver et fréquentent les eaux au large de la Mauritanie à la Namibie. La migration prénuptiale



débute autour du 10 avril et se termine à la fin juin ; la migration postnuptiale débute dans la troisième décennie de juillet et se termine à la mi-octobre (Bousquet et Trouillas, 2022).

L'espèce ne niche pas sur le littoral méditerranéen puisque la totalité de la population reproductrice française se concentre sur les grands marais intérieurs que sont le lac de Grand-Lieu, la Grande Brière, le marais poitevin, le marais de Rochefort et les étangs de la Brenne et de la Sologne (Caupenne, 2015).

3.4.1.2 Zoom sur les données de PGL

4 espèces de Sternidés ont été observées en 2013 et sur la période 2022/2023 :

- La Sterne caugek ;
- La Sterne pierregarin ;
- La Sterne naine ;
- La Guifette noire.

Le tableau suivant résume la phénologie des différentes espèces de sternes rencontrées lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

Espèces	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Sterne caugek	4 saisons	Août	4 saisons	Juillet/ août
Sterne pierregarin	Printemps/été (et septembre)	Septembre	Printemps/été	Juillet
Guifette noire	Eté	Juillet	Printemps/ été	Mai et août

Tableau 32 : Résumé de la phénologie des sternes extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.4.2 Résultats des expertises par avion

3.4.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

La Sterne caugek a été notée uniquement durant les expertises de mars et novembre, avec une densité calculée de 0.3 et 0.4 ind. / km² respectivement.

À l'automne, la Sterne caugek fréquente majoritairement la bande côtière située entre le trait de côte et la limite nord de la zone de projet. Au printemps, la zone fréquentée est plus large, s'étendant au nord d'une ligne reliant l'extrémité nord du canyon du Petit Rhône jusqu'au Cap Couronne.

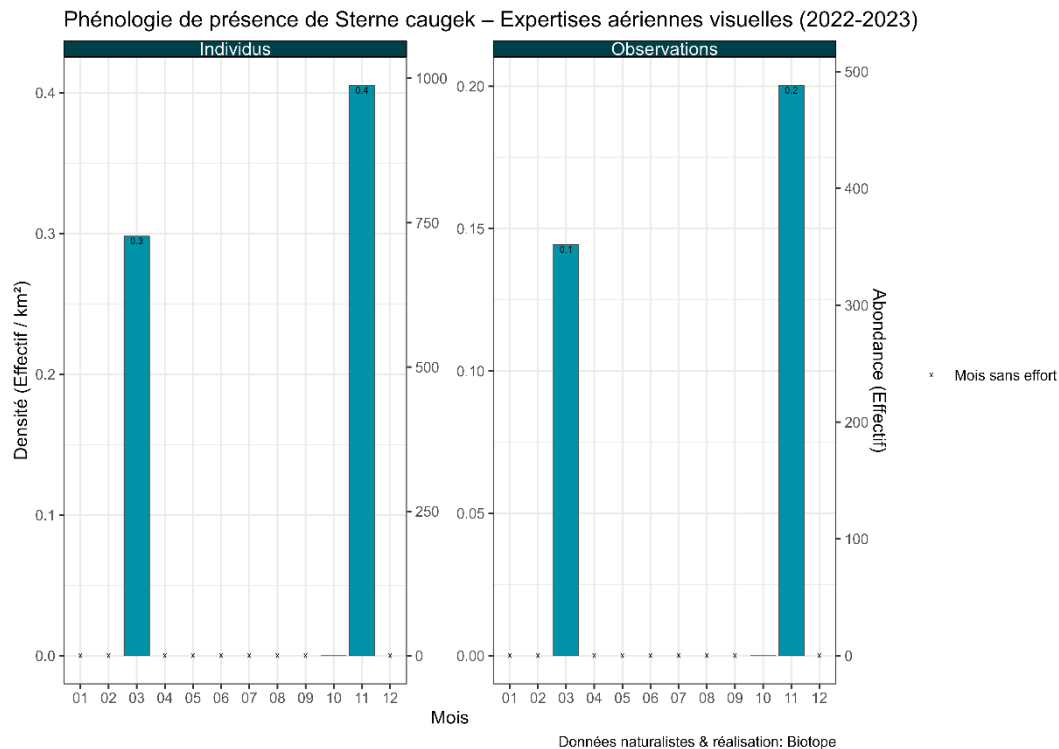
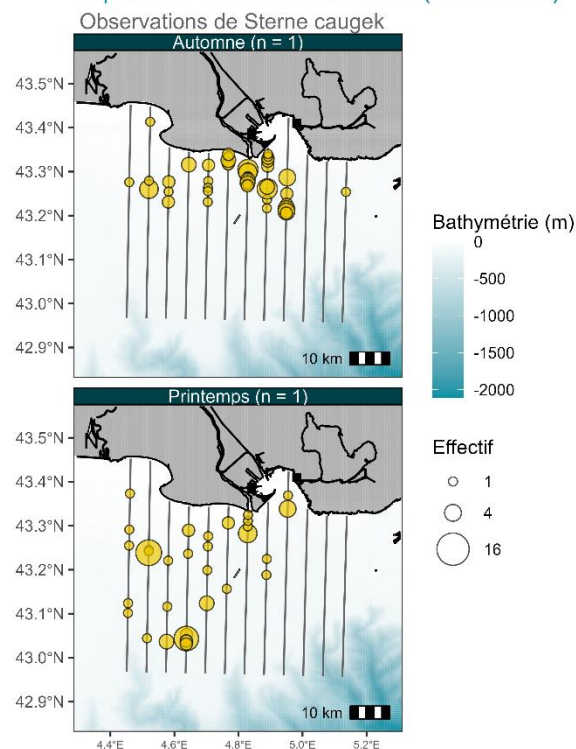


Figure 23 : Histogramme de densité de la Sterne caugek sur l'aire d'étude élargie

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



Carte 21 : Observations de la Sterne caugek sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

Les autres sternes sont plus difficilement identifiées lors des expertises aériennes visuelles, aussi un groupe d'espèces dénommé « sterne indéterminée » a été défini. Celui-ci inclut la Sterne pierregarin, la Sterne arctique et la Sterne caugek. Ce groupe de taxons a été identifié uniquement lors de l'expertise réalisée en phase de construction du mois d'octobre 2023 avec une densité d'individus calculée élevée, de presque 1.2 individus / km². Ces sternes fréquentaient une zone assez restreinte, située à l'ouest et au nord-ouest de la zone de projet.

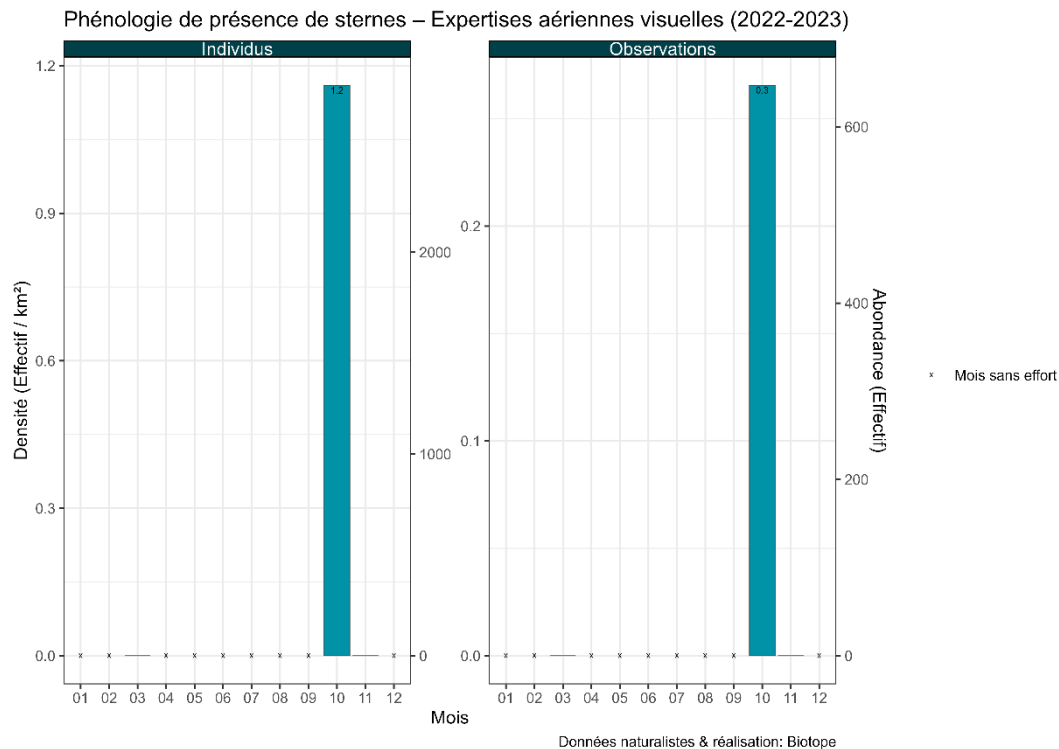
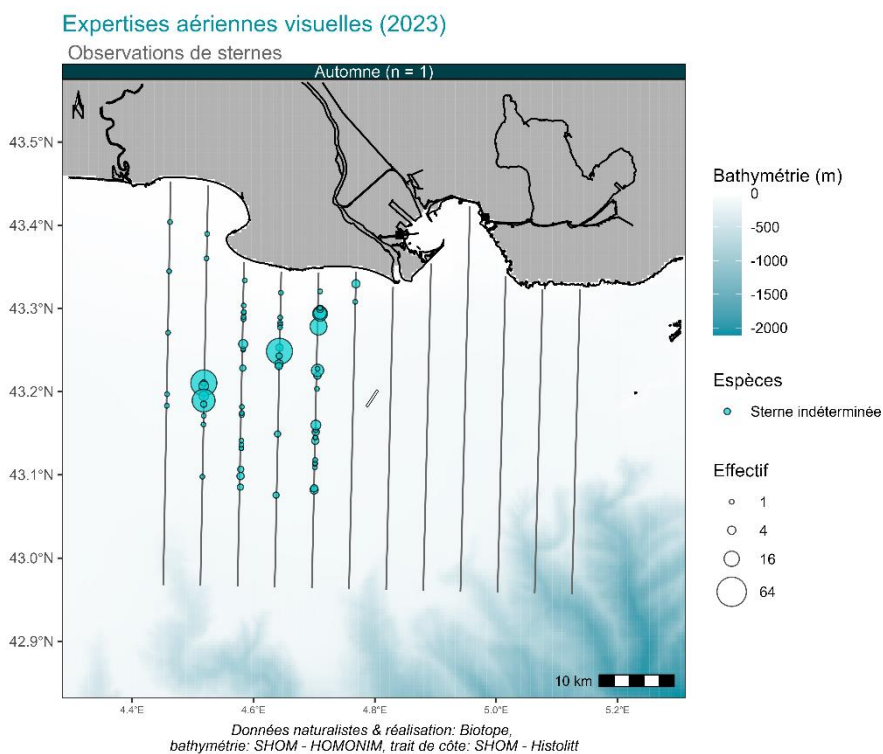


Figure 24 : Histogramme de densité de sternes indéterminées sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)



Carte 22 : Observations de sternes indéterminées sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction

3.4.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

La Sterne caugek peut être observée toute l'année sur la zone d'étude élargie. Les densités maximales obtenues sur les deux périodes étudiées concernent la période de dispersion des familles depuis les colonies de reproduction (0.83 ind. / km² en août durant l'état initial) et l'hivernage (maximum de 0.68 ind. / km² en novembre durant l'état initial). Un pic de présence en mars durant l'état de référence a été noté (0.3 ind. / km²), ce qui peut correspondre au passage migratoire prénuptial de l'espèce.

La répartition géographique des observations est remarquablement similaire entre les deux périodes étudiées. En automne et en hiver, la Sterne caugek fréquente préférentiellement la bande côtière, entre le trait de côte et la limite nord de la zone de projet. Au printemps, les observations sont également plutôt côtières mais la présence d'oiseaux au large (probablement en migration prénuptiale) est notable. Enfin, en été, l'espèce est également plutôt côtière, avec une forte présence au niveau de la zone de projet ou en limite sud de celle-ci.

Phénologie de présence de Sterne caugek – Expertises aériennes visuelles (2013)

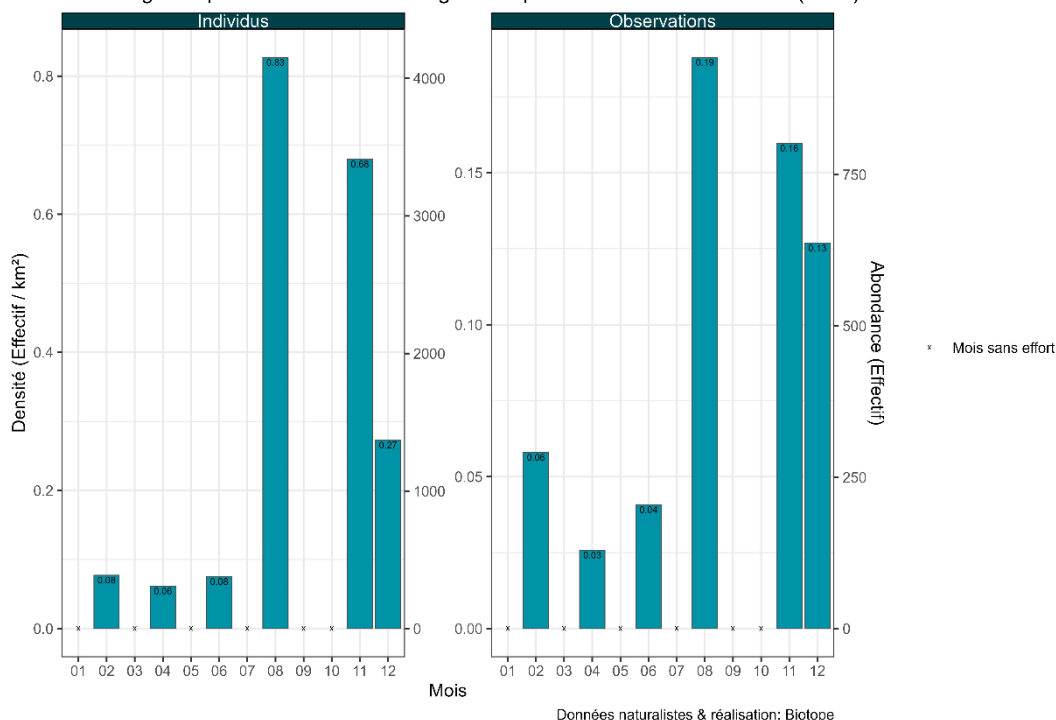
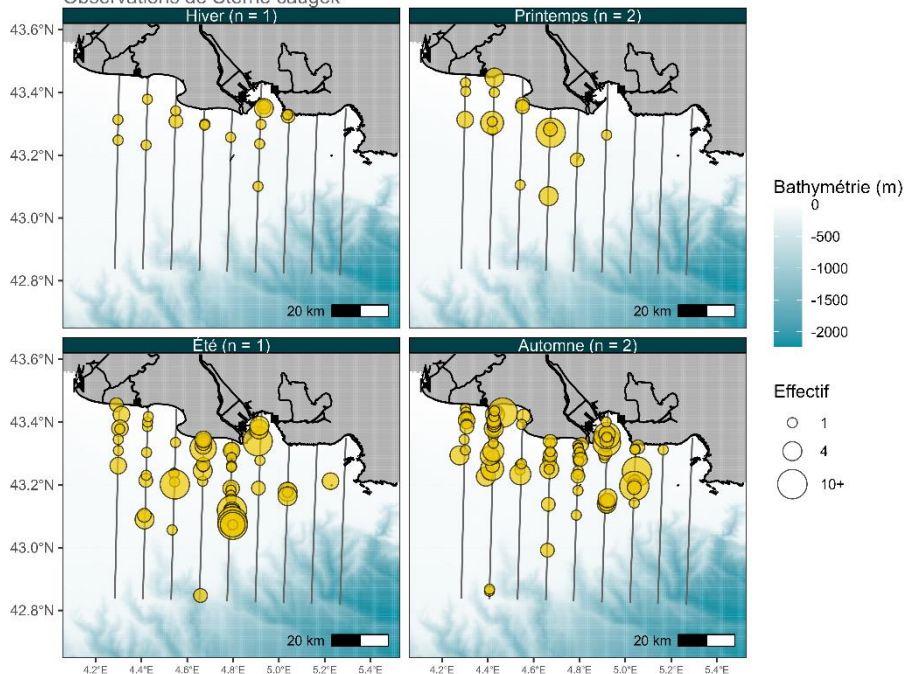


Figure 25 : Histogramme de densité de la Sterne caugek durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Expertises aériennes visuelles (2013)

Observations de Sterne caugek



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

Carte 23 : Observations de la Sterne caugek durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

La Sterne pierregarin et la Guifette noire n'ont pas été identifiées lors des survols réalisés durant l'état de référence. Aucune comparaison avec l'état initial n'est donc possible. Durant l'état initial, la Sterne pierregarin a été identifiée principalement durant le mois d'avril, en pleine période de migration prénuptiale, avec des densités calculées toutefois faibles (0.18 ind. / km²). Celle-ci fréquentait préférentiellement la bande côtière, bien qu'une zone de plus forte présence ait été détectée au

large, au sud-sud-est de la zone de projet. La Guifette noire a été observée au printemps et en été, au sein de la zone de projet ainsi qu'au large, dans des densités très faibles (moins de 0.02 ind. / km²).

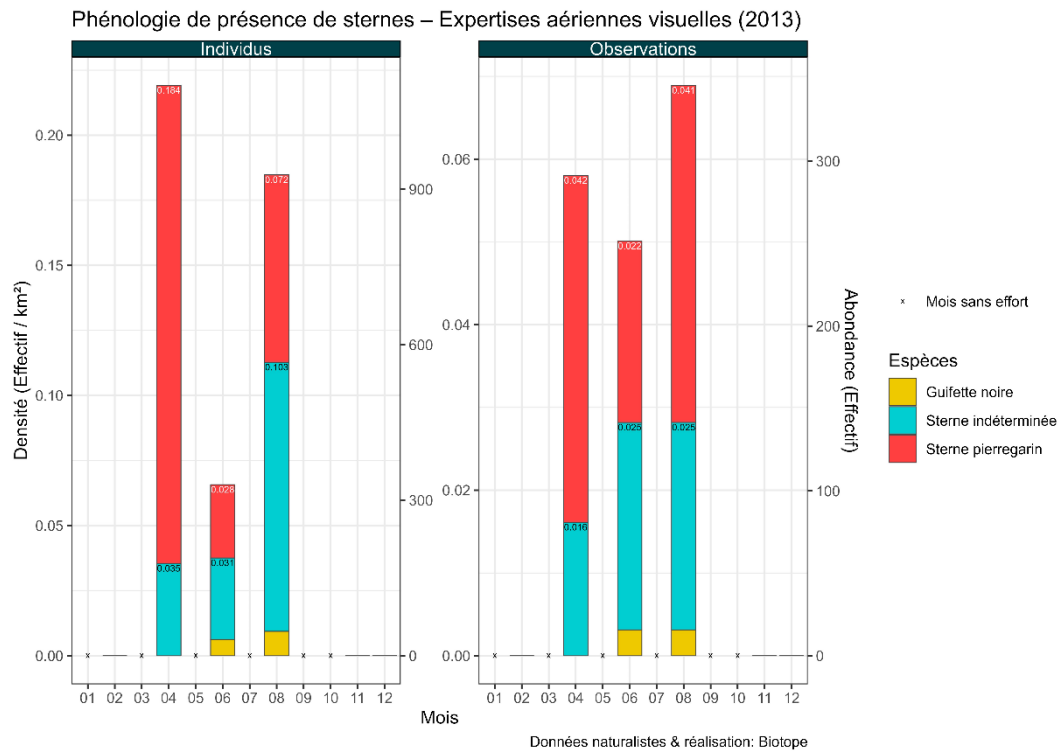
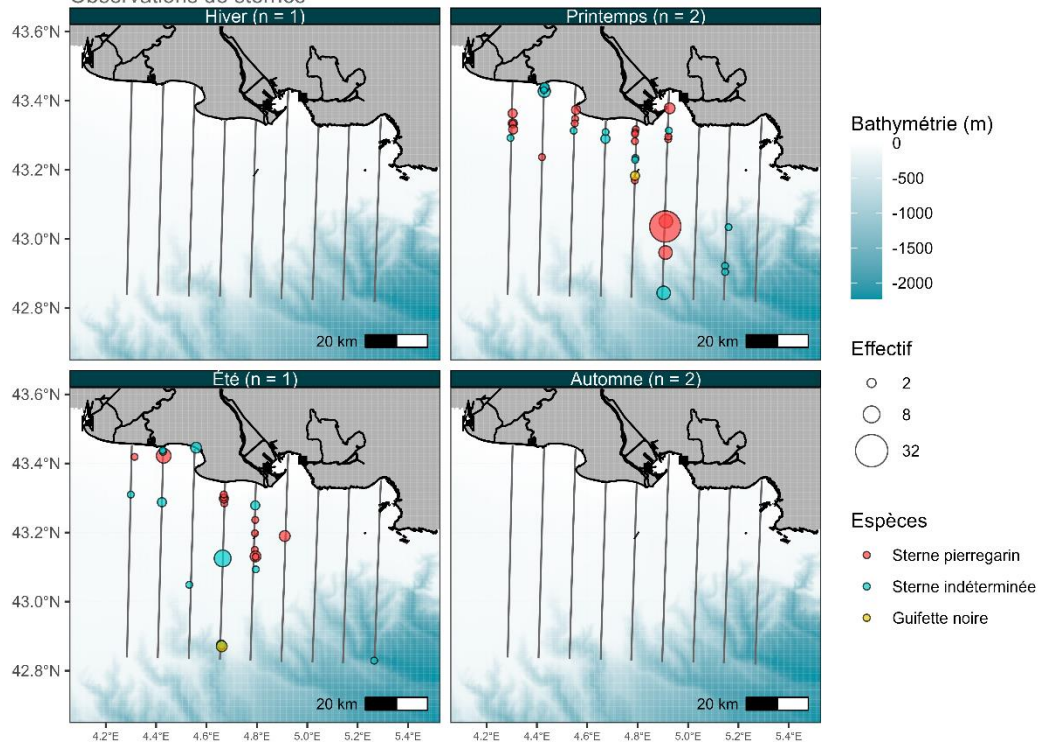


Figure 26 : Histogramme de densité des autres sternes durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Expertises aériennes visuelles (2013)

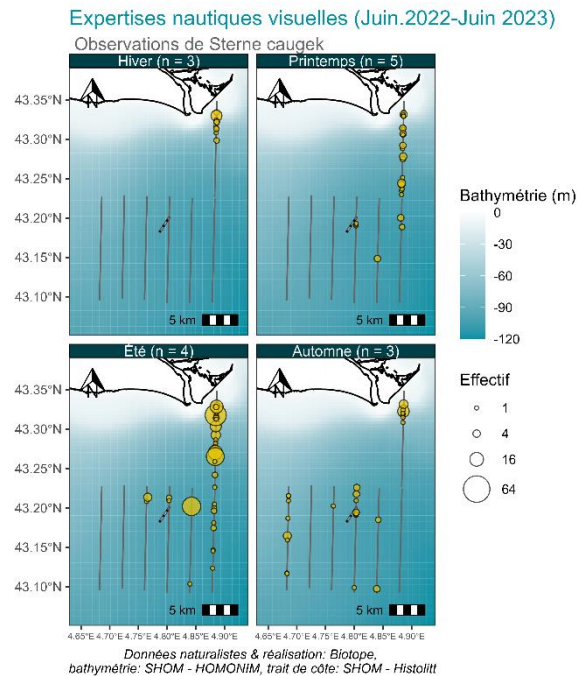
Observations de sternes



Carte 24 : Observations des autres sternes durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

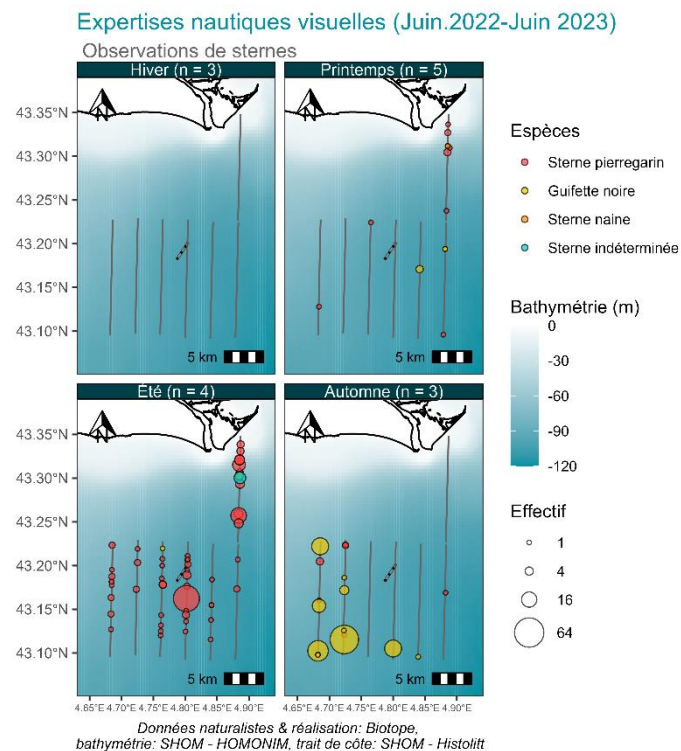
3.4.3 Résultats des expertises par bateau

3.4.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)



Carte 25 : Observations des Sterne caugek en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

À l'exception de l'hiver, période durant laquelle l'espèce est très côtière, la Sterne caugek a été régulièrement observée au sein de la zone de projet tout au long de l'année. La zone la plus côtière du transect le plus oriental rassemble toutefois le plus grand nombre de données, à toute période de l'année, ce qui traduit bien la propension de l'espèce à rester à proximité des côtes.



Carte 26 : Observations des autres sternes en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

La Sterne pierregarin a été observée principalement en été sur la zone d'étude rapprochée. Celle-ci fréquente l'ensemble de la zone étudiée mais la zone de projet constitue un secteur de plus forte fréquentation pour l'espèce.

La Guifette noire a été notée principalement en automne, lors de la migration postnuptiale. A cette période de l'année, l'espèce semble occuper préférentiellement la partie ouest de la zone étudiée.

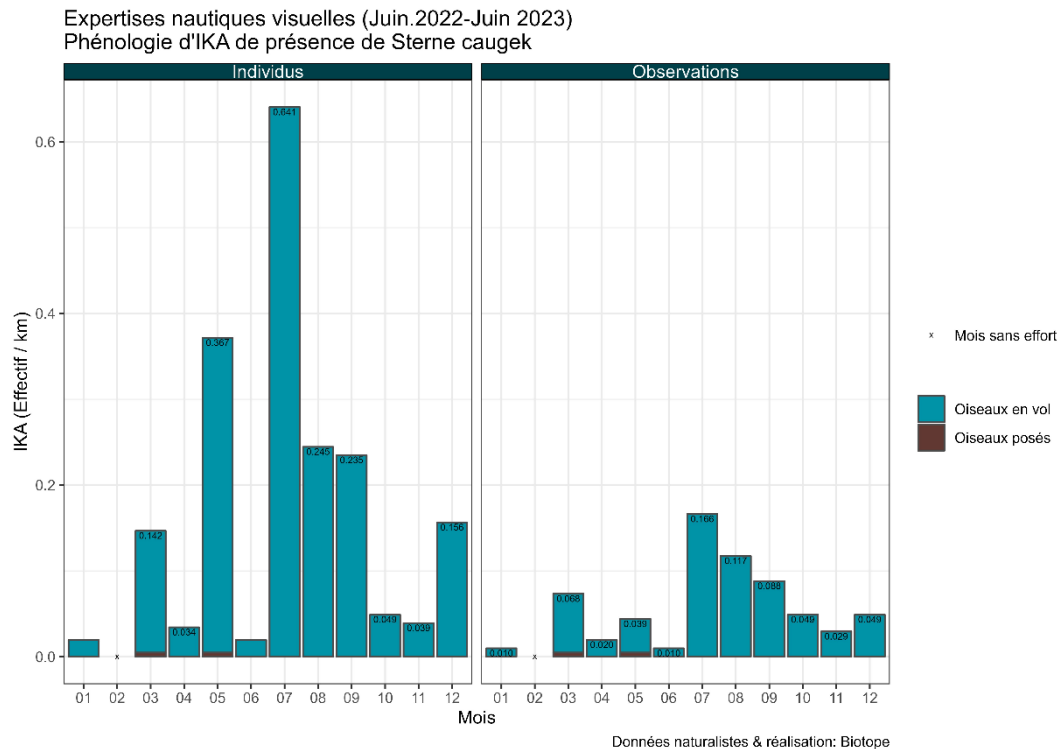


Figure 27 : Phénologie d'IKA de la Sterne caugek pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

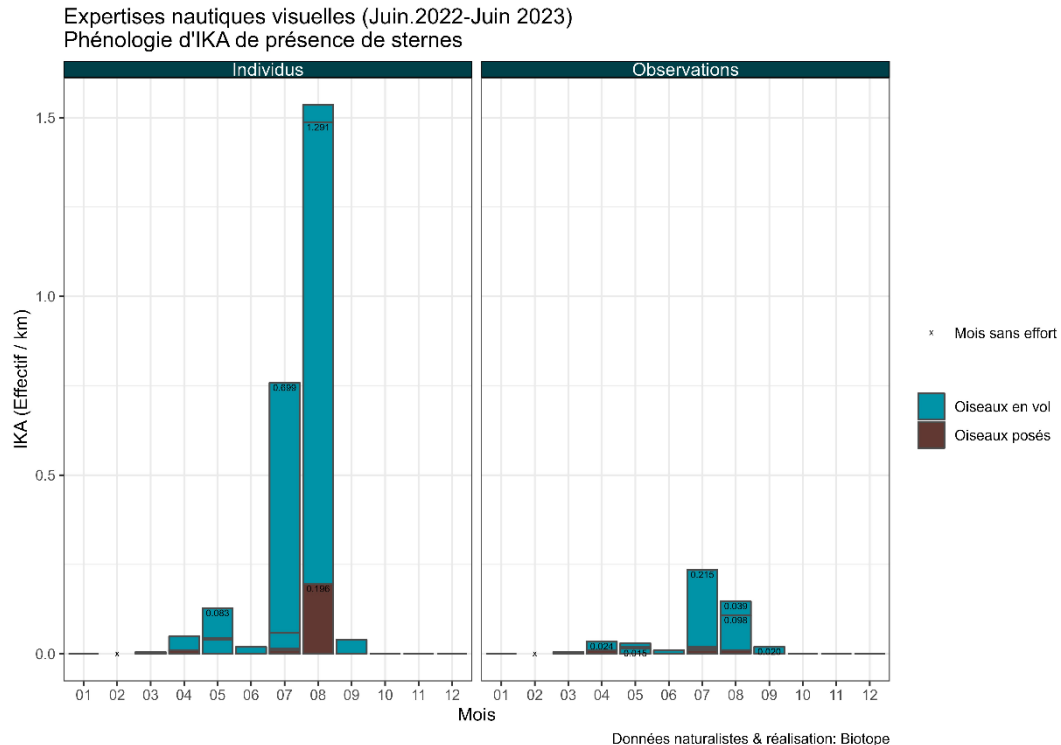


Figure 28 : Phénologie d'IKA des autres espèces de sternes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

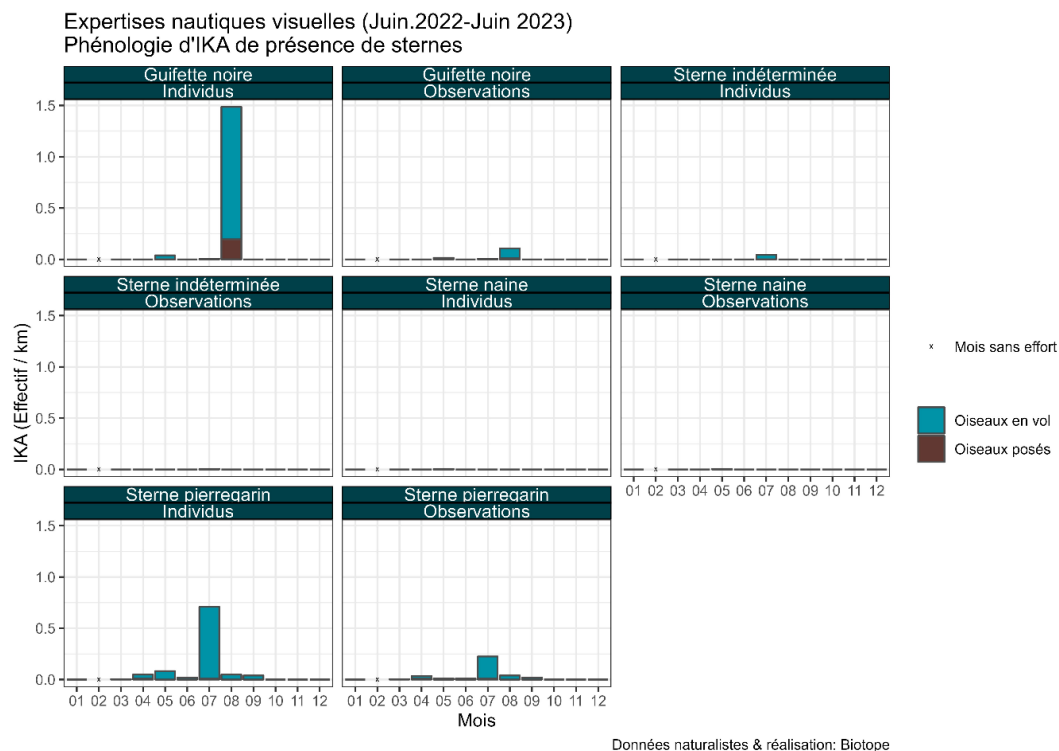


Figure 29 : Phénologie d'IKA des autres espèces de sternes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Les suivis nautiques menés montrent une présence de la Sterne pierregarin de mars à septembre, avec une densité plus forte durant le mois de juillet. La Guifette noire a été observée en mai, juillet et août, ce qui correspond avec le caractère exclusivement migrateur de l'espèce sur la zone d'étude. Le pic de présence a été détecté durant le mois d'août avec une densité calculée de 1.7 ind. / km². La Sterne naine est rare sur la zone d'étude rapprochée et a été observée uniquement au mois de mai, durant la période de migration pré-nuptiale (1 individu pendant les transects et 4 autres en dehors de la zone étudiée). La Sterne caugek est présente toute l'année avec un pic de présence durant la période de dispersion des familles et de migration post-nuptiale (juillet à septembre).

Tableau 33 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour la Sterne caugek - Juin 2022 à Juin 2023

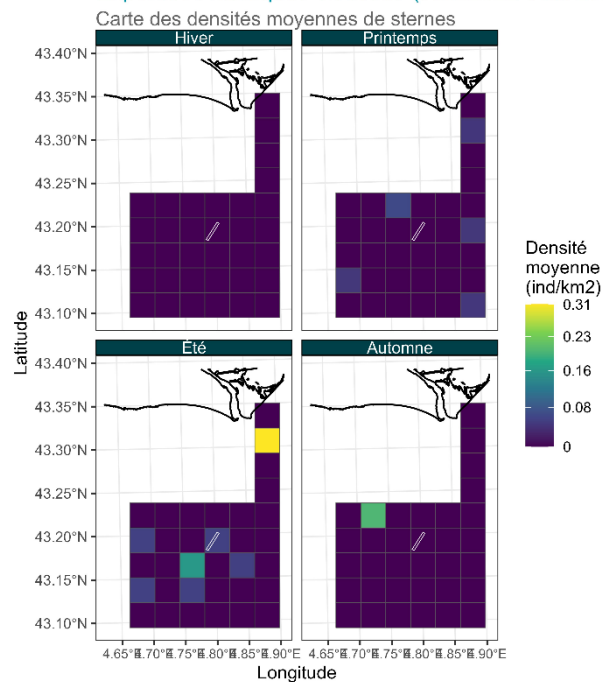
Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind. /km ²)
01	Sterne caugek	0,08 (0-0,59)	0 (0-0)	0,08
02	Sterne caugek			
03	Sterne caugek	0 (0-0)	0 (0-0,01)	0,01
04	Sterne caugek	0 (0-0)	0 (0-0,02)	0,02
05	Sterne caugek	0,02 (0-0,29)	0 (0-0)	0,02
06	Sterne caugek	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
07	Sterne caugek	0,02 (0-0,24)	0 (0-0,02)	0,03
08	Sterne caugek	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
09	Sterne caugek	0,07 (0-0,47)	0 (0-0)	0,07
10	Sterne caugek	0,04 (0-0,29)	0 (0-0)	0,04
11	Sterne caugek	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Sterne caugek	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00

Tableau 34 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour les autres espèces de sternes observées - Juin 2022 à Juin 2023

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind. /km ²)
01	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
01	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
01	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
02	Guifette noire			
02	Sterne naine			
02	Sterne pierregarin			
03	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
03	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
03	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0,01)	0,01
04	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
04	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
04	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0,02)	0,02
05	Guifette noire	0,02 (0-0,24)	0 (0-0)	0,02
05	Sterne naine	0,02 (0-0,29)	0 (0-0)	0,02
05	Sterne pierregarin	0,15 (0-1,77)	0 (0-0)	0,15
06	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
06	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
06	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
07	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
07	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
07	Sterne pierregarin	0,1 (0-0,71)	0 (0-0,02)	0,12
08	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
08	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
08	Sterne pierregarin	0,07 (0-0,47)	0 (0-0)	0,07
09	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
09	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
09	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
10	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
10	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
10	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
11	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind. /km ²)
11	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
11	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Guifette noire	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Sterne naine	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Sterne pierregarin	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



Carte 27 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les autres sternes – Juin 2022 à Juin 2023

3.4.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 35. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Sterne caugek selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat initial (2013)	Phénologie de présence de Sterne caugek – Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Carte des densités moyennes de Sterne caugek Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt
Etat de référence (2022/2023)	Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) réduites au protocole de l'EIE Phénologie de présence de Sterne caugek Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) réduites au protocole de l'EIE Carte des densités moyennes de Sterne caugek Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

La phénologie de présence de la Sterne caugek est cohérente entre les deux périodes étudiées, avec un pic de présence en juillet/août, lors de la dispersion des familles depuis les colonies de reproduction. La densité calculée lors du pic de présence était toutefois très nettement supérieure lors de l'état initial (1.54 ind. / km de transect). La zone de projet apparaît comme étant régulièrement fréquentée par l'espèce, en particulier en été.

Tableau 36. Phénologies et cartes de densités moyennes des autres sternes selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat initial (2013)	Phénologie de présence de sternes – Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Carte des densités moyennes de sternes Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt
Etat de référence (2022/2023)	Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) réduites au protocole de l'EIE Phénologie de présence de sternes Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) réduites au protocole de l'EIE Carte des densités moyennes de sternes Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Les autres espèces de sternes et notamment la Sterne pierregarin et la Guifette noire sont principalement observées en période de migration postnuptiale sur la zone d'étude rapprochée. Ainsi, à l'automne, l'ensemble de la zone étudiée est susceptible d'être utilisée par ces espèces. Les Sterne naine et caspienne restent toutefois rares sur la zone d'étude rapprochée. Elles sont présentes principalement en période de migration pré-nuptiale.

3.4.5 Analyse des comportements

3.4.5.1 Comportement de recherche alimentaire

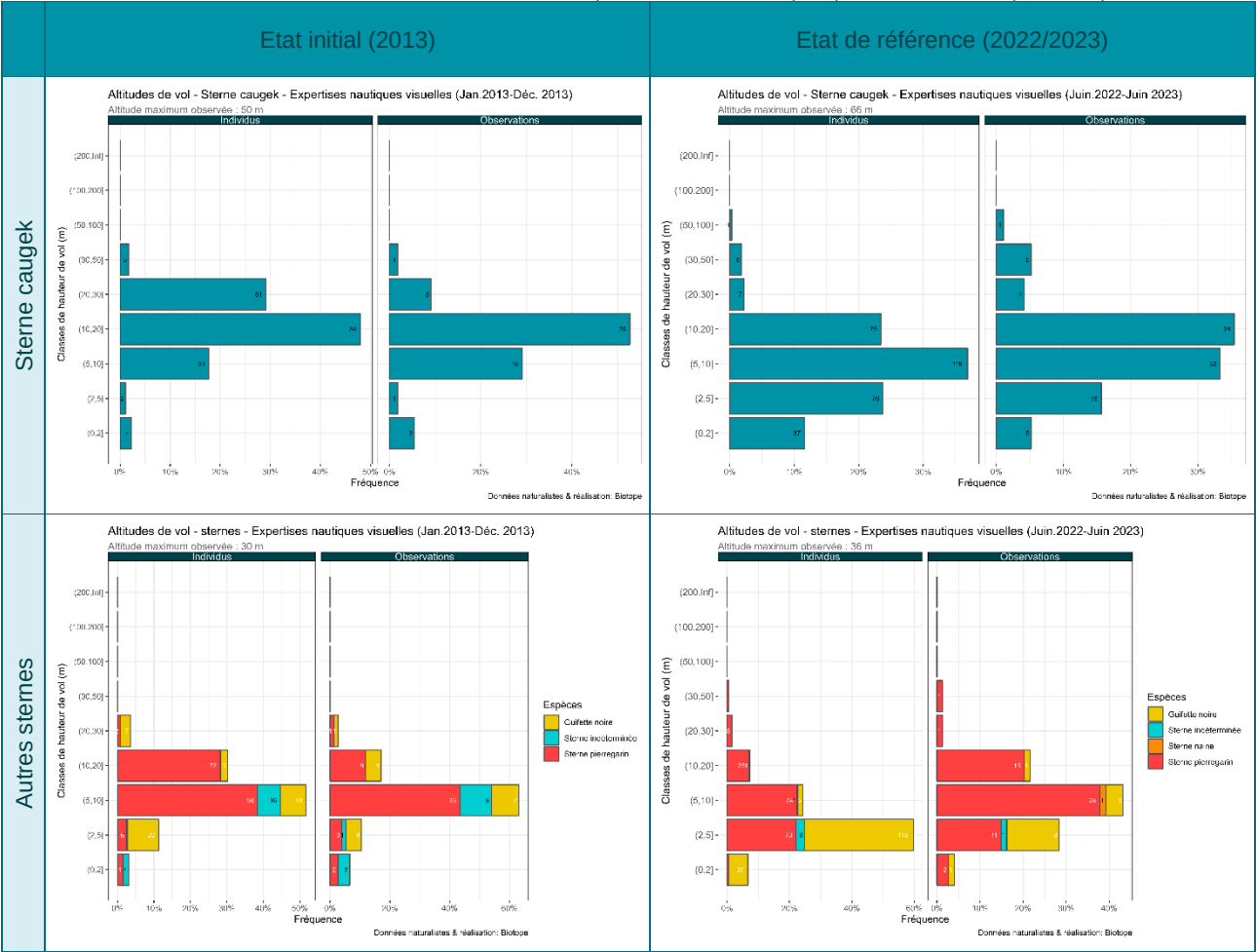
Tableau 37. Proportion d'individus de sternes (par espèce) posé et en vol.

Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)				Phase de construction (octobre 2023)	
	Posé		En vol		Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Sterne Caugek	3,0%	5,2%	97,0%	94,8%	5,2%	2,8%	94,8%	97,2%	-	-
Autres sternes	8,3%	17,2%	91,7%	81,7%	-	10,2%	-	89,8%	0%	100%

Les sternes, et en particulier la Sterne caugek, sont rarement observées posées sur l'eau.

3.4.5.2 Analyse des hauteurs de vol

Tableau 38. Hauteurs de vol des sternes lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).



Les sternes volent généralement à basse ou moyenne altitude (généralement entre 5 et 30 m). Quelques Sternes caugeks (environ 2%) ont toutefois été observées en vol à plus de 30 m durant l'état initial et l'état de référence.

La Sterne naine et la Guifette noire tendent à voler moins haut que la Sterne pierregarin, qui elle-même vole généralement moins haut que la Sterne caugek.



3.4.6 Synthèse

Les sternes tendent à utiliser la zone d'étude préférentiellement en période de dispersion des familles (fin d'été) ainsi que durant les migrations pré et surtout postnuptiales. Ces espèces sont principalement des espèces côtières cependant, en période de migration, elles peuvent être observées très au large. La Sterne caugek est l'espèce la plus fréquemment observée, suivies de la Sterne pierregarin et de la Guifette noire. La Guifette noire peut être ponctuellement abondante lors des afflux migratoires noté en migration postnuptiale. La Sterne naine et la Sterne caspienne restent rares.

3.6 Puffin yelkouan, Puffin des Baléares et Puffin fuligineux – Synthèse des données 2013 et 2022/2023

3.6.1 Données générales

3.6.1.1 Zoom sur les données bibliographiques

Puffin yelkouan



En période de reproduction

Le Puffin yelkouan est une espèce endémique de la Méditerranée qui niche de la France à la Turquie. Sa population totale est estimée entre 19 100 et 29 800 couples d'après les dernières estimations de Birdlife International (2020).

La distribution des couples reproducteurs de Puffin yelkouan était encore très mal connue en 2007 (Bourgeois & Vidal 2008). La mise en place de projets Européens LIFE en France (2 en 2003-2007, sur les îles d'Hyères et de Marseille), à Malte (2006-2010) et en Grèce (2007-2011) ainsi que des programmes nationaux (Italie : Baccetti et al., 2009) ont permis d'améliorer ces connaissances. Cependant, il reste encore des incertitudes notamment en Croatie et en Turquie, et la taille de certaines populations est encore estimée par des comptages en mer qui ont tendance à surévaluer les effectifs (Bourgeois & Vidal 2008, Baccetti et al. 2009). Ces incertitudes sont d'ailleurs illustrées par la grande différence existante entre la limite inférieure et la limite supérieure de l'estimation de la taille de la population reproductrice mondiale de l'espèce : 7,311-53,785 couples.

La population française est concentrée sur les îles d'Hyères et de Marseille et se situe probablement entre 1832 et 4042 couples en 2021 (GISOM, 2023). Quelques couples pourraient par ailleurs nicher en Corse (Bourgeois 2012)

Iles marseillaises	Iles d'Hyères
34 -41 couples	1798 -4001 couples

Tableau 39 : Populations du Puffin yelkouan sur les îles marseillaises et d'Hyères en 2021 (GISOM, 2023)

La reproduction est très précoce chez cette espèce, puisque les individus débutent une activité de prospection des sites de nidification dès le mois de décembre. Les individus ont tendance à venir se reproduire sur ou à proximité de leur site de naissance (philopatrie) et sont fidèles d'une année à l'autre à leur site de reproduction. Les accouplements ont lieu à la fin du mois de février, à l'intérieur des terriers. La femelle pond alors un œuf unique, fin avril-début mai (Bourgeois et al. 2008a). Les jeunes s'envolent vers la mi-juillet (Zotier 1997).

Les zones d'alimentation des oiseaux des îles d'Hyères sont identifiées le long des côtes provençales et catalanes espagnoles et notamment au large des îles d'Hyères et de Marseille mais également de l'embouchure du Rhône et au sein du golfe d'Aigues Mortes.

En période internuptiale



Les déplacements migratoires ont été étudiés récemment en France et à Malte (Bourgeois et al. 2008, Raine 2009). Le Puffin yelkouan forme parfois des troupes de plusieurs milliers d'oiseaux à proximité des colonies en période de reproduction (Thibault & Bonaccorsi 1999, Zotier 1997). Les caractéristiques des zones marines recherchées par l'espèce sont en cours d'étude (Borg et al. 2010). Il semble que l'espèce migre majoritairement en Méditerranée orientale et en mer Noire en période internuptiale (Nankinov 2001) alors que certains individus restent relativement proches de leur zone de reproduction (Bourgeois et al. 2008 ; Militão et al. 2012).

Une proportion variable des individus semble rester autour de la zone de reproduction. Le golfe du Lion apparaît être une zone importante pour les individus résidents durant la période internuptiale.

	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct
Accouplement												
Ponte												
Eclosion												
Envol												

Figure 30 : Cycle biologique du Puffin yelkouan

Le Puffin yelkouan est une espèce grégaire qui est souvent rencontrée en petits groupes. L'espèce est connue pour voler essentiellement au ras de l'eau, bien qu'elle puisse prendre de l'altitude par vent fort. Les quelques observations d'individus volant à plus de 3 mètres d'altitude concernaient des individus pêchant frénétiquement.

Puffin des Baléares



En période de reproduction

Le Puffin des Baléares niche uniquement sur l'archipel des Baléares et à Madère. La taille de la population est encore très incertaine, mais les derniers comptages en mer avancent les chiffres de 3000 couples nicheurs (Birdlife international 2020).

L'espèce est surtout présente en Méditerranée au moment de la période de reproduction, entre novembre et juillet, et se reproduit comme le Puffin yelkouan entre février et juin. Les observations réalisées coïncident avec ces dates.

En période internuptiale

Bien que les connaissances sur les déplacements de l'espèce soient encore lacunaires, le Puffin des Baléares fréquente surtout le golfe du Lion, et principalement l'ouest du golfe au large des départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude (pour les eaux méditerranéennes françaises).

Dès le mois de juillet, la quasi-totalité de la population quitte la Méditerranée, pour hiverner le long des côtes atlantiques ou de la Manche. Quelques individus sont toutefois observés en Méditerranée en hiver (Rufay, com. pers.).

Puffin fuligineux

En période de reproduction

Le Puffin fuligineux niche entre début octobre et début mai sur quelques îles au sud du Chili, aux îles Malouines, à Tristan Da Cunha, au sud-est de l'Australie et en Nouvelle-Zélande. La taille de la population est estimée à environ 4,4 millions de couples (IUCN 2023).



En période interuptiale

Après la reproduction, les oiseaux de l'atlantique sud remontent vers le nord en effectuant une large boucle dans l'atlantique sud jusqu'aux côtes du Labrador. Durant l'été, ces oiseaux traversent l'atlantique nord jusqu'en Islande et en Europe de l'Ouest avant de descendre vers le sud jusqu'au large de l'Argentine au cours d'un périple de quelques mois. C'est à cette occasion que l'espèce pénètre parfois en méditerranée (généralement au printemps).

3.6.1.2 Zoom sur les données de PGL

Le puffin yelkouan est observé toute l'année sur le site avec un pic d'abondance en novembre et mai/juin. Les observations réalisées sur l'aire d'étude suivent le cycle biologique présenté ci-dessus, avec une augmentation des observations en hiver lorsque les oiseaux regagnent les colonies (pic en novembre et janvier), puis une baisse des effectifs au moment de la reproduction (février à mai), avant une augmentation liée à l'envol des jeunes (mai/juin).

Le tableau suivant résume la phénologie des différentes espèces de puffins rencontrées lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

Espèces	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Puffin yelkouan	4 saisons	Janvier	4 saisons	Juin
Puffin des Baléares			(Printemps)	(Juin)

Tableau 40 : Résumé de la phénologie du Puffin yelkouan/Puffin des Baléares extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.6.2 Résultats des expertises par avion

3.6.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

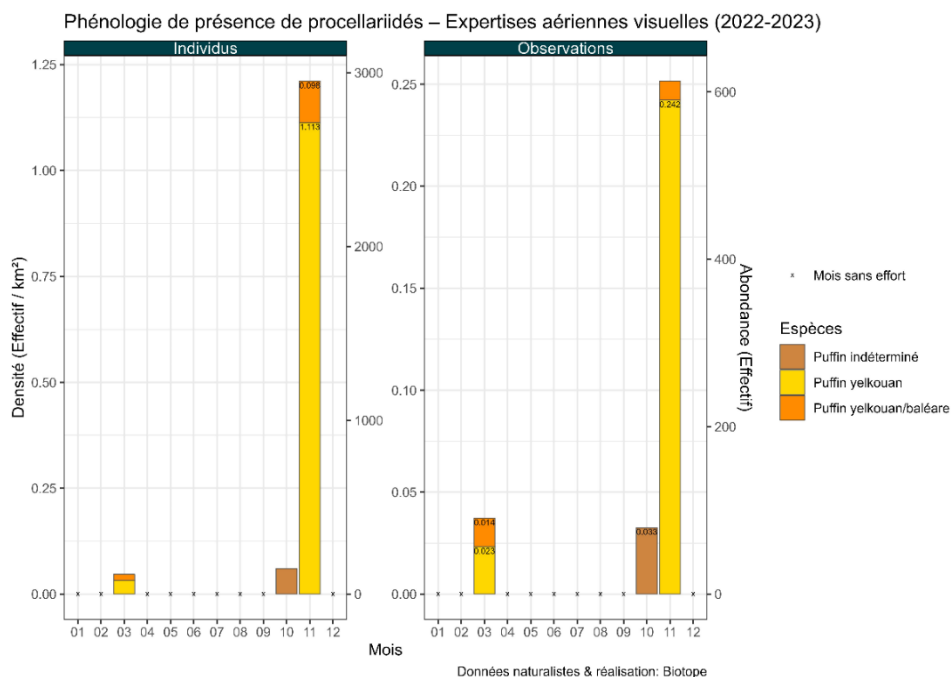
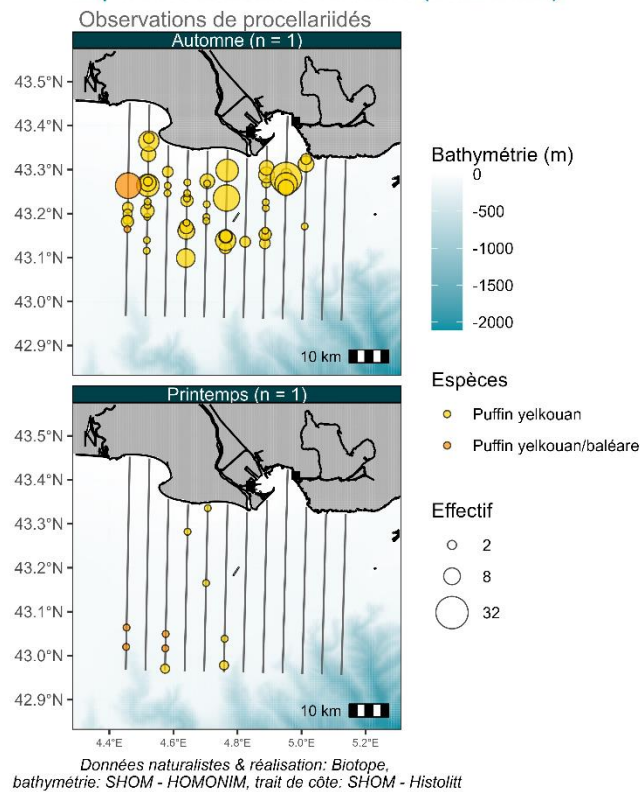


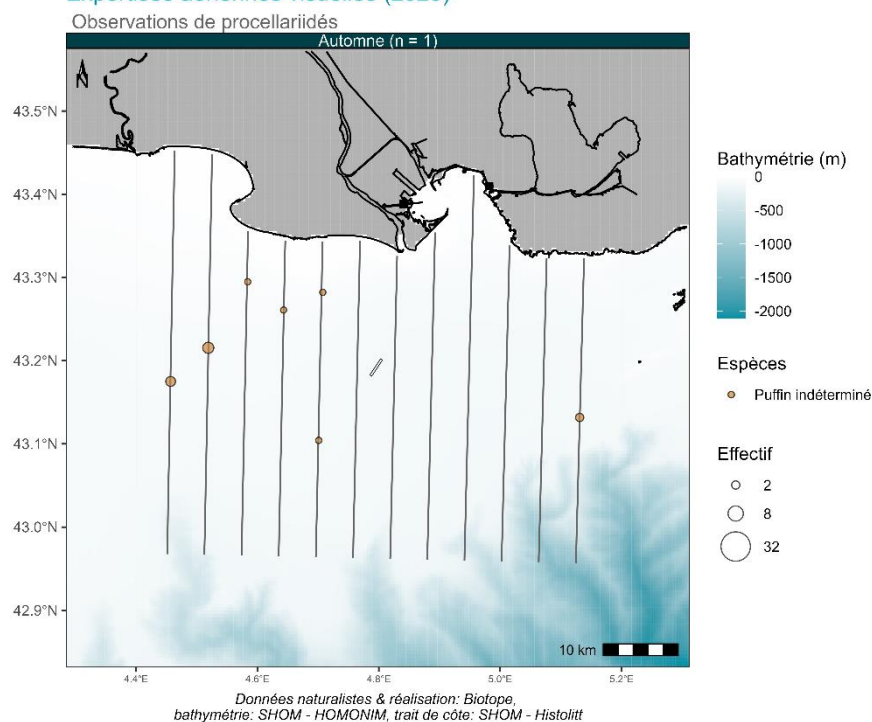
Figure 31 : Histogramme de densité de puffins (P. yelkouan et P. des Baléares) sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



Carte 28 : Observations de puffins (P. yelkouan et P. des Baléares) sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

Expertises aériennes visuelles (2023)



Carte 29 : Observations de puffins (P. yelkouan et P. des Baléares) sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction

Seuls trois taxons ou groupes de taxons ont été notés durant les expertises aériennes visuelles : puffin indéterminé, Puffin yelkouan et Puffin yelkouan/des Baléares. Les observations de puffins ont exclusivement été réalisées en période de migration et très majoritairement durant la migration postnuptiale. La densité calculée lors du mois de novembre atteint 1.1 Puffins yelkouans / km². Quelques observations de petits puffins ont été réalisées au mois de mars, durant la migration pré-nuptiale mais la densité calculée est alors très faible (moins de 0.1 ind. / km²).

En automne, période de plus forte présence de ces espèces, les observations ont été réalisées sur une bande côtière s'étendant depuis le trait de côte jusqu'en limite sud de la zone de projet. Le tiers sud de la zone d'étude éloignée semble peu fréquenté. Au printemps, les observations sont plus pélagiques, concernant principalement la partie ouest de la zone étudiée et se répartissant de manière irrégulière depuis le littoral jusqu'à la limite sud de la zone.

3.6.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

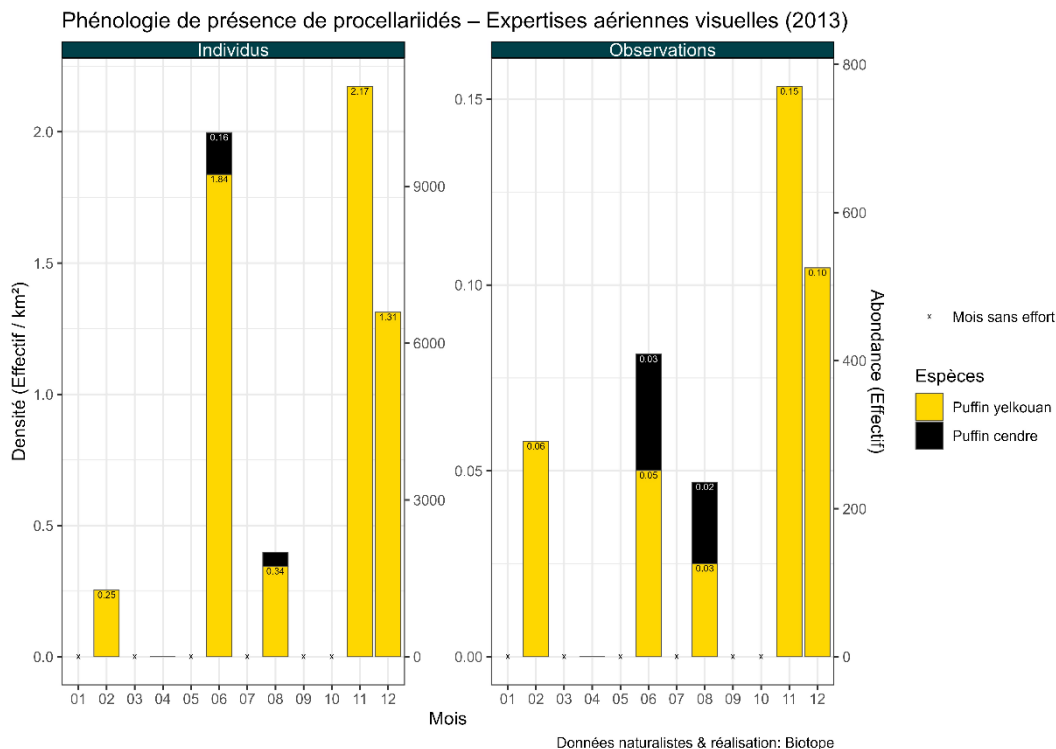
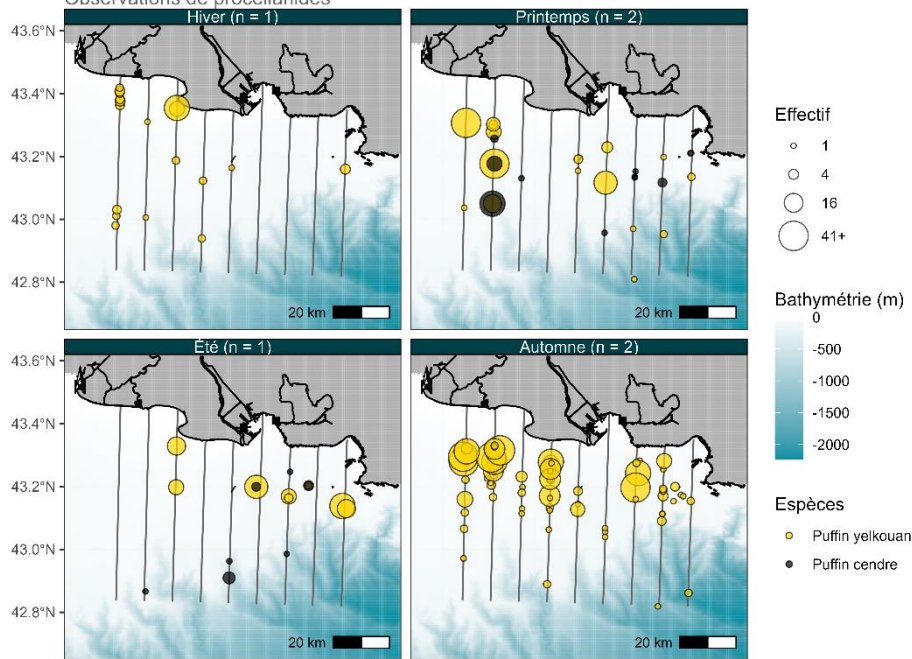


Figure 32 : Histogramme de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

Expertises aériennes visuelles (2013)

Observations de procellariidés



Carte 30 : Observations de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

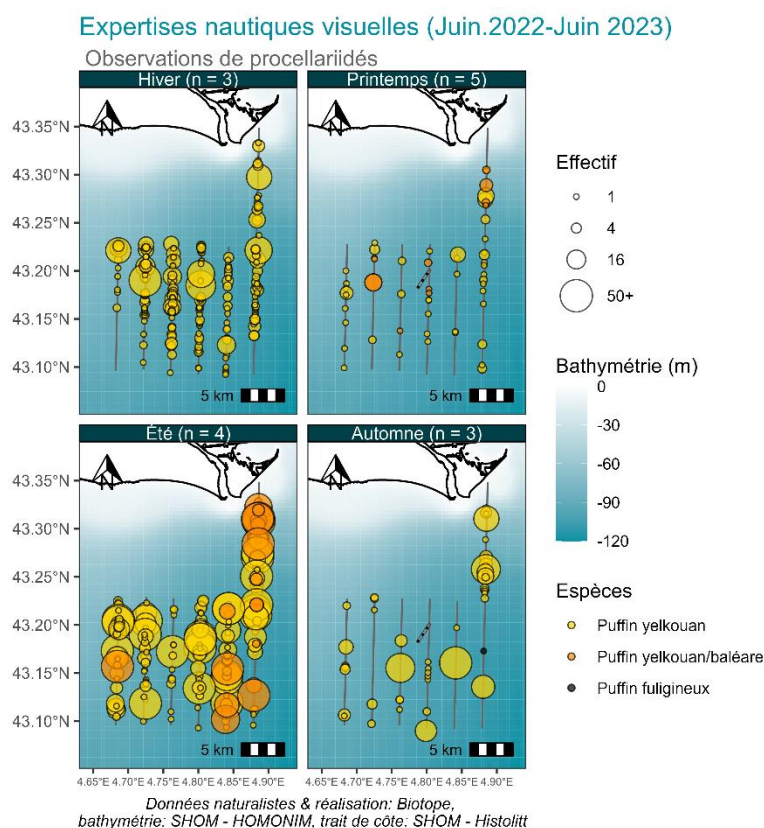


Durant l'état initial, la présence du Puffin yelkouan a été notée de manière plus régulière tout au long de l'année. Deux pics de présence ont été mis en évidence : en juin (densité calculée de 1.84 ind. / km²) et en novembre (densité calculée de 2.17 ind. / km²). La densité maximale du mois de novembre était donc deux fois plus importante durant l'état initial par rapport à l'état de référence.

Le Puffin yelkouan apparaît comme fréquentant préférentiellement la zone côtière tout au long de l'année et quelle que soit la période étudiée. La zone de projet est incluse dans la zone de fréquentation préférentielle de l'espèce.

3.6.3 Résultats des expertises par bateau

3.6.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)



Carte 31 : Observations de Puffin yelkouan, P. fuligineux et P. des Baléares en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

Les suivis nautiques menés montrent que la zone de projet est très fréquentée par le Puffin yelkouan (et les puffins de type yelkouan/Baléares) quelle que soit la saison. Aucune zone de plus forte présence ne ressort et l'ensemble de la zone d'étude rapprochée est densément utilisée, en particulier en été, période de plus forte présence de l'espèce.

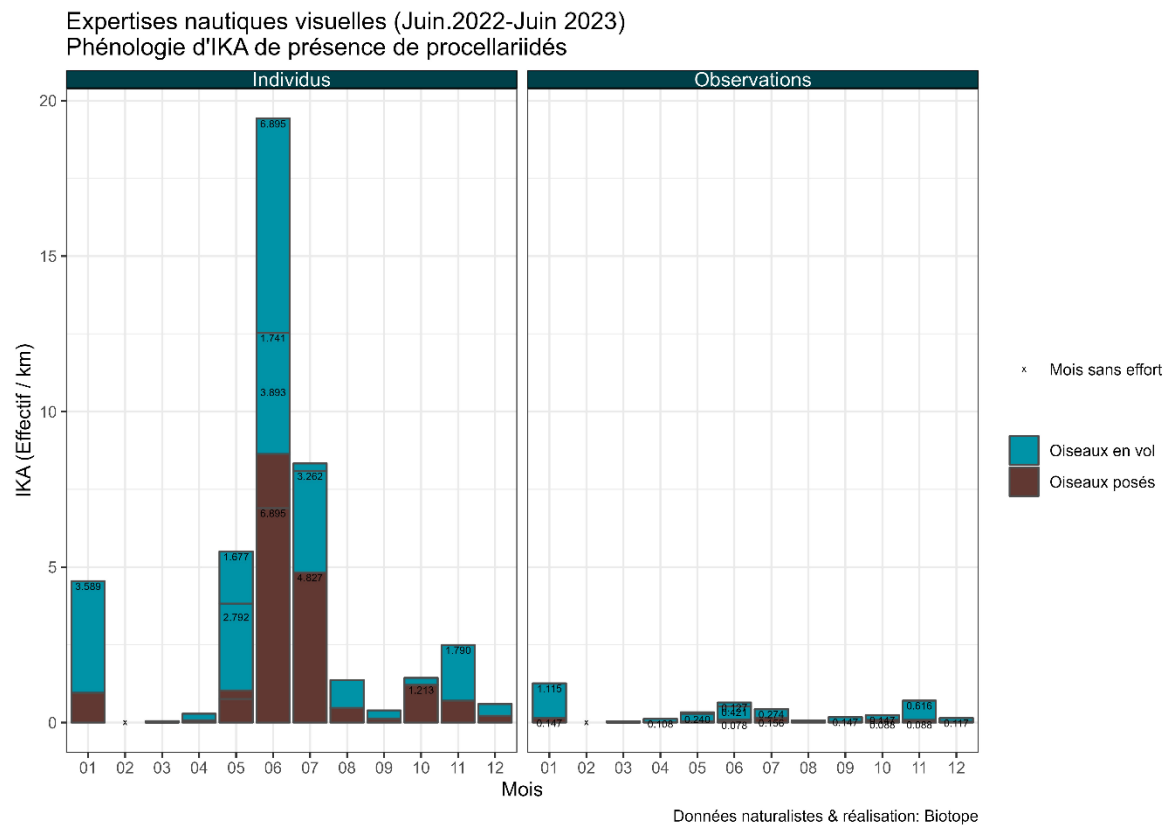


Figure 33 : Phénologie d'IKA du Puffin yelkouan/Puffin des Baléares pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

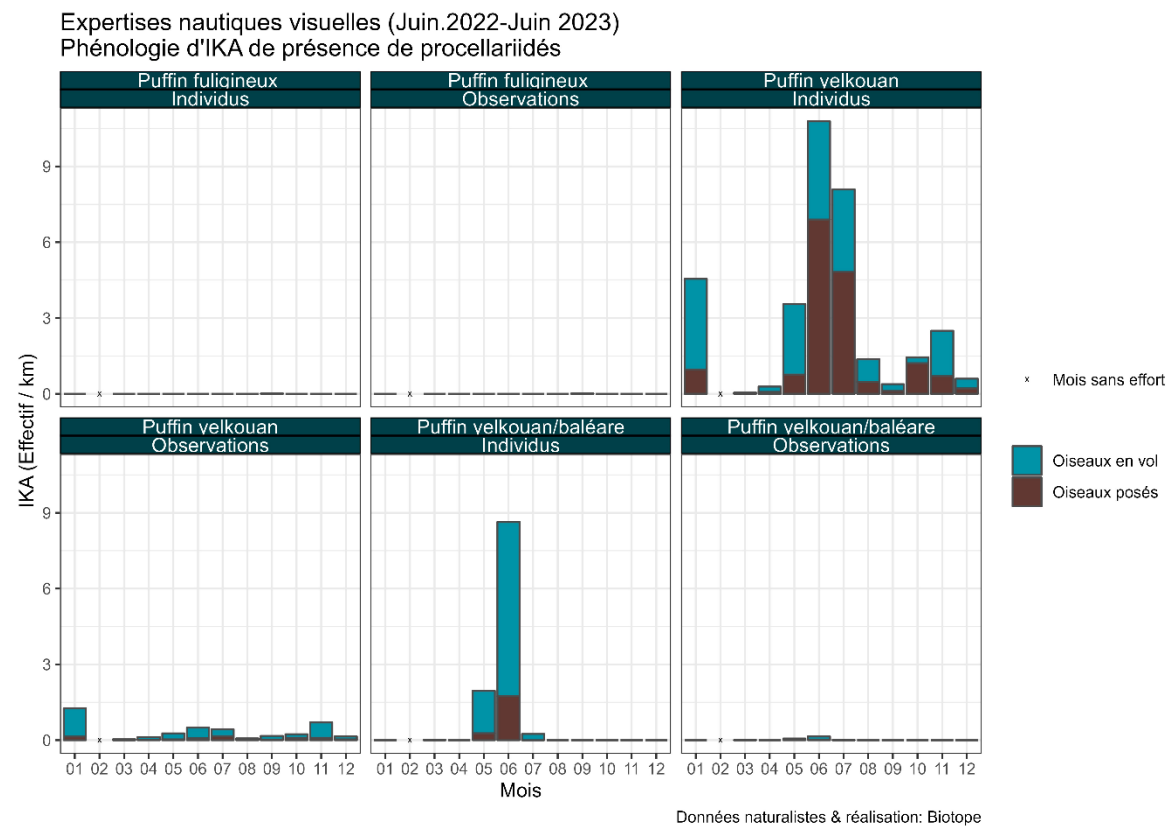
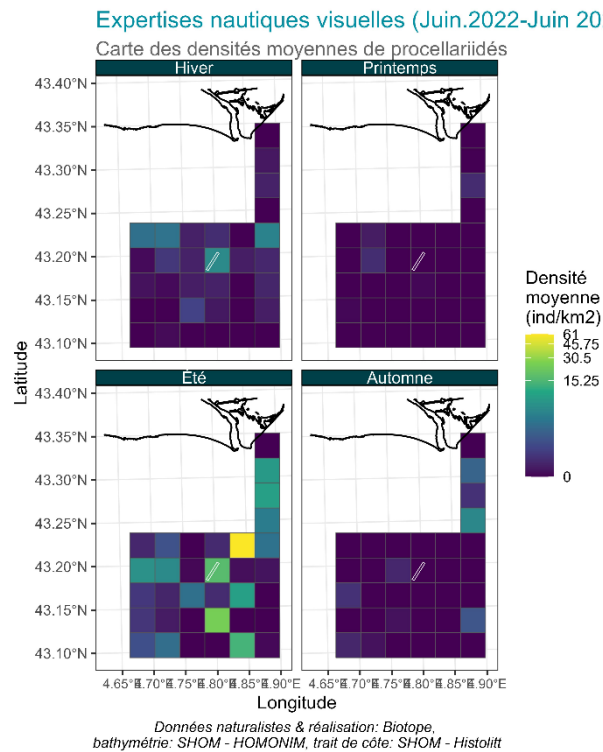


Figure 34 : Phénologie d'IKA des puffins pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Le Puffin yelkouan a été observé tout au long de l'année sur la zone d'étude rapprochée. Les densités calculées sont très importantes sur les mois de mai, juin, juillet (période de reproduction de l'espèce) et octobre (période de migration postnuptiale), dépassant même les 10.5 ind. / km² au mois de juin.

Tableau 41 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour le Puffin yelkouan et le Puffin des Baléares - Juin 2022 à Juin 2023

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind. /km ²)
01	Puffin yelkouan	1,37 (0-4,24)	5,7 (0-1,3)	2,68
01	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
02	Puffin yelkouan			
02	Puffin yelkouan/baléare			
03	Puffin yelkouan	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
03	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
04	Puffin yelkouan	0,02 (0-0,24)	1,45 (0-0,41)	0,43
04	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
05	Puffin yelkouan	0,12 (0-0,94)	7,24 (0-2,29)	2,40
05	Puffin yelkouan/baléare	0,28 (0-3,07)	7,82 (0-2,56)	2,84
06	Puffin yelkouan	0,08 (0-0,47)	32,23 (0,87-9,8)	9,89
06	Puffin yelkouan/baléare	0,67 (0-1,89)	1,99 (0-0,58)	1,26
07	Puffin yelkouan	7,45 (0-70,74)	34,16 (1,59-12,9)	20,35
07	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
08	Puffin yelkouan	0 (0-0)	2,12 (0-0,64)	0,64
08	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
09	Puffin yelkouan	0,07 (0-0,47)	0,57 (0-0,17)	0,23
09	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
10	Puffin yelkouan	0 (0-0)	16,65 (0-6,73)	6,73
10	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
11	Puffin yelkouan	0,63 (0-2,06)	2,78 (0-0,82)	1,45
11	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Puffin yelkouan	0,31 (0-1,41)	1,26 (0-0,29)	0,60
12	Puffin yelkouan/baléare	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00



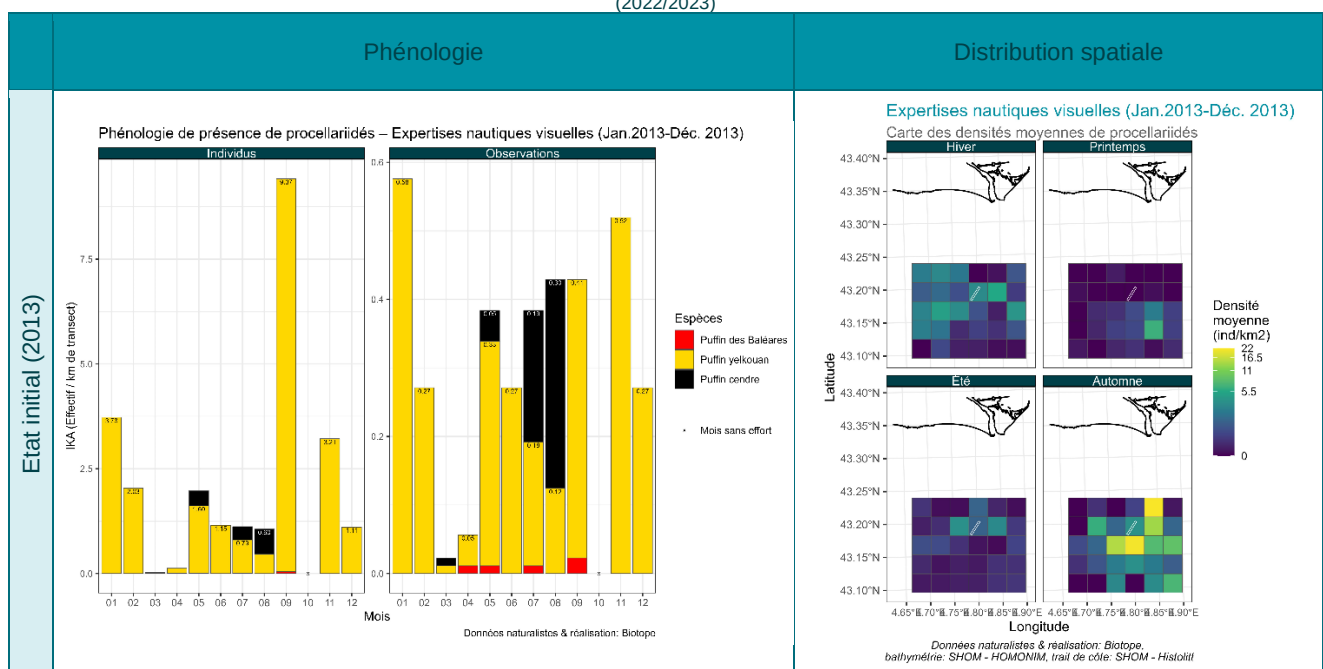
Carte 32 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les puffins – Juin 2022 à Juin 2023

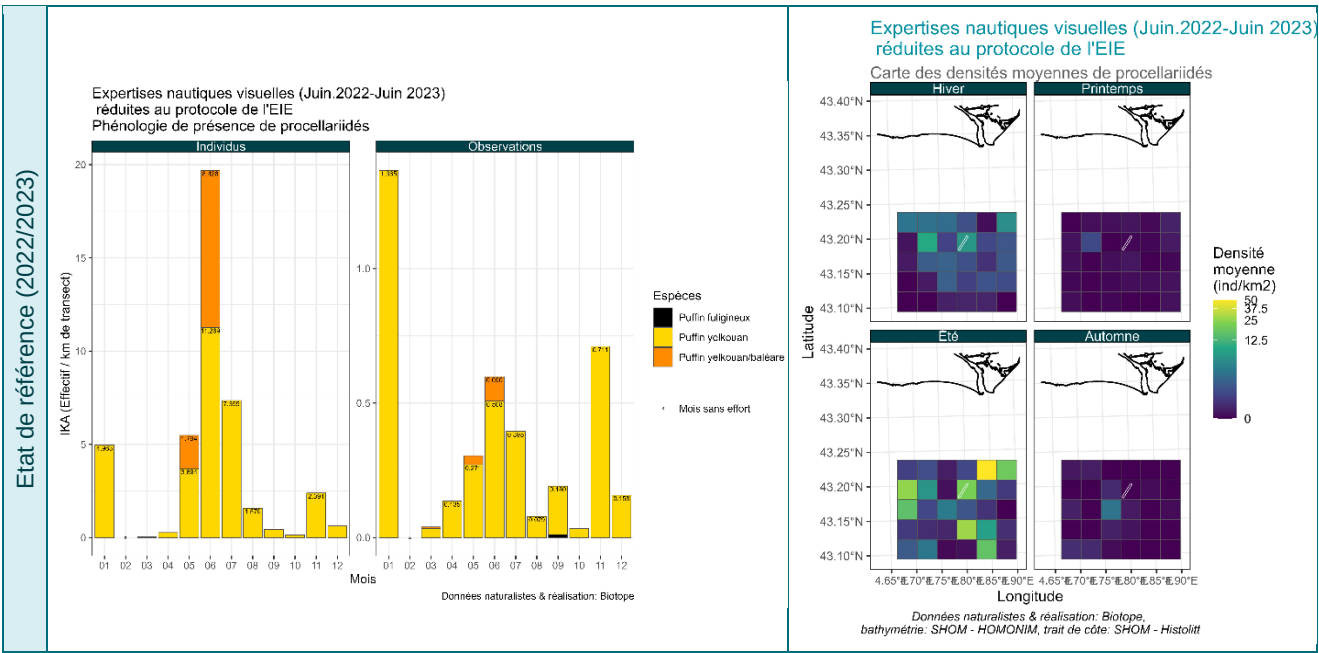
3.6.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Si la présence du Puffin yellouan était surtout centrée sur la période de reproduction durant l'état de référence, le pic de présence était plus tardif lors de l'état initial avec une densité maximale calculée au mois de septembre d'environ 8 ind. / km de transect.

Aucune zone préférentielle ne ressort de la comparaison entre les deux périodes étudiées. Cependant, la zone de projet apparaît comme très fréquentée par le Puffin yellouan en fonction de la saison et de la période étudiée. L'espèce y est notamment très abondante en automne de l'état initial et en été de l'état de référence. Les observations en hiver y sont également très nombreuses.

Tableau 42. Phénologies et cartes de densités moyennes des puffins selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)





3.6.4 Analyse des comportements

3.6.4.1 Comportement de recherche alimentaire

Tableau 43. Proportion d'individus de puffins posé et en vol.

Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)				Phase de construction (octobre 2023)	
	Posé		En vol		Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Puffins	40,3%	14,8%	59,7%	85,2%	63,1%	16,6%	36,9%	83,4%	0%	100%

Durant les expertises nautiques, environ 85 % des individus étaient observés en vol. Il est intéressant de noter que ce pourcentage n'est que d'environ 40 % lors des expertises aériennes de l'état de référence. Ceci laisse penser que l'espèce est sensible au dérangement généré par les embarcations et que les expertises aériennes génèrent moins de dérangement pour l'espèce.

3.6.4.2 Analyse des hauteurs de vol

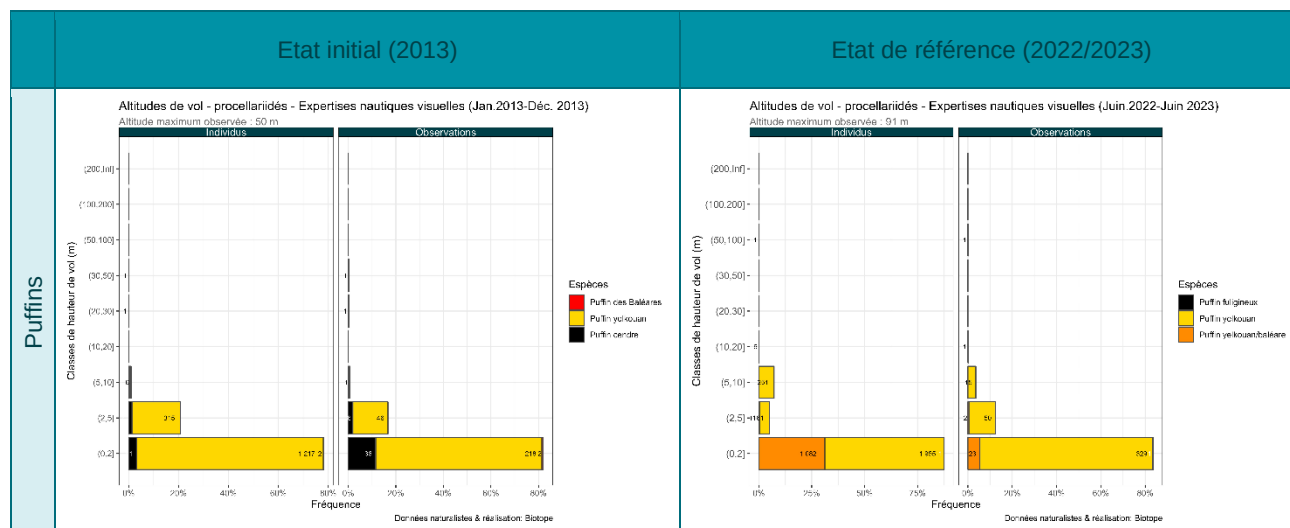


Tableau 44. Hauteurs de vol des puffins lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).

Les puffins sont connus pour voler à faible altitude, en particulier lorsque les conditions météorologiques sont calmes (conditions correspondant également à celles recherchées pour la réalisation d'expertises nautiques). Ainsi, plus de 95 % des individus ont été observés volant à moins de 5 m d'altitude pendant l'état initial. Ce pourcentage est d'un peu moins de 93 % pendant l'état de référence.

3.6.5 Synthèse

Trois espèces de petits puffins ont été observées à l'échelle de l'aire d'étude élargie : le Puffin yelkouan (l'espèce la plus commune), le Puffin des Baléares et le Puffin fuligineux (1 seul individu, au sein de l'aire d'étude rapprochée). En raison de leur forte ressemblance physique, le Puffin des Baléares et le Puffin yelkouan n'ont pas toujours pu être distingués lors des expertises réalisées (en particulier les expertises aériennes). Ces deux taxons sont donc traités conjointement, sachant que le Puffin yelkouan est sans conteste l'espèce la plus abondante.

Le Puffin yelkouan fréquente préférentiellement une bande côtière s'étalant entre le trait de côte et la limite sud de la zone de projet à l'échelle de l'aire d'étude élargie. Si l'espèce est présente toute l'année, la période de plus forte affluence se situe lors de la période de reproduction (mai à juillet) puis lors de la migration postnuptiale (septembre). Les densités calculées sont parfois très importantes (supérieures à 10 ind. / km²) au sein de la zone d'étude.



3.7 Puffin de Scopoli – Synthèse des données 2013 et 2022/2023

3.7.1 Données générales

3.7.1.1 Zoom sur les données bibliographiques



En période de reproduction

Trois formes de Puffin cendré étaient auparavant reconnues et ont récemment été élevées au rang d'espèce à la suite d'une étude phylogénétique spécifique. Ainsi, la sous-espèce endémique du Puffin cendré de méditerranée a été relevée au rang d'espèce appelée : Puffin de Scopoli.

Le Puffin de Scopoli niche en faibles effectifs au niveau des îlots de Grèce jusqu'aux îles Chafarinas, avec la majorité des effectifs concentrée dans le canal de Sicile.

L'estimation plus récente estime désormais la population totale à 141 000 – 223 000 couples (Birdlife, 2020), pour un millier de couples nichant en France sur les îles de Marseille, Hyères, et en Corse (estimation : entre 996 et 1471 couples en 2021 d'après le GISOM, 2023). En Méditerranée, la situation apparaît au minimum stable, voire en légère augmentation pour les colonies du Var et des Bouches-du-Rhône (GISOM, 2014).

Un recensement par méthode de distance sampling effectué en 2010 dans le cadre du Programme Petites îles de Méditerranée a permis d'estimer une population de plus de 100 000 couples nicheurs sur la seule île de Zembra (Tunisie), remettant profondément en cause les connaissances sur les effectifs de l'espèce (Anselme&Durand 2012).

Iles marseillaises	Iles d'Hyères	Corse du sud	Haute Corse
552-592 couples	107-273 couples	272-537 couples	65-69 couples

Tableau 45 : Populations du Puffin de Scopoli sur les îles marseillaises, d'Hyères et en Corse en 2021 (GISOM, 2023)

Le Puffin de Scopoli passe la majeure partie de son temps en mer, revenant à terre uniquement pour les besoins de la reproduction de fin février à mi-octobre.

L'espèce pond un œuf unique par an qui n'est pas remplacé en cas d'échec. La ponte synchronisée a lieu fin mai et l'éclosion début juillet. La durée moyenne d'élevage du jeune est de 89 jours. Les adultes reproducteurs forment généralement des colonies de tailles variables, mono-spécifiques ou mixtes (en association avec le Puffin yelkouan). Les adultes sont fidèles à leur partenaire ainsi qu'à leur site de reproduction (philopatrie) (Thibault 1994).

Pendant la saison de reproduction, les adultes reproducteurs effectuent de courts trajets en mer, généralement d'une journée (1-6 jours), afin de se nourrir et d'approvisionner leur poussin. Mâle et femelle sont impliqués dans le nourrissage du poussin.

	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct
Accouplement												
Ponte												
Eclosion												
Elevage												
Envol												

Figure 35 : Cycle biologique du Puffin de Scopoli

En période interuptiale

Peu d'oiseaux hivernent en Méditerranée (Borg et al. 1999). La plupart rejoignent l'océan Atlantique, rapidement après l'envol des jeunes, en passant par Gibraltar entre mi-octobre et mi-novembre (Telleria 1980, Finlaysson 1992).

Les zones d'hivernage restent peu connues mais les données obtenues par télémétrie ou géolocalisation indiquent que les Puffins cendré de Méditerranée hivernent en Atlantique, principalement au nord de l'équateur : au niveau du courant des Canaries, au large de la Mauritanie et du Sénégal, dans le golfe de Guinée et au large du Brésil (Ristow et al. 2000, Bretagnolle et Thibault 2001).

3.7.1.2 Zoom sur les données de PGL

Le tableau suivant résume la phénologie du Puffin de Scopoli rencontré lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
Espèce	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Puffin de Scopoli			Printemps, été, automne	Juin

Tableau 46 : Résumé de la phénologie du Puffin de Scopoli extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.7.2 Résultats des expertises par avion

3.7.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

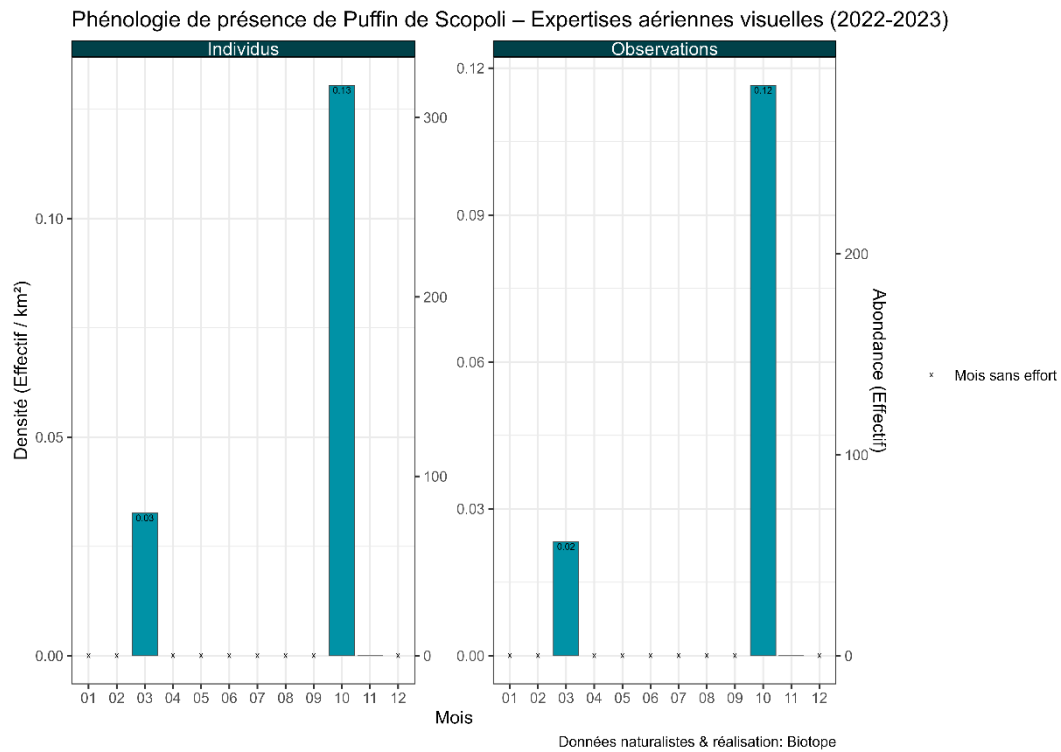
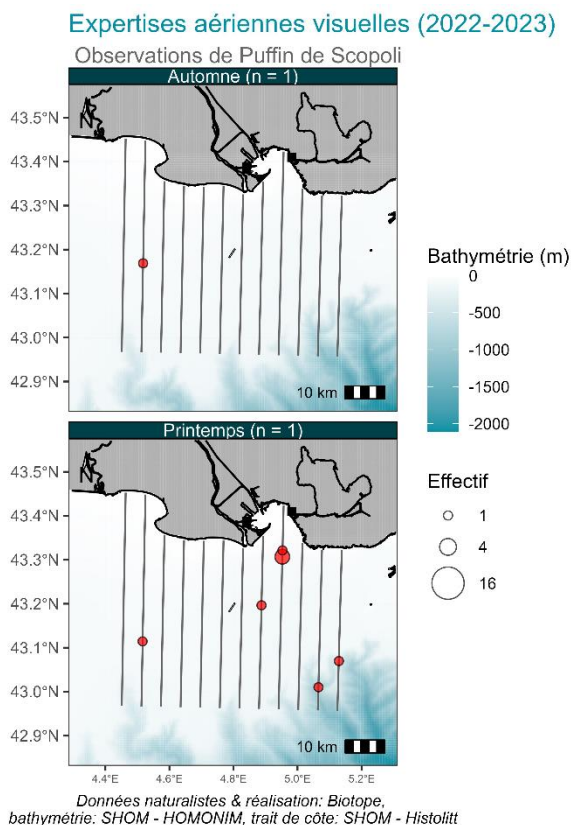
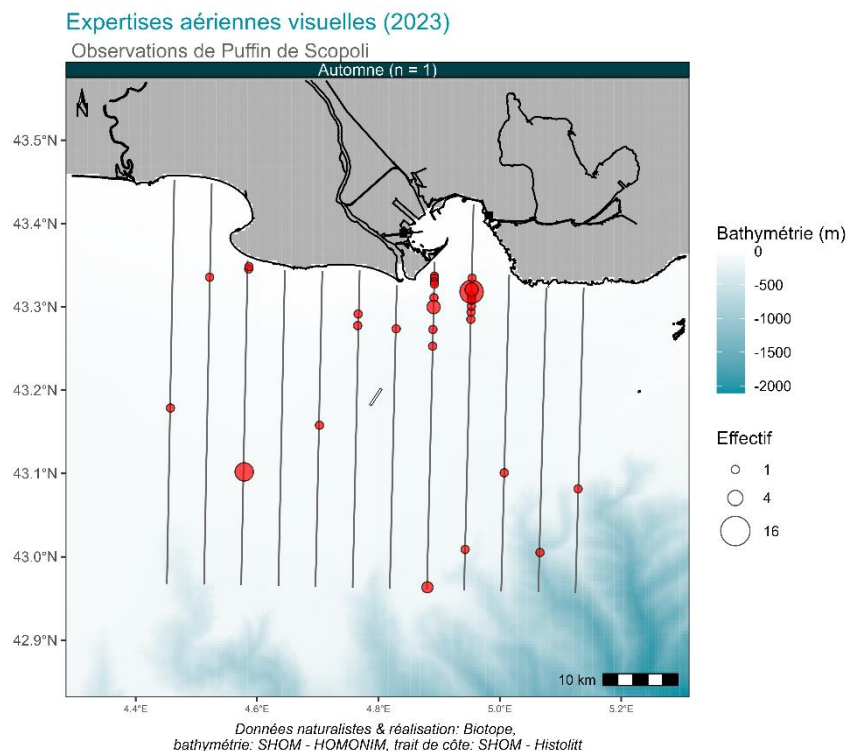


Figure 36 : Histogramme de densité de Puffin de Scopoli sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)



Carte 33 : Observations de Puffin de Scopoli sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence



Carte 34 : Observations de Puffin de Scopoli sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction

Le Puffin de Scopoli a été observé durant les expertises aériennes de mars et d'octobre, les effectifs les plus importants étant notés en octobre. Toutefois, la densité calculée reste assez faible, y compris durant le pic de présence (0.13 ind. / km²).

L'espèce a été observée de manière dispersée sur l'ensemble de l'aire d'étude élargie, avec toutefois une zone de plus forte concentration se détachant à l'embouchure du Rhône et à l'entrée du golfe de Fos en automne.

3.7.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Durant l'état initial, le Puffin de Scopoli a été observé en juin et août. La densité maximale calculée est proche des valeurs obtenues lors de l'état de référence avec 0.16 ind. / km² au mois de juin.

L'espèce a été observée aussi bien au large que plus proche des côtes durant l'état initial. Une zone de plus forte présence située à l'ouest de la zone de projet et au sud des Saintes-Maries-de-la-Mer a été mise en évidence au printemps.

La comparaison des deux périodes étudiées ne permet donc pas de faire ressortir de zone de présence préférentielle pour le Puffin de Scopoli.

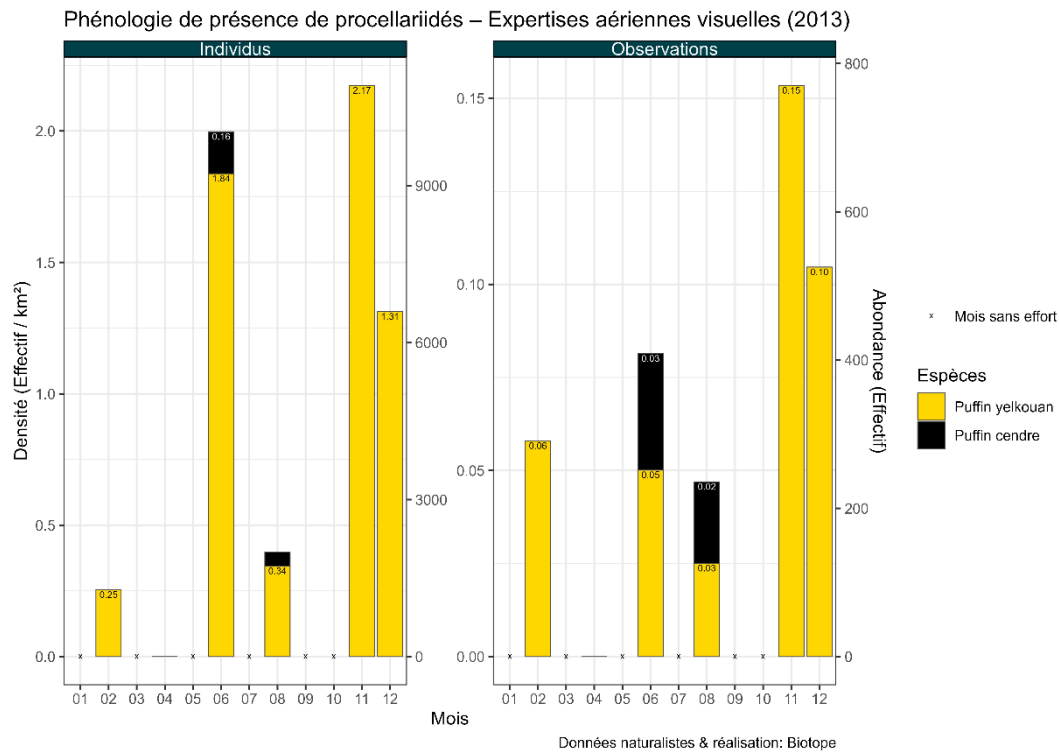
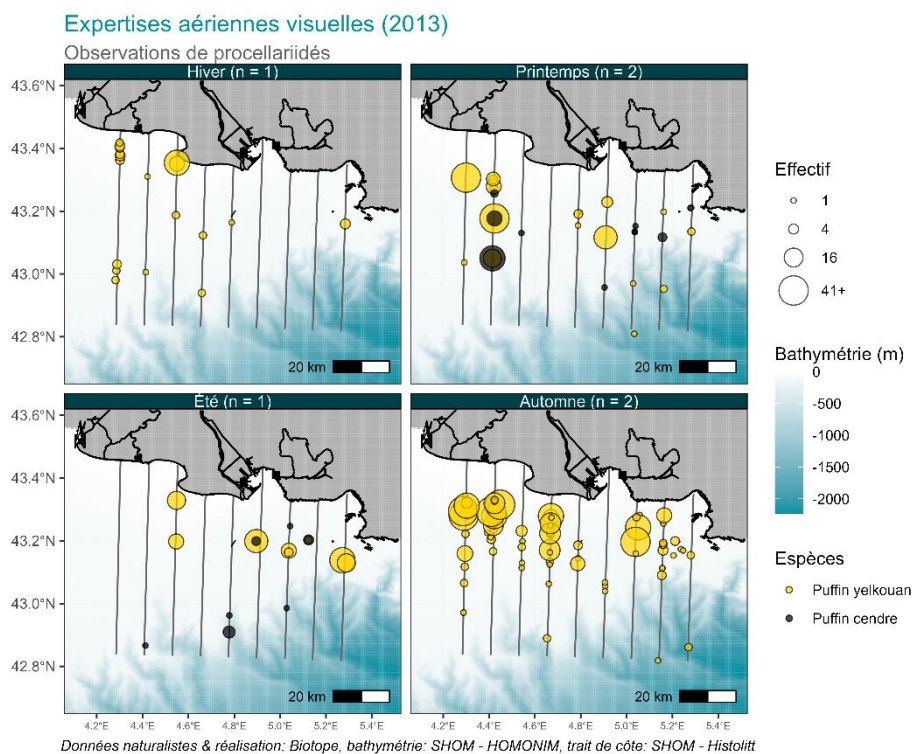


Figure 37 : Histogramme de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de Scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

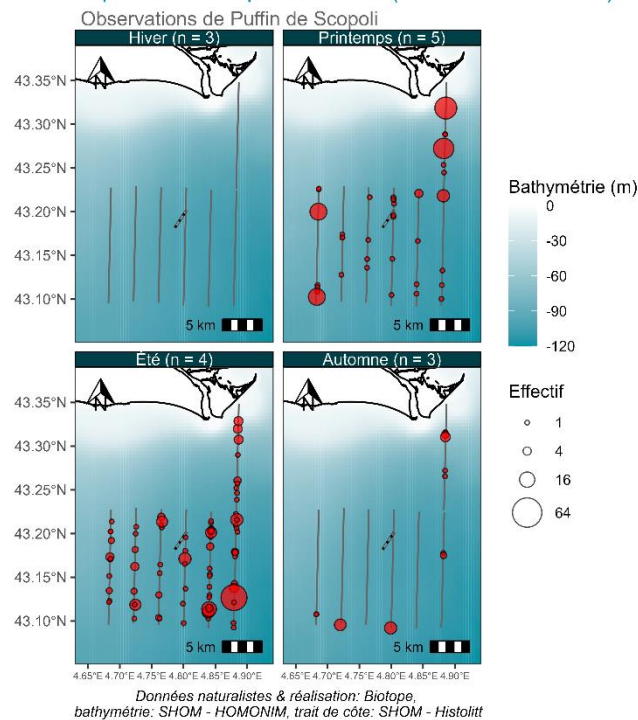


Carte 35 : Observations de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de Scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie

3.7.3 Résultats des expertises par bateau

3.7.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



Carte 36 : Observations de puffin de Scopoli en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023

La carte précédente nous informe de la variabilité de présence inter saisons de l'espèce dans le golfe du Lion. Le Puffin de Scopoli n'a pas été contacté en hiver alors qu'il a été noté durant les 3 autres saisons (printemps/été et automne) au cours des suivis 2022/2023. L'espèce étant strictement migratrice dans nos régions, elle disparaît totalement du golfe du Lion en hiver pour rejoindre ses quartiers d'hiver en Atlantique. Aucune zone de présence préférentielle ne se dégage et l'espèce se regroupe sur des zones variant en fonction des saisons, ce qui reflète vraisemblablement la disponibilité alimentaire.

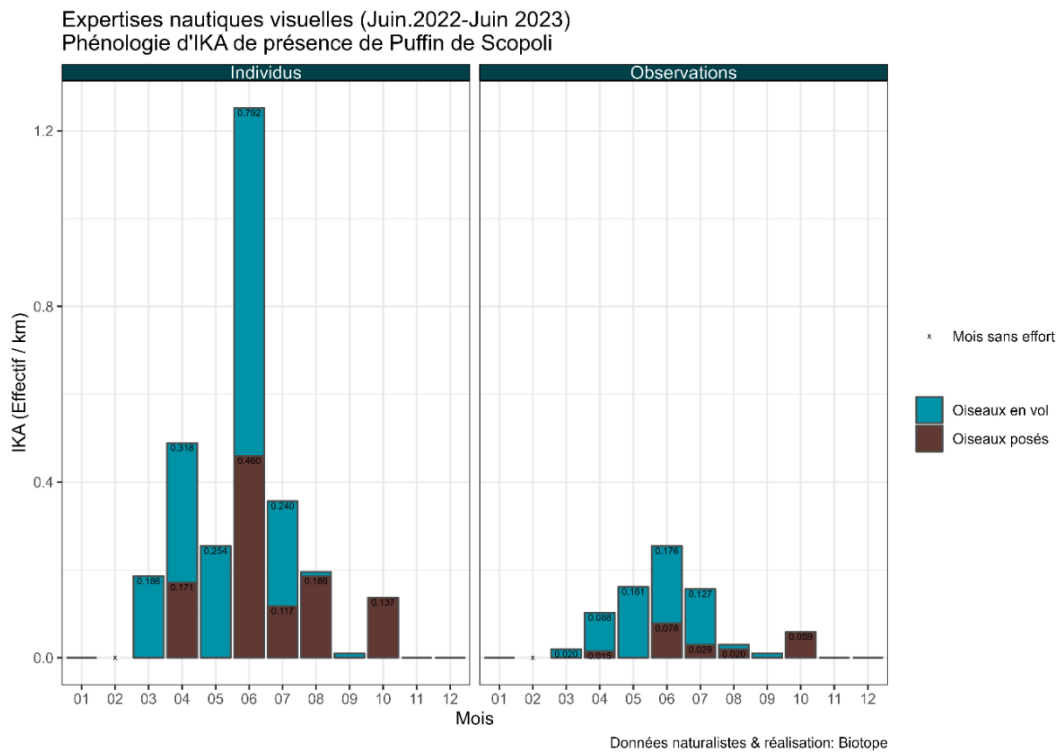


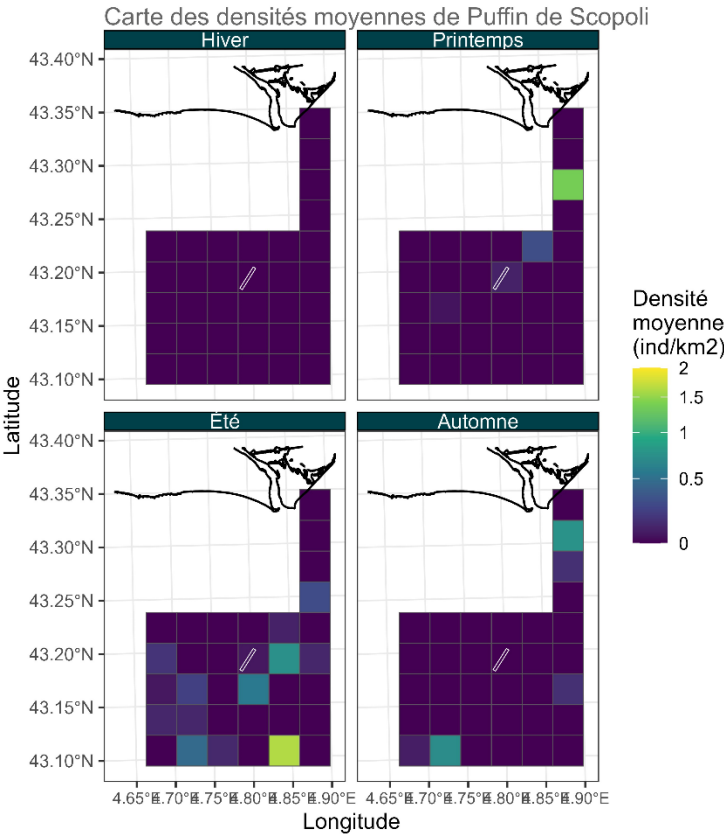
Figure 38 : Phénologie d'IKA du Puffin de Scopoli pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Le Puffin de Scopoli est présent de mars à octobre sur la zone d'étude rapprochée. Les densités maximales calculées concernent le mois d'avril (environ 0.95 ind. / km²) et le mois de juin (0.9 ind. / km²).

Tableau 47 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour le Puffin de Scopoli - Juin 2022 à Juin 2023

Mois	Espèce	Densités oiseaux en vol snapshot	Densité oiseaux posés (strip transect ou distance sampling)	Densité Total (Ind. /km²)
01	Puffin de Scopoli	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
02	Puffin de Scopoli			
03	Puffin de Scopoli	0,02 (0-0,24)	0 (0-0)	0,02
04	Puffin de Scopoli	0,02 (0-0,24)	4,06 (0-0,93)	0,95
05	Puffin de Scopoli	0,05 (0-0,47)	0 (0-0)	0,05
06	Puffin de Scopoli	0,18 (0-0,71)	1,83 (0,05-0,71)	0,88
07	Puffin de Scopoli	0,05 (0-0,47)	0,46 (0-0,16)	0,21
08	Puffin de Scopoli	0 (0-0)	0,8 (0-0,23)	0,23
09	Puffin de Scopoli	0,03 (0-0,24)	0 (0-0)	0,03
10	Puffin de Scopoli	0 (0-0)	1,62 (0-0,67)	0,67
11	Puffin de Scopoli	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00
12	Puffin de Scopoli	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



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

Carte 37 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour le Puffin de Scopoli – Juin 2022 à Juin 2023

3.7.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Le Puffin de Scopoli a été observé de mai à août lors des expertises de l'état initial. La densité maximale calculée est de 0.6 ind. / km² au mois d'août, ce qui est légèrement inférieur aux valeurs calculées lors de l'état de référence. La période de présence de l'espèce était plus étendue lors de l'état de référence par rapport à l'état initial.

En ce qui concerne la répartition géographique des observations, l'ensemble de la zone d'étude rapprochée a été fréquentée lors de la période de plus forte présence de l'espèce (été), aussi bien lors de l'état initial que lors de l'état de référence.

3.7.4 Analyse des comportements

3.7.4.1 Comportement de recherche alimentaire

Tableau 48. Proportion d'individus de puffin de Scopoli posé et en vol.

Espèces	Etat de référence (2022/2023)				Phase de construction (octobre 2023)	
	Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Puffin de Scopoli	50%	16%	50%	84%	12%	88%



L'espèce est plus souvent observée en vol que posée lors des expertises nautiques de l'état de référence et des expertises aériennes de la phase de construction. Concernant les expertises aériennes visuelles de l'état de référence, autant d'individus en vol que posé ont été observés.

3.7.4.2 Analyse des hauteurs de vol

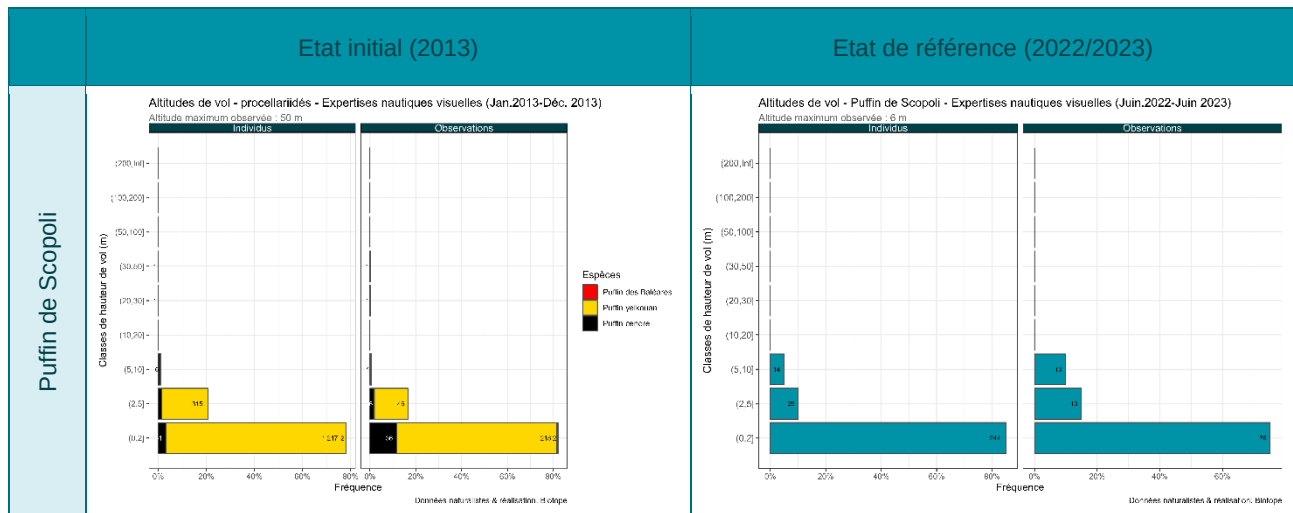


Figure 39 : Hauteurs de vol du Puffin cendré/de Scopoli lors des suivis par bateau - état initial (2013) et état de référence (2022/2023)

Les observations de Puffin de Scopoli en vol au-dessus de 10 m d'altitude sont très rares. Ainsi, seuls 2 individus ont été observés (durant l'état initial uniquement) à des altitudes supérieures (20-30m et 30-50m) sur l'ensemble des Puffins de Scopoli dont l'altitude a pu être estimée. La grande majorité des individus observés en vol se déplaçait à moins de 2m d'altitude. Ceci doit cependant être pondéré car les sorties nautiques ont été réalisées par conditions météorologiques calmes. D'après notre retour d'expérience, on sait que lorsque le vent est fort, ces oiseaux décrivent des orbites qui peuvent les amener à des altitudes relativement élevées (entre 10 et 50 m).

3.7.5 Synthèse

Le Puffin de Scopoli est présent à l'échelle de la zone d'étude élargie de mars à octobre, les densités d'individus les plus importantes ayant été calculées au printemps et en été.

L'ensemble de la zone d'étude élargie est fréquenté durant la période de présence de l'espèce, sans que des zones préférentielles ne soient mises en évidence. La zone d'étude rapprochée et la zone de projet sont utilisées par l'espèce de manière régulière.



3.8 Océanite tempête (Hydrobatidés) – Synthèse des données 2013 et 2022/2023

3.8.1 Données générales

3.8.1.1 Zoom sur les données bibliographiques



En période de reproduction

L'Océanite tempête est l'oiseau pélagique le plus petit d'Europe, avec 36 à 39 cm d'envergure.

L'effectif de la population européenne d'Océanite tempête est estimé à un demi-million de couples, dont plus de 95 % concernent la forme nominale qui se reproduit sur les îles d'Atlantique, depuis les pays du nord de l'Europe (Danemark, Royaume-Uni, Irlande, Islande, et Norvège) jusqu'aux îles bretonnes (France), et, des côtes espagnoles jusqu'aux îles des Canaries (Brooke, 2004).

La Méditerranée abrite une sous-espèce de l'espèce : l'Océanite tempête de Méditerranée, *Hydrobates pelagicus melitensis*. Sa répartition sur l'ensemble de la mer Méditerranée est encore mal connue, en partie du fait de ses mœurs particulièrement discrètes, des sites de nidification difficiles d'accès et de ses effectifs réduits. Les données de recensement et de suivi disponibles permettent d'estimer l'effectif de la population méditerranéenne connue entre 13 000 et 17 000 couples, avec trois noyaux de population importants identifiés à Malte, en Sicile et aux Baléares (Birdlife, 2020).

En France, l'Océanite tempête de Méditerranée est un nicheur rare, localisé au niveau des îles rocheuses de Corse (îles Cerbicale) et en Provence, sur les îles de Riou (Marseille) et peut-être à Port-Cros (Hyères).

La population totale en Méditerranée française était estimée à environ 300 couples à la fin des années 1990 (Cadiou op. cit.), mais à seulement 40 à 50 couples en 2009 (Debize&Mante 2012).

Hormis les données en milieu insulaire, les observations proviennent essentiellement de sorties en haute mer. L'espèce semble régulière dans la partie sud/sud-ouest du golfe du Lion (Beaubrun et al. 2000) au niveau des Pyrénées-Orientales, mais également en face de l'Hérault, plus rarement au large de la Camargue, du Var (îles d'Hyères) et des Alpes-Maritimes. Contactée à l'unité, un effectif record de 66 individus fut toutefois comptabilisé le 6 juin 2002 au large de la Grande-Motte. Les mentions depuis la côte sont occasionnelles, réalisées généralement suite à des tempêtes ou à de forts vents marins. Elle est régulièrement notée face à la Camargue. Les observations sont effectuées principalement lors de la période prénuptiale, d'avril à juin, et plus marginalement lors du passage postnuptial, d'août à novembre (données issues de Issa 2008).

Îles marseillaises	Îles d'Hyères	Corse
< 4-8 couples	0 ?	8 couples

Tableau 49 : Populations de l'Océanite tempête sur les îles marseillaises, d'Hyères et Corse (GISOM, 2023)

La saison de reproduction a lieu d'avril (formation des couples) à septembre-octobre (envol des derniers juvéniles).



L'unique œuf du couple est pondu entre la deuxième quinzaine d'avril et la première semaine de juillet, avec un optimum en mai. Les poussins, éclos entre mi-juin et mi-août après six semaines d'incubation, sont laissés seuls au nid à l'âge de 1 semaine, les adultes ne revenant que la nuit pour les nourrir. Vers l'âge de 10 semaines, ils prennent leur envol et les derniers juvéniles désertent les colonies en octobre.

	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct
Accouplement												
Ponte												
Eclosion												
Envol												

Figure 40 : Cycle biologique de l'océanite tempête

En période internuptiale

La majorité des oiseaux ne semble pas quitter le bassin méditerranéen durant la période internuptiale (Wernhahm et al., 2002 ; Paterson 1997).

3.8.1.2 Zoom sur les données de PGL

Le tableau suivant résume la phénologie de l'Océanite tempête rencontrée lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

Espèce	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Océanite tempête	Été, automne	Août	Automne, printemps, été	Juin

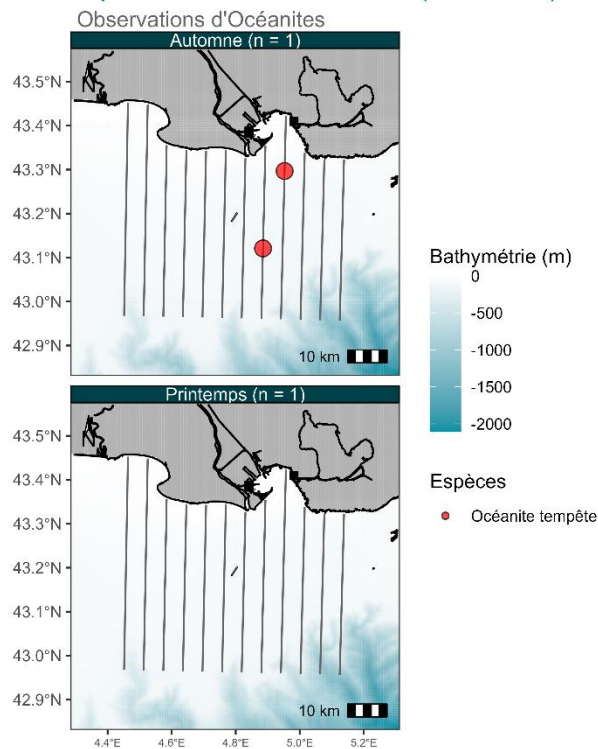
Tableau 50. Résumé de la phénologie de l'Océanite tempête extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.8.2 Résultats des expertises par avion

3.8.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

3 Océanite ont été observées au courant de l'automne 2022 et 2023 (3 ind. lors de la sortie aérienne du 7/11/2022 et 1 ind. indéterminé mais probablement O. tempête le 13/10/2023).

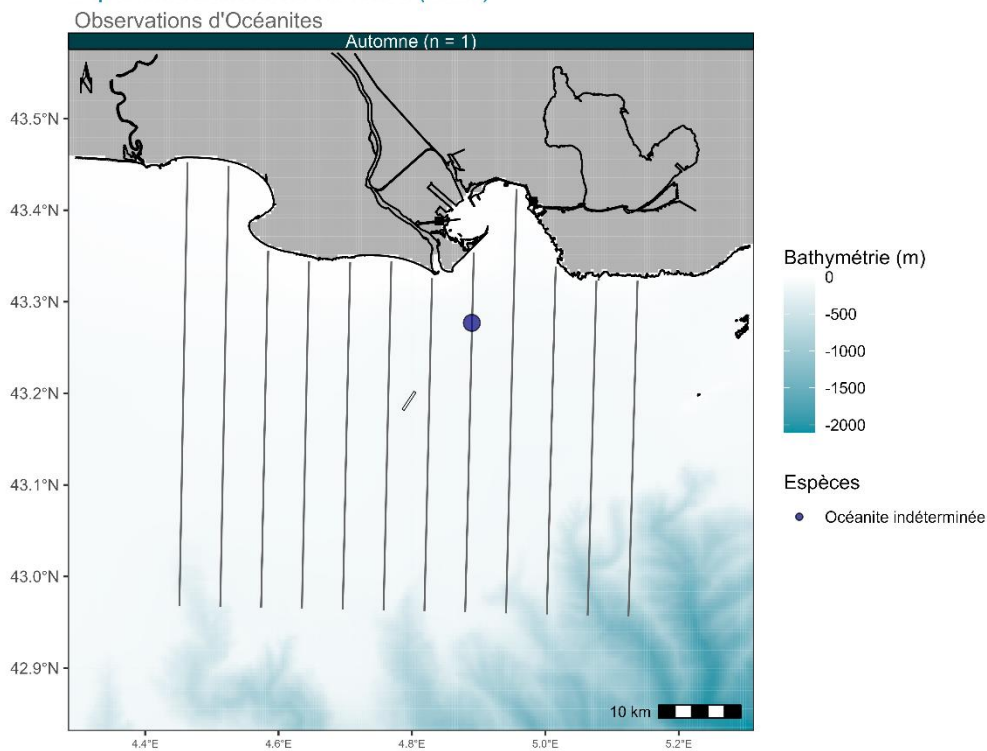
Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



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

Carte 38 : Observations d'Océanite sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

Expertises aériennes visuelles (2023)



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

Carte 39 : Observations d'Océanite sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction

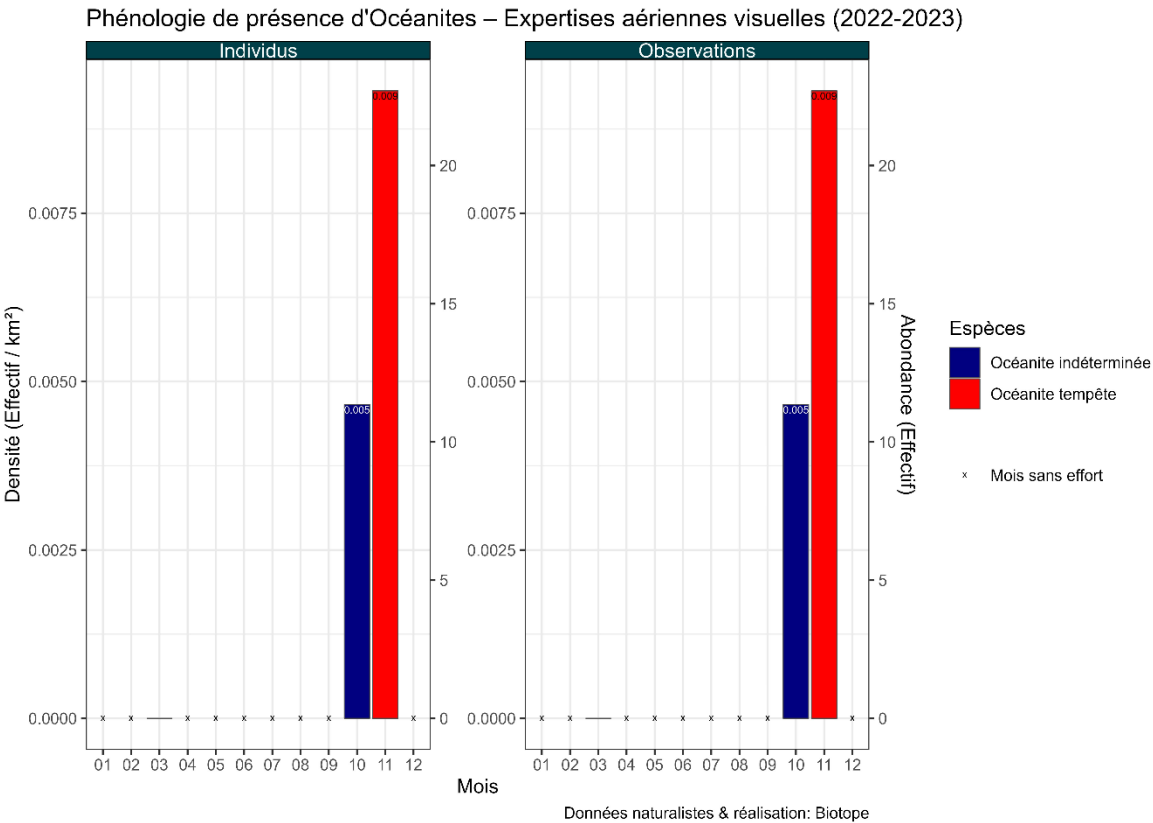
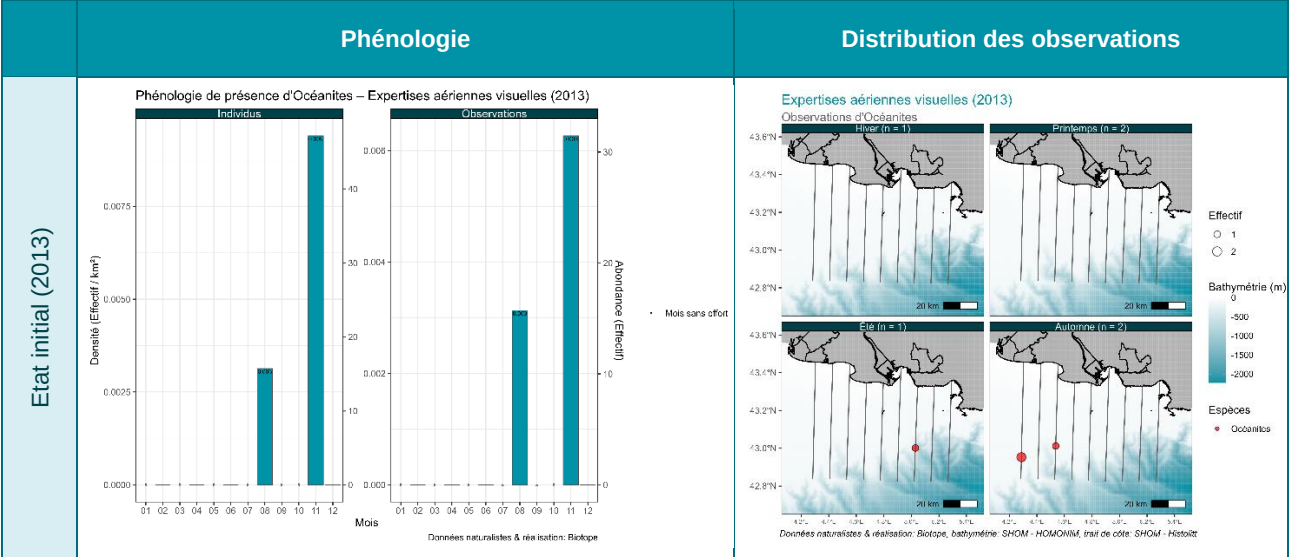


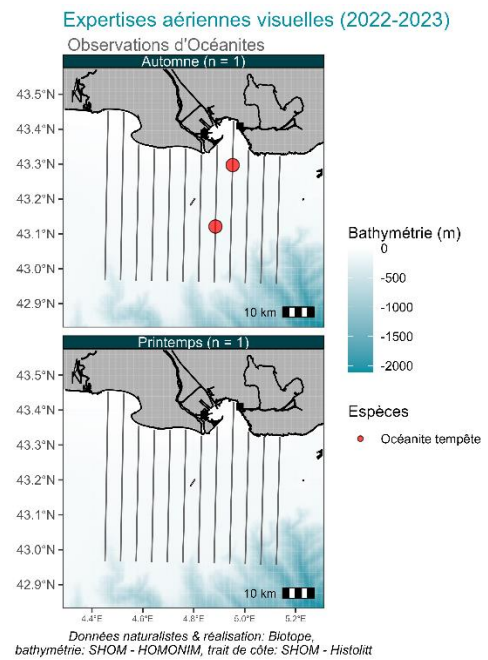
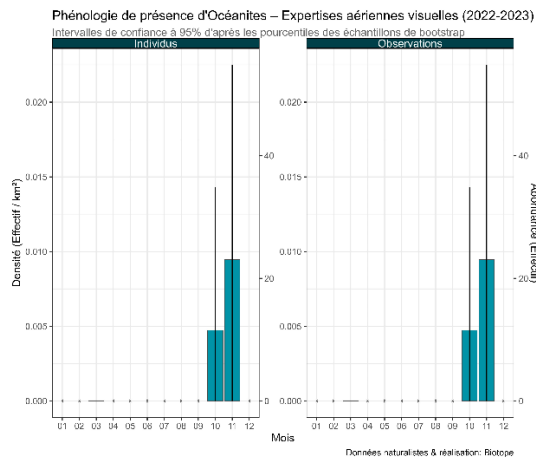
Figure 41 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations de l'Océanite sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)

3.8.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 51. Phénologies et cartes des observations de l'océanite – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

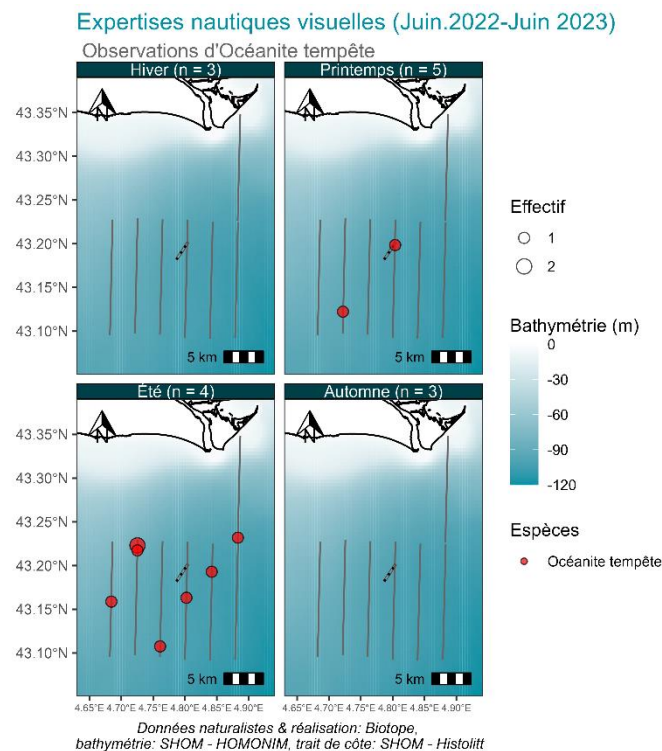


Etat de référence (2022/2023)



3.8.3 Résultats des expertises par bateau

3.8.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)



Carte 40 : Observations de l'océanite tempête en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

Sur l'aire d'étude, 10 individus ont été observés au cours des 15 sorties : 4 en juin 2022, 1 en juillet 2022, 2 en avril 2023 et 3 en mai 2023. L'espèce est absente de la zone d'étude en hivers et en automne et la présence semble plus marquée en

été. Les observations sont diffuses sur l'aire d'étude immédiates et la zone d'implantation était fréquentée lors des deux saisons d'observation de l'espèce sur la zone.

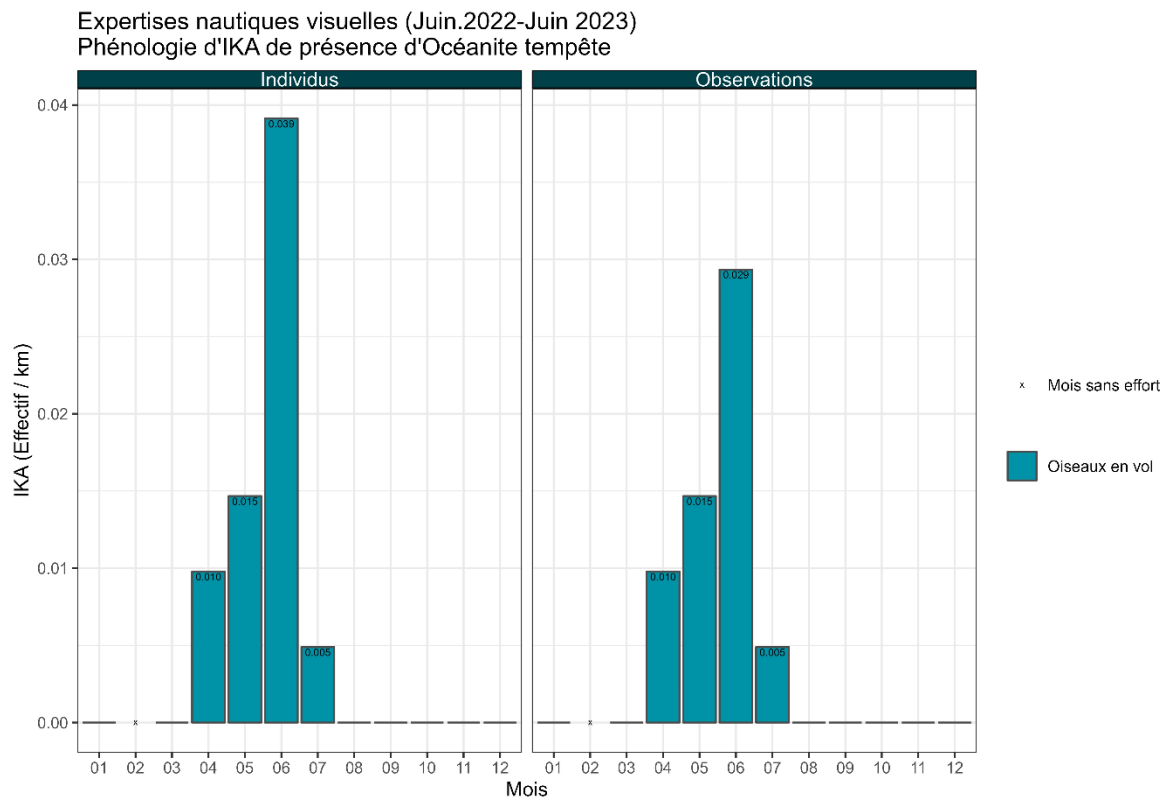
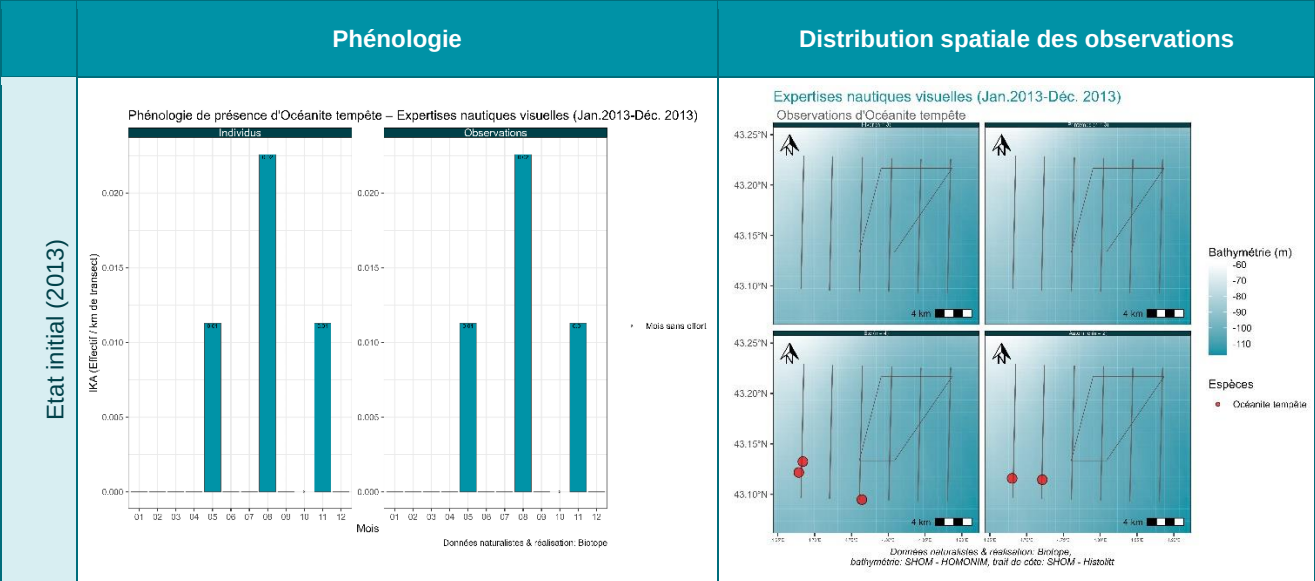


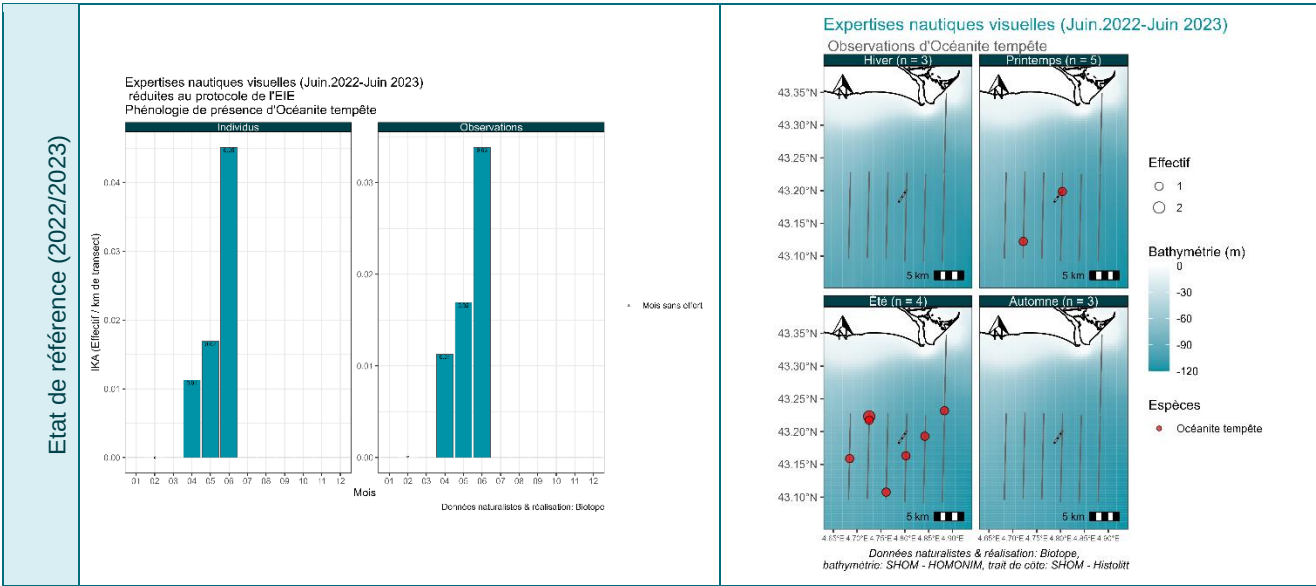
Figure 42 : Phénologie d'IKA de l'Océanite tempête pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Du fait des faibles effectifs observés, cette espèce ne fait pas l'objet d'une carte de grille de densité.

3.8.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 52. Phénologies et cartes de densités moyennes de l'océanite tempête – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)





L'état initial montre des observations globalement pélagiques et hors zone d'implantation des éoliennes alors que lors de l'état de référence, des oiseaux ont été aperçu dans la zone d'implantation. Toutefois, du fait du caractère aléatoires et occasionnel des observations, il apparait difficile ici d'interpréter les différences de répartition entre l'état initial et l'état de référence.

3.8.4 Analyse des comportements

3.8.4.1 Comportement de recherche alimentaire

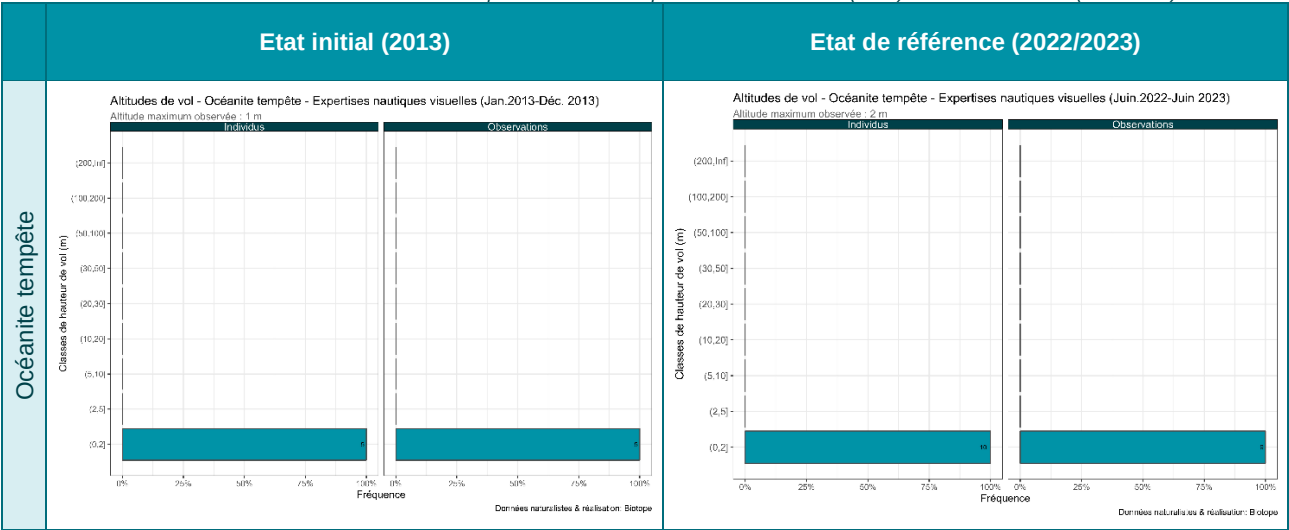
Tableau 53. Proportion d'individus d'océanites posé et en vol.

Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)				Phase de construction (octobre 2023)	
	Posé		En vol		Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Océanite tempête	-	0%	-	100%	-	0%	-	100%	-	-
Océanites	0%	-	100%	-	0%	-	100%	-	0%	100%



3.8.4.2 Analyse des hauteurs de vol

Tableau 54. Hauteurs de vol de l’océanite tempête lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).



Les océanites ont des caractéristiques de vol particulières au-dessus de la surface de l'eau à faible altitude. Tous les oiseaux observés lors des expertises de l'état initial et de l'état de référence volaient à des altitudes inférieures à 2 mètres.

3.8.5 Synthèse

L'Océanite tempête est ponctuellement présente à l'échelle de la zone d'étude élargie du printemps à l'automne. Les densités d'individus sont globalement faibles en lien avec l'état de conservation de la population locale.

L'ensemble de la zone d'étude élargie est fréquenté durant la période de présence de l'espèce, sans que des zones préférentielles ne soient mises en évidence. La zone d'étude rapprochée et la zone de projet sont utilisées par l'espèce.



3.9 Fou de Bassan (Sulidés) – Synthèse des données 2013 et 2022/2023



3.9.1 Données générales

3.9.1.1 Zoom sur les données bibliographiques

En période de reproduction

Le Fou de Bassan (*Morus bassanus*) est réparti des deux côtés de l'Atlantique. Il niche en France, Royaume-Uni, Irlande, Islande, Norvège et Canada, et hiverne en Atlantique jusqu'à l'équateur et en Méditerranée. La population européenne, qui concentre 75 % à 94 % de la population mondiale, est estimée à environ 300 000 couples. En France, près de 22 000 couples ont été dénombrés en 2012, essentiellement dans le département de la Manche.

En Méditerranée, quelques couples tentent de nicher depuis les années 1990 dans des ports de plaisance de Provence : quelques tentatives de nidification de couples isolés ont été constatées dans le port de Sausset-les-Pins (Vidal et al. 1995), Bandol (Zotier et al. 1996) et à Port-Frioul (Fernandez & Bayle 1994) dans les Bouches-du-Rhône. La reproduction avec succès est observée en 1993, notamment dans le port de Carry le Rouet. D'autres tentatives de reproduction ont également eu lieu courant des années 2000 dans différents ports provençaux mais sans succès suite à des destructions.

En période internuptiale

De façon plus générale, le Fou de Bassan est en Méditerranée un migrateur et un hivernant commun dont les effectifs sont en constante augmentation depuis les années 1990. Il est présent toute l'année en PACA comme dans le Languedoc-Roussillon, et régulièrement noté sur les pointes camarguaises, le Cap Ferrat, le Cap d'Antibes, les îles d'Hyères, Gruissan, Leucate, Port-la-Nouvelle, Le-Grau-du-Roi, Canet-Plage et le Cap Béar. Il est habituellement signalé d'octobre à mai, avec le passage postnuptial détecté en octobre dans le Languedoc-Roussillon et en novembre en PACA. Lors de vents marins, plusieurs centaines d'oiseaux peuvent être observés - par exemple 385 individus le 16 octobre 2004 en face de Canet-Plage – témoignant d'un passage important au large. Durant la période hivernale, de décembre à mars, l'espèce est bien présente le long des côtes comme en haute mer. Le passage prénuptial est perceptible en avril, notamment dans le Languedoc-Roussillon et se poursuit en mai. De juin à septembre, période de faible présence, quelques estivants sont notés le long du littoral.

3.9.1.2 Zoom sur les données de PGL

Le tableau suivant résume la phénologie du Fou de Bassan rencontré lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

	Etat initial (2013)	Etat de référence (2022/2023)
--	---------------------	-------------------------------

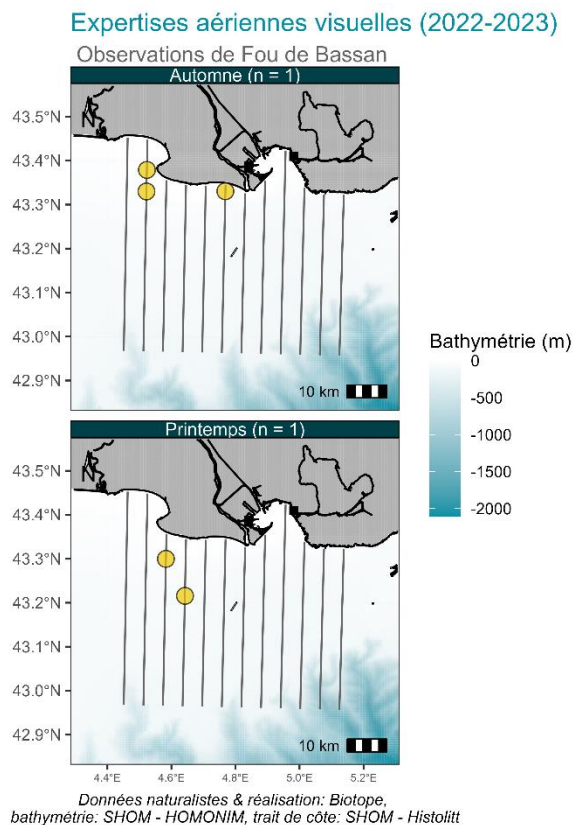
Espèce	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Fou de Bassan	4 saisons	Mai	Eté, printemps	Mai

Tableau 55. Résumé de la phénologie du Fou de Bassan extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

Le pic de présence du Fou de Bassan sur la zone d'étude est observée en mai, cela coïncide avec les observations habituelles dans la zone et répertoriées dans la bibliographie.

3.9.2 Résultats des expertises par avion

3.9.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)



Carte 41 : Observations de Fou de Bassan sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

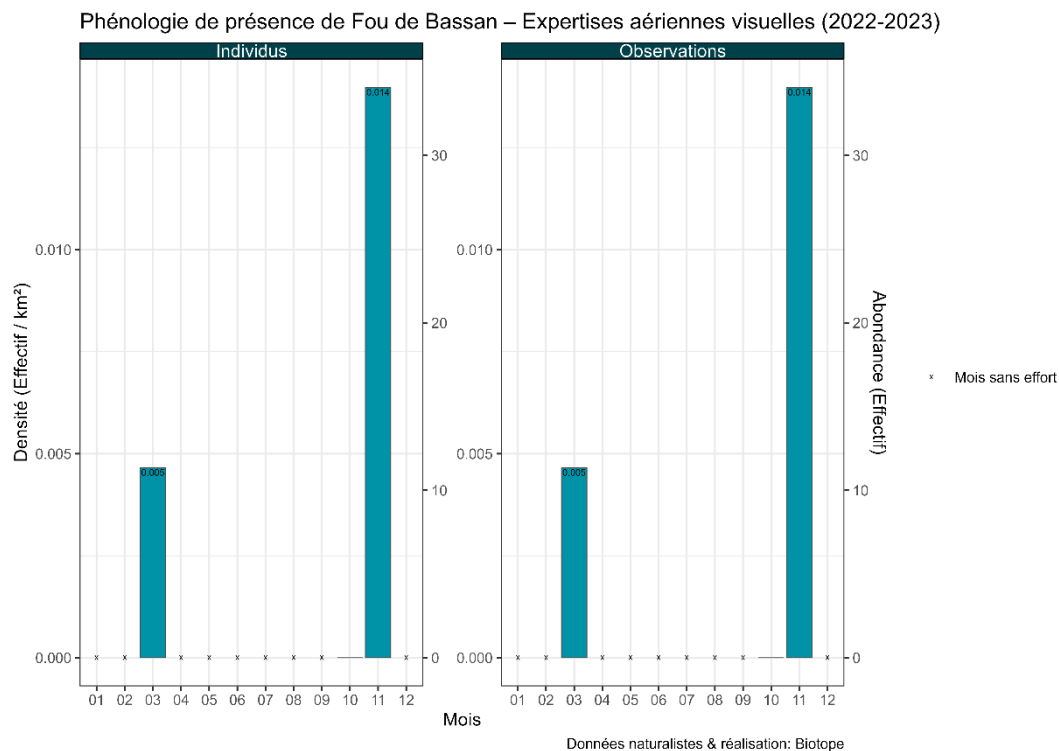
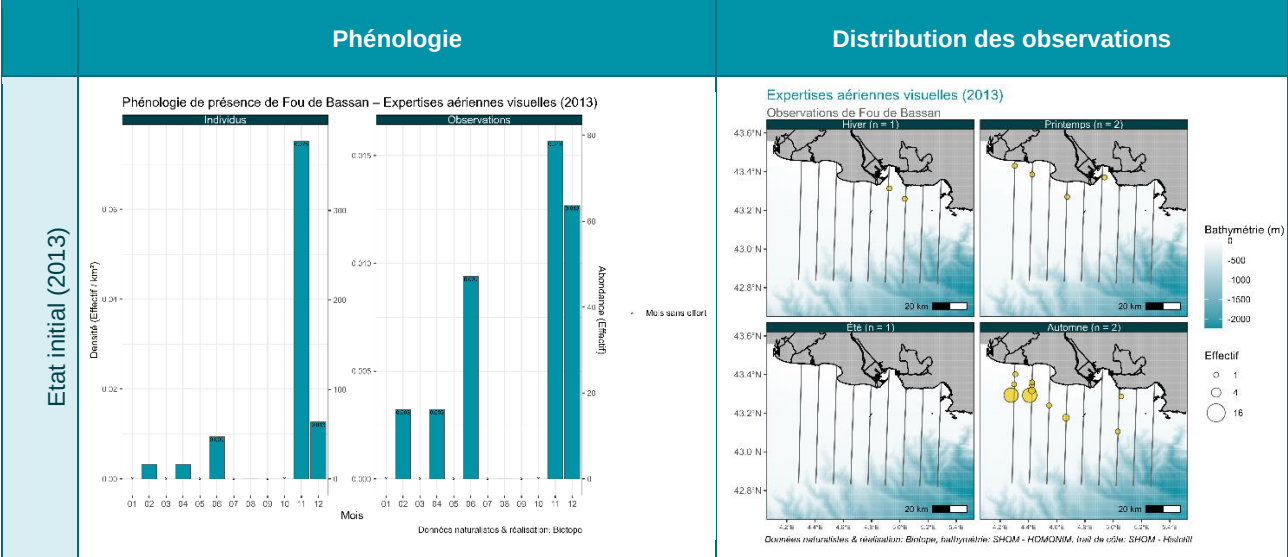


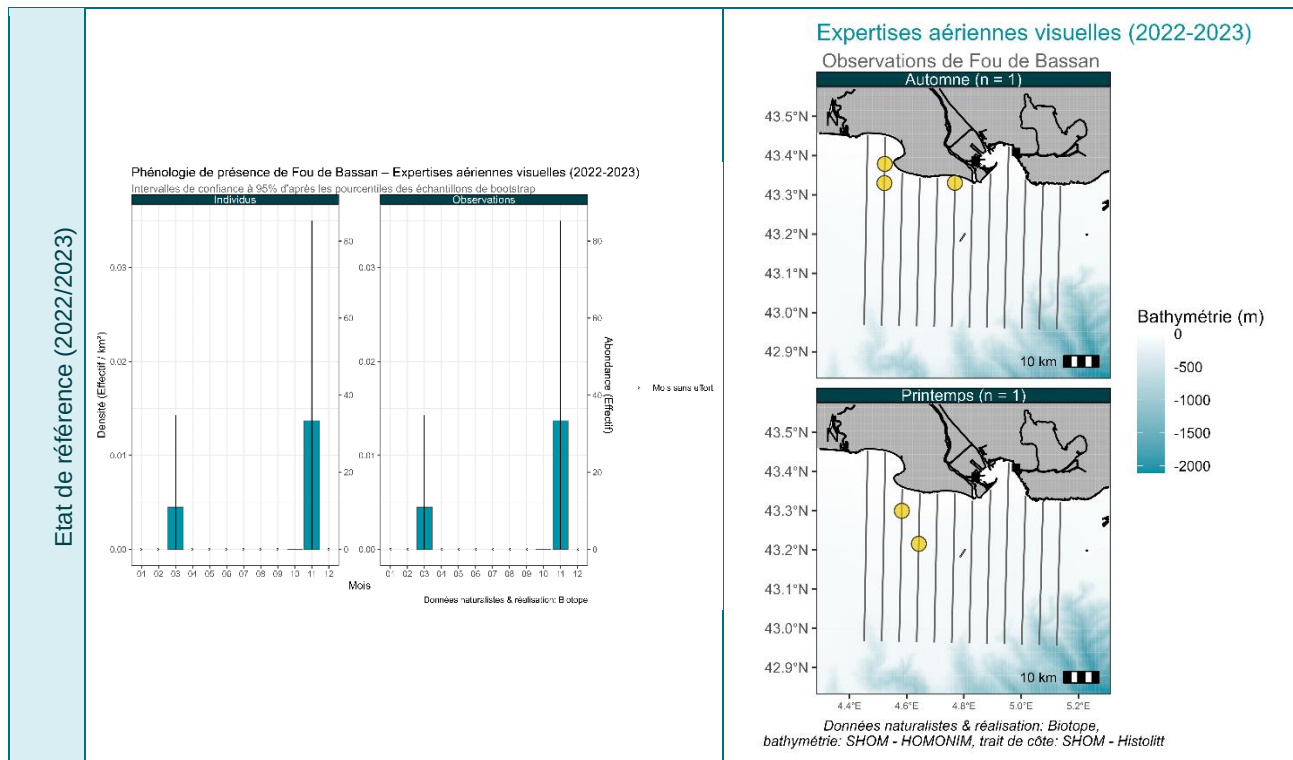
Figure 43 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations du Fou de Bassan sur l'aide d'étude élargie.

Le Fou de Bassan a été observé pendant les 2 campagnes aériennes de l'état de référence qui se sont déroulées en mars puis en novembre (saisons de la migration). Les effectifs sont faibles et correspondent à des individus isolés. L'espèce a été observée sur la bande côtière de l'aire d'étude élargie.

3.9.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 56. Phénologies et cartes des observations du Fou de Bassan – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

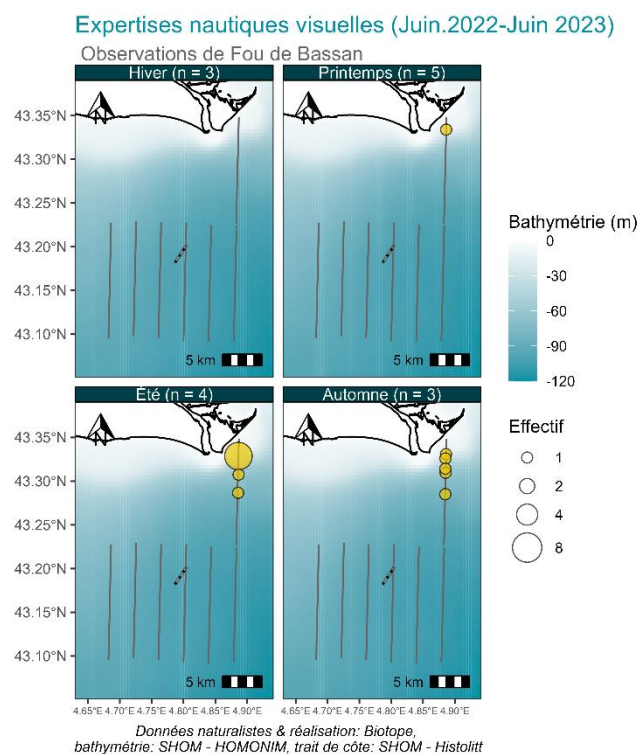




Durant l'état initial, le Fou de Bassan a été observé en toute saison hors saison estivale. L'espèce a été observée relativement proche des côtes durant l'état initial et l'état de référence. La bande côtière semble donc attractive pour l'espèce.

3.9.3 Résultats des expertises par bateau

3.9.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)



Carte 42 : Observations de Fou de Bassan en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)



Toutes les observations de Fou de Bassan, enregistrées lors des suivis nautiques, ont été faites sur le transect n°7 à proximité de la côte.

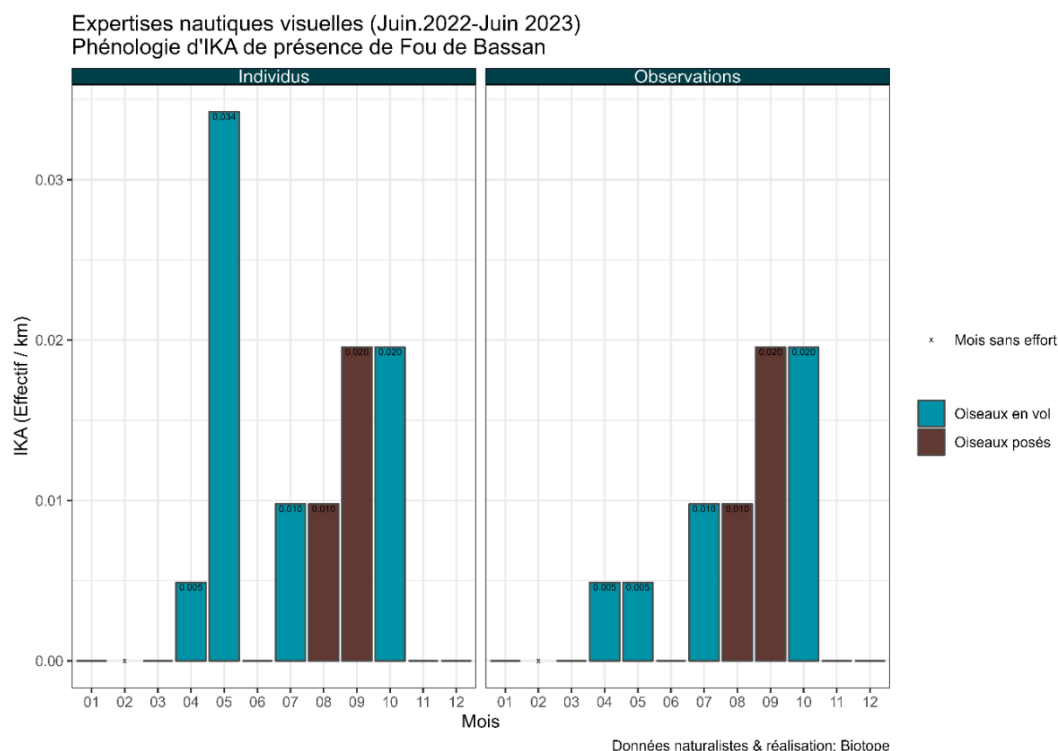
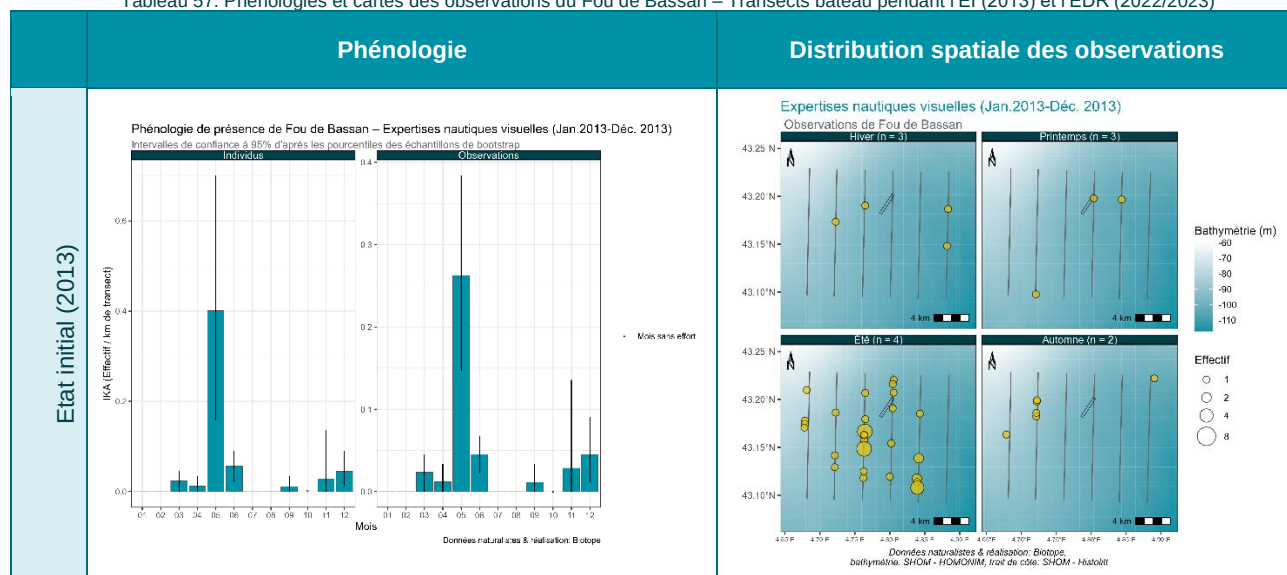


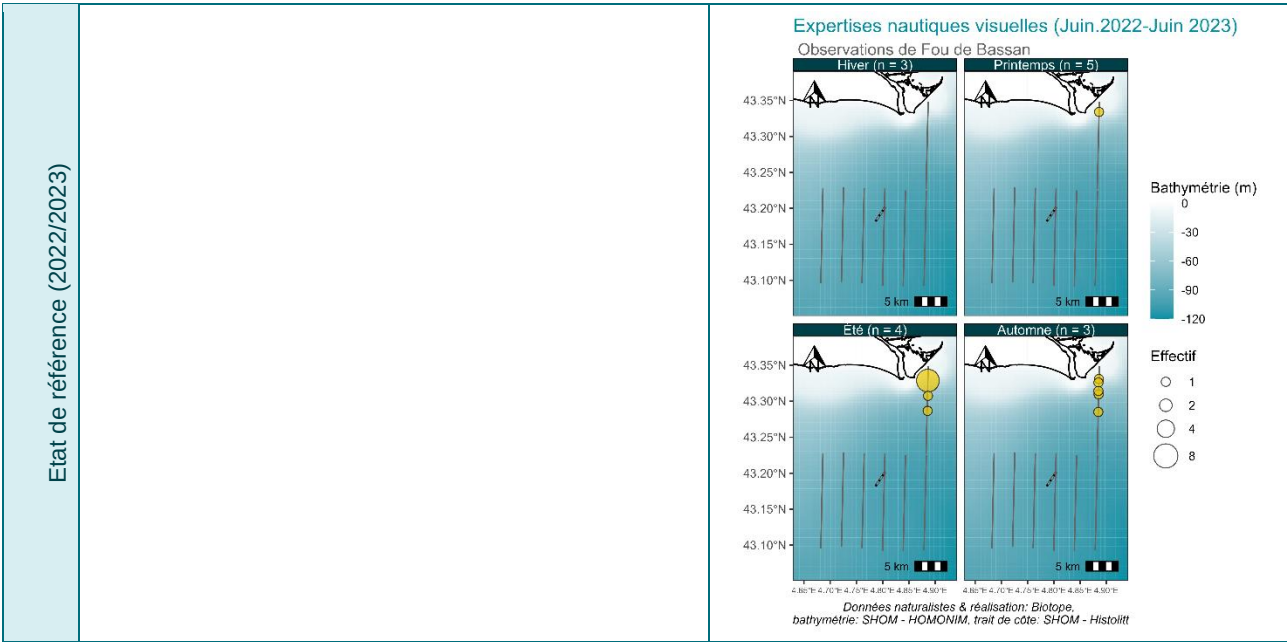
Figure 44 : Phénologie d'IKA du Fou de Bassan pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Sur l'aire d'étude, l'espèce présente un pic de présence en mai mais l'espèce peut être considérée comme présente toute l'année. Le nombre d'individus concerné reste toutefois faible au regard des effectifs qui peuvent être observés depuis le littoral. Du fait des faibles effectifs observés, cette espèce ne fait pas l'objet d'une carte de grille de densité.

3.9.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 57. Phénologies et cartes des observations du Fou de Bassan – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)





Les observations ont été plus nombreuses lors de l'état initial (2013) que lors de l'état de référence (2022/2023). Contrairement à l'état de référence, les observations faites lors de l'état initial ne se cantonnaient pas à la frange littorale, puisque des spécimens ont été observés sur toute la zone prospectée. En revanche, le pic de présence est similaire sur les deux périodes (en l'occurrence en mai).

3.9.1 Analyse des comportements

3.9.1.1 Comportement de recherche alimentaire

Tableau 58. Proportion d'individus de Fou de Bassan posé et en vol.

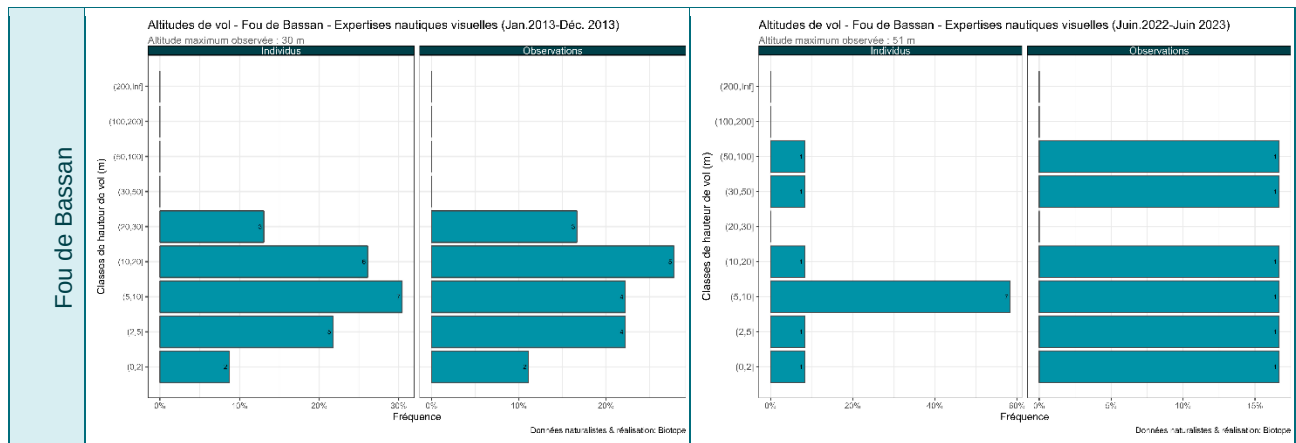
Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)			
	Posé		En vol		Posé		En vol	
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques
Fou de Bassan	32,3%	14,8%	64,7%	85,2%	50%	16,6%	50%	83,4%

Le Fou de Bassan est majoritairement observé en vol que ça soit lors des expertises nautiques de l'état initial ou celles de l'état de référence. Concernant les expertises aériennes de l'état initial, les individus observés étaient principalement en vol alors que pour l'état de référence, il y a autant d'individus en vol que posés qui ont été observés.

3.9.1.2 Analyse des hauteurs de vol

Tableau 59. Hauteurs de vol du Fou de Bassan lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).

Etat initial (2013)	Etat de référence (2022/2023)
---------------------	-------------------------------



Les observations de Fou de Bassan en vol au-dessus de 10 m d'altitude sont communes. Près de la moitié des oiseaux observés volaient à plus de 10 m. Ceci doit cependant être pondéré car les sorties nautiques ont été réalisées par conditions météorologiques calmes et le nombre d'oiseaux observés est faible lors de l'état de référence de 2022/2023. Or, on sait que lorsque le vent est fort, les oiseaux peuvent être amenés à voler relativement haut (au-delà de 30 mètres).

3.9.2 Synthèse

Le Fou de Bassan a été observé en toute saison avec des effectifs relativement faibles. L'espèce a été observée proche des côtes durant l'état initial et l'état de référence. Le golfe de Fos semble être régulièrement fréquenté par des oiseaux isolés.

3.10 Autres espèces marines – Synthèse des données 2013 et 2022/2023

Cette partie concerne les espèces présentes sur le site mais qui ne représentent que quelques observations lors des expertises menées en 2022/2023. Il s'agit notamment :

- Des Alcidés et Cormorans avec le Macareux moine (9 observations – 12 ind.), le Pingouin torda (15 observations -29 ind.) et le Grand Cormoran (3 observations – 3 ind.) ;
- Des Anatidés avec le Canard souchet (1 observation), la Sarcelle d'été (1 observation) et le Tadorne de Belon (1 observation) ;
- Les Stercorariidés avec le Grand Labbe (1 observation), le Labbe parasite (1 observation) et le Labbe pomarin (2 observations).

La liste des espèces occasionnelles sur le site n'est ici pas exhaustive et ne prend en compte que les espèces observées au niveau des transects et intégrées à l'analyse. D'autres espèces sont donc susceptibles de fréquenter la zone d'étude comme les labbes sp., les macreuses ainsi que d'autres espèces aquatiques (grèbes sp.).

3.10.1 Alcidés et Cormorans

3.10.1.1 Données générales

Zoom sur les données bibliographiques



Le **Pingouin torda** (*Alca torda*) est un hivernant assez commun, observé sur l'ensemble du littoral méditerranéen. Le littoral audois constitue une zone d'hivernage importante en Méditerranée française, avec le golfe de Camargue et le golfe d'Aigues-Mortes. L'espèce est généralement contactée à l'unité ou en petits groupes, même si des effectifs conséquents peuvent être signalés lors de déplacements migratoires : 1 356 individus le 28 novembre 2004 à Beauduc/Camargue, 723 individus le 8 janvier 2005 à Beauduc/Camargue et 565 le 7 février 2001 à Leucate ; ces données sont toutefois à relativiser avec la pression d'observation plus importante sur ces sites. L'espèce est notée d'octobre à juillet avec une présence plus importante au cœur de l'hiver, de novembre à février. De mars à juillet, il se fait nettement plus rare sur tout le pourtour méditerranéen.

L'espèce a été peu observée sur l'aire d'étude, souvent posée et plongeant régulièrement, ce qui entraîne une capacité de détection plus faible des individus (15 observations pour 29 individus observés.).



Le **Macareux moine** (*Fracarcula arctica*), noté essentiellement lors de sorties en mer, est d'apparition rare en toute saison sur l'ensemble de la façade méditerranéenne. Les données s'étalent de janvier à décembre avec une présence faible lors de la période hivernale de décembre à février. Les observations sont substantielles d'avril à août avec un pic marqué de mai à juillet. L'espèce n'est plus contactée durant l'automne de septembre à novembre. Sa présence en Méditerranée est probablement sous-détectée du fait de ses mœurs pélagiques (données issues de Issa 2008). Lors de l'état de référence, 9 observations ont été réalisées pour 12 individus contactés.

Le **Grand cormoran** (*Phalacrocorax carbo*) est présent sur l'ensemble du littoral méditerranéen. L'espèce fréquente préférentiellement la bande côtière et les lagunes et peut occasionnellement être observé au large lors de ses déplacements migratoires et locaux ponctuellement observé sur l'aire d'étude en faibles effectifs.

Zoom sur les données de PGL

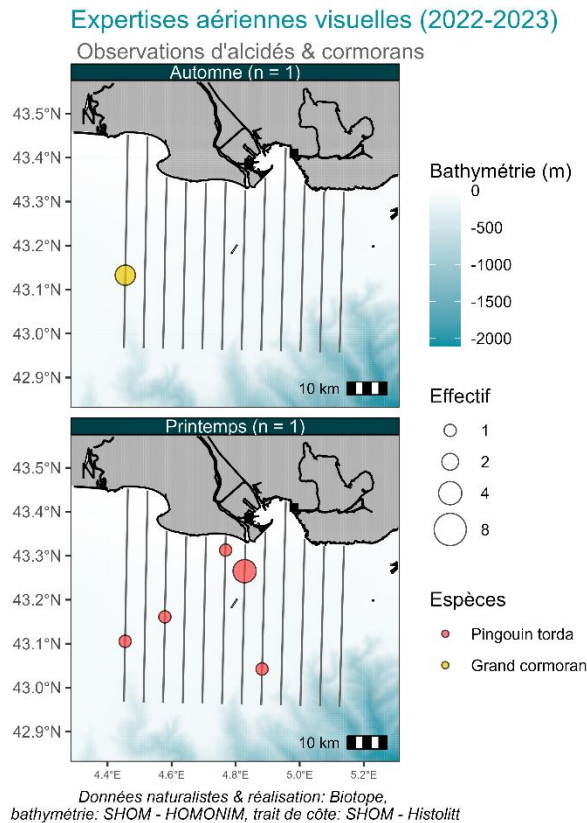
Le tableau suivant résume la phénologie des alcidés et cormorans rencontrés lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023).

	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
Espèces	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Pingouin torda	Hiver, printemps	Janvier	Hiver, printemps	Mars
Macareux moine	-	-	Hiver, printemps, été	Juin
Grand cormoran	Hiver	Janvier	-	-

Tableau 60. Résumé de la phénologie des alcidés et cormorans extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.10.1.2 Résultats des expertises par avion

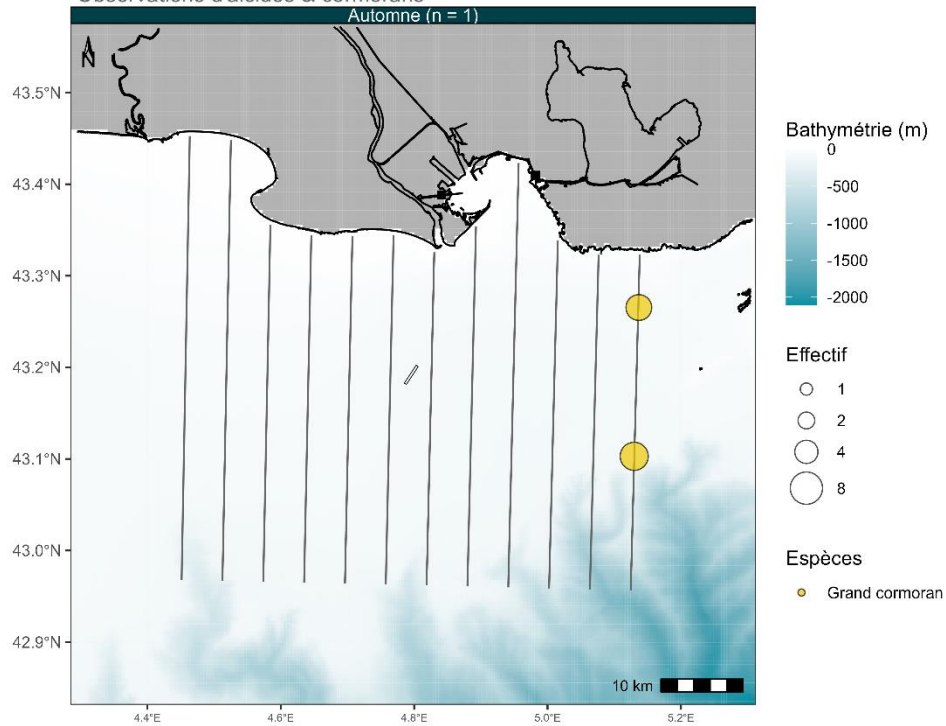
Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)



Carte 43 : Observations d'alcidés et cormorans sur la zone d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence

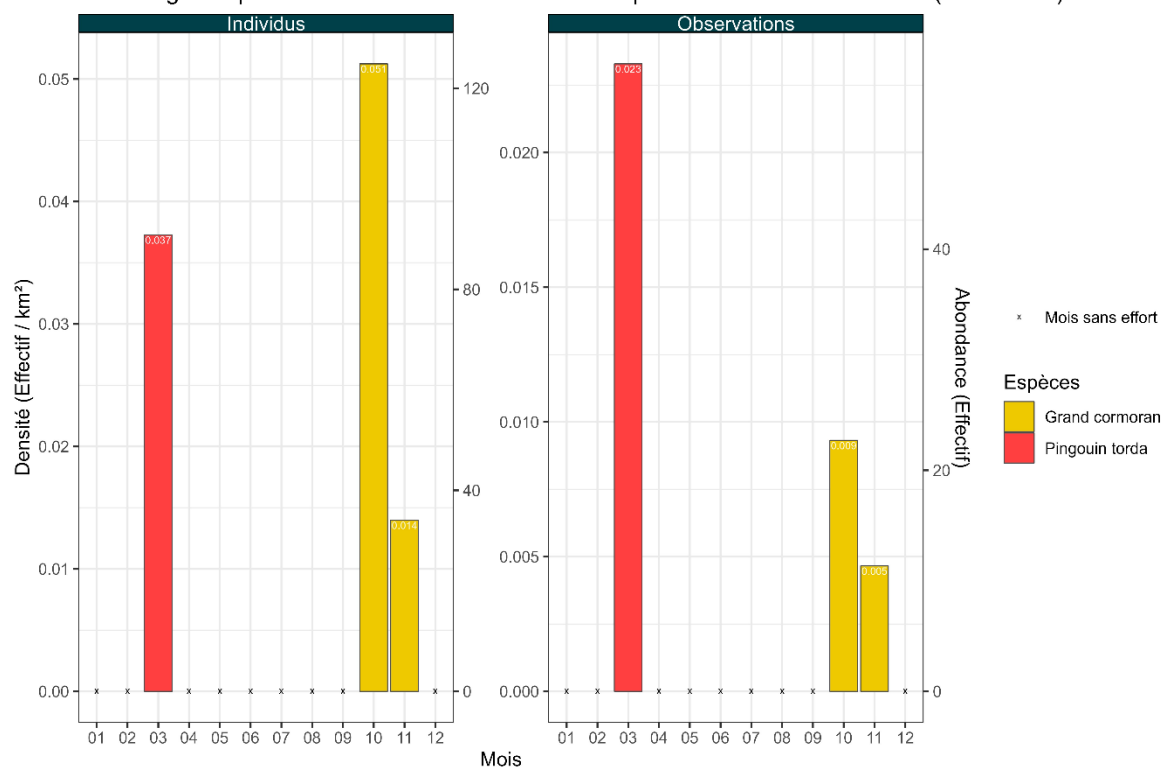
Expertises aériennes visuelles (2023)

Observations d'alcidés & cormorans



Carte 44 : Observations d'alcidés et cormorans sur la zone d'étude élargie – Phase de construction

Phénologie de présence d'alcidés & cormorans – Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



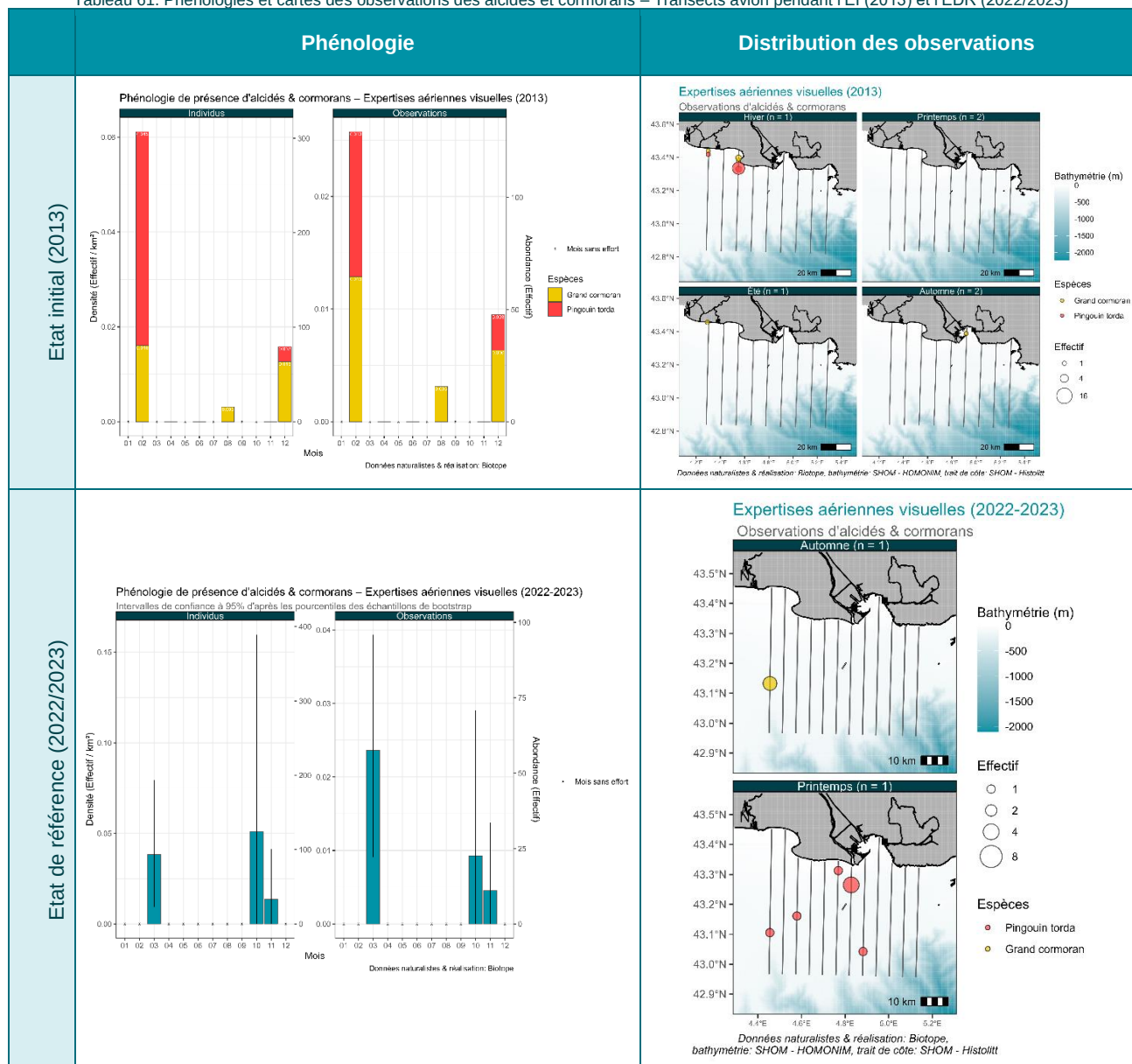
Données naturalistes & réalisation: Biotope

Figure 45 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations d'alcidés et cormorans sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)



Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

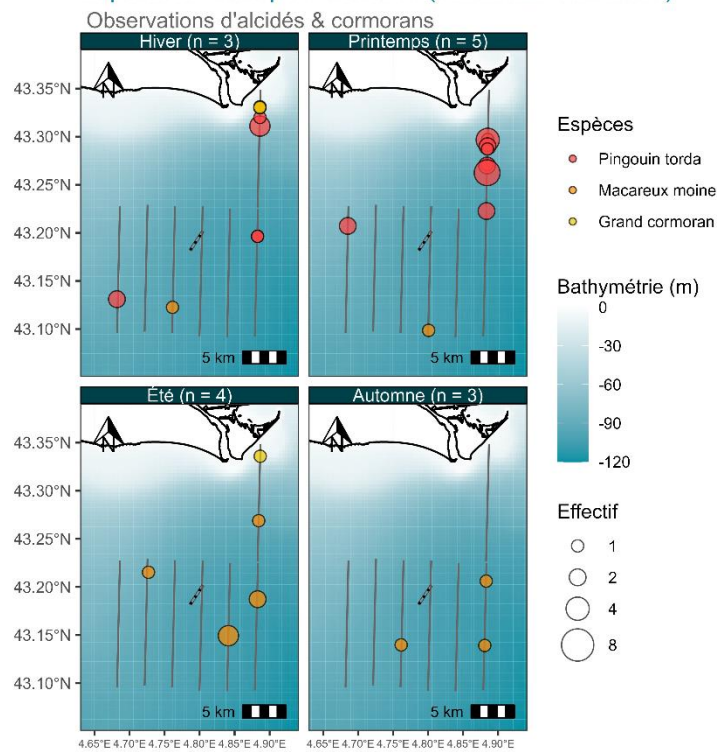
Tableau 61. Phénologies et cartes des observations des alcidés et cormorans – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)



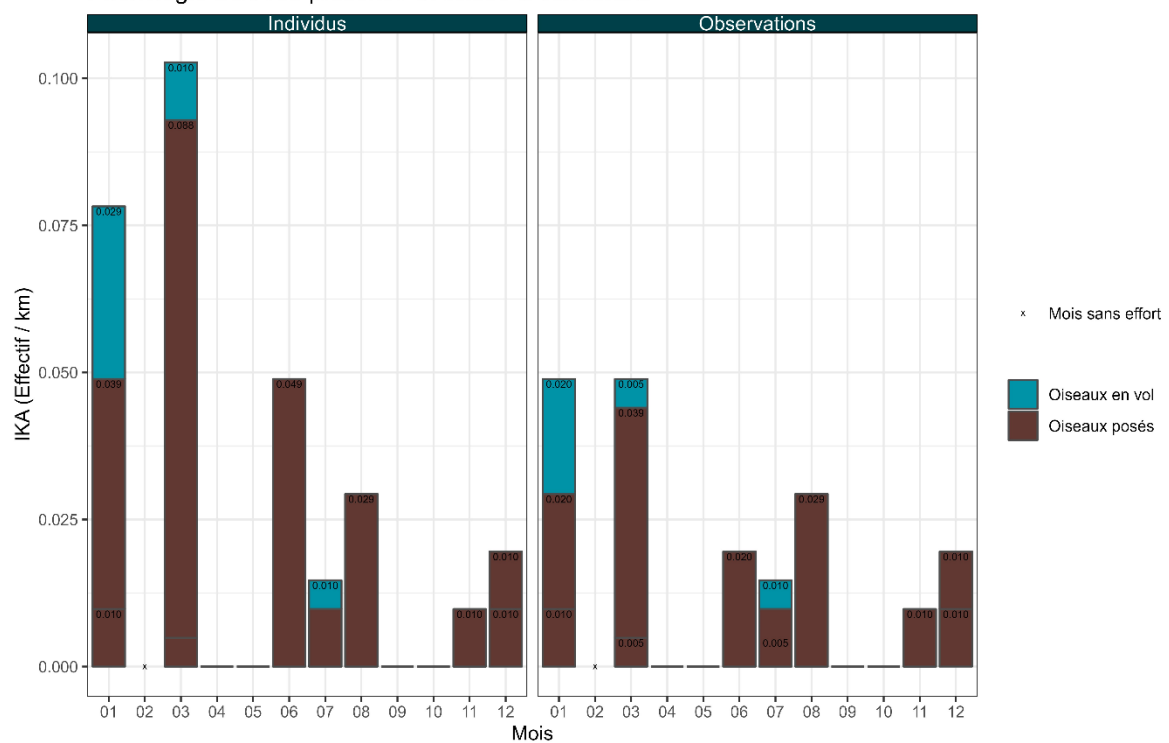
3.10.1.3 Résultats des expertises par bateau

Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



Carte 45 : Observations des alcidés et cormorans en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)
Phénologie d'IKA de présence d'Alcidés & cormorans

Données naturalistes & réalisation: Biotope

Figure 46 : Phénologie d'IKA des alcidés et cormorans pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

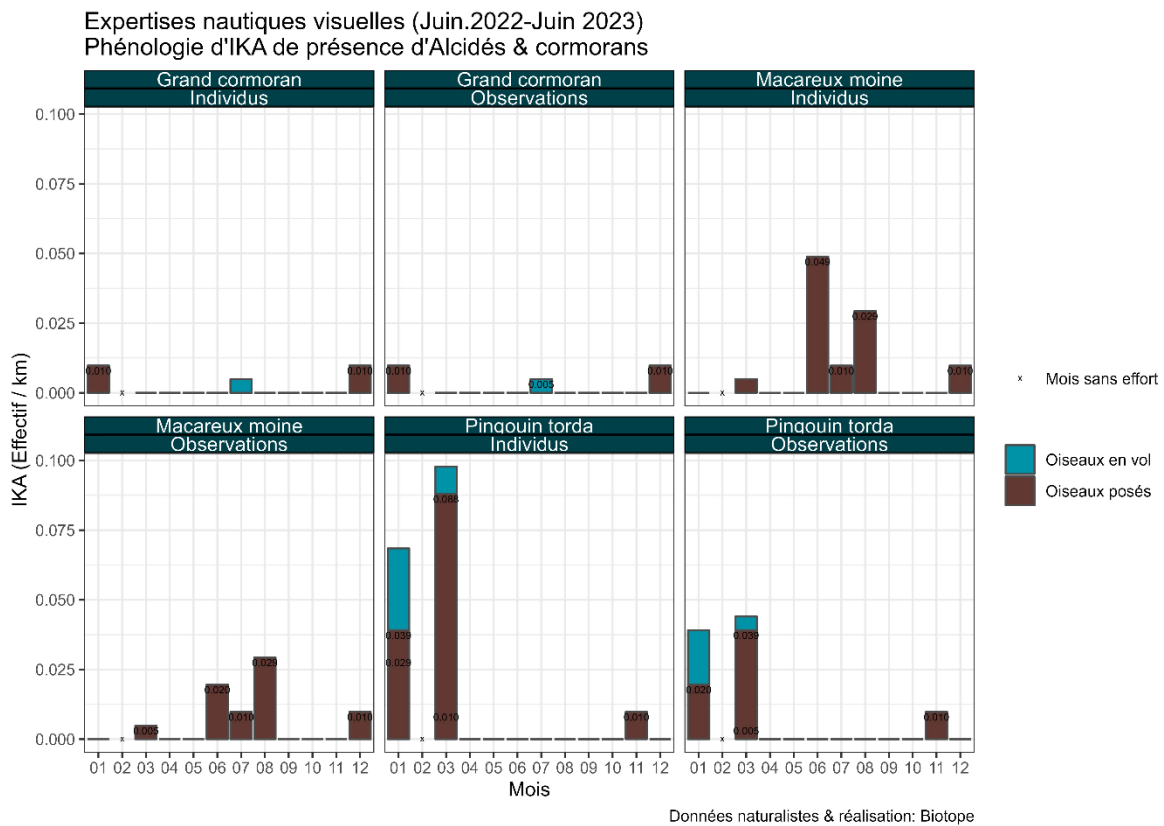
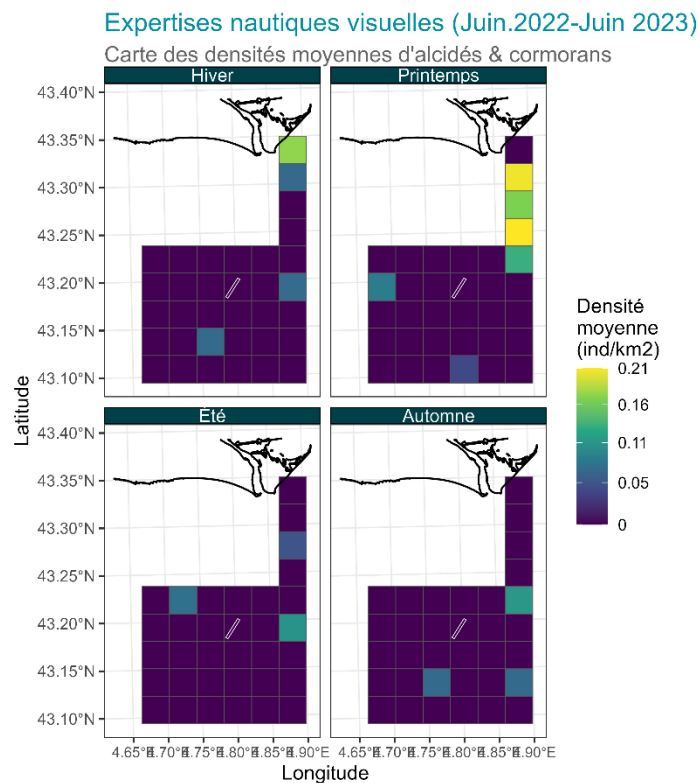


Figure 47 : Phénologie d'IKA des alcidés et cormorans pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023



Carte 46 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les alcidés et cormorans – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 62. Phénologies et cartes de densités moyennes des alcidés et cormorans selon les méthodes strip-transect – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)



3.10.1.4 Analyse des comportements

Comportement de recherche alimentaire

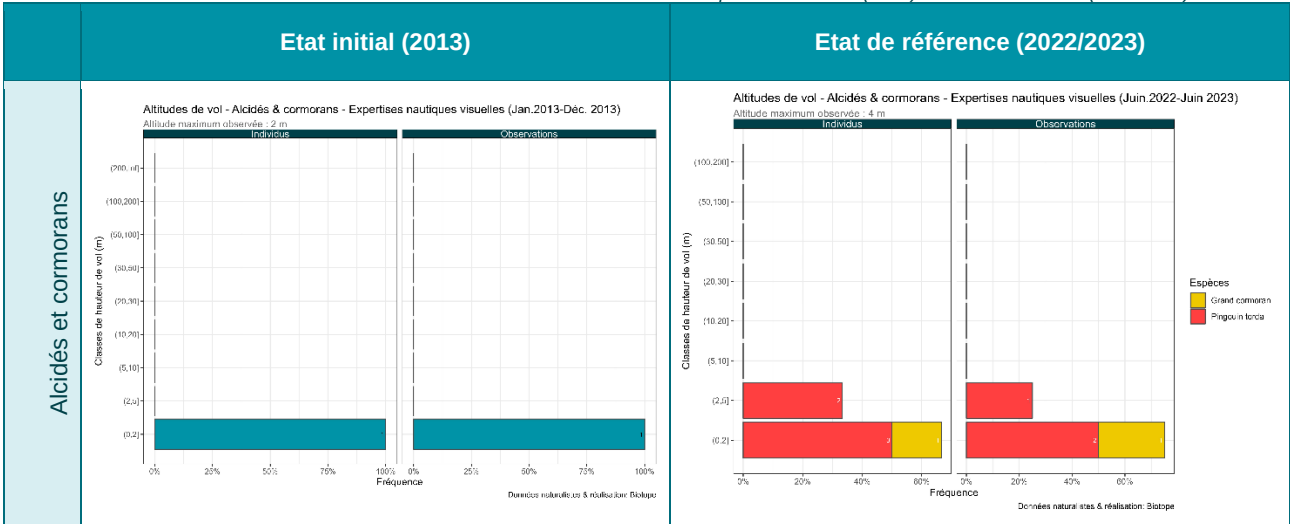
Tableau 63. Proportion d'individus d'alcidés et cormorans posé et en vol.

Etat initial (2013)	Etat de référence (2022/2023)	Phase de construction (octobre 2023)
---------------------	-------------------------------	--------------------------------------

Espèces	Posé		En vol		Posé		En vol		Posé	En vol
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	
Alcidés et cormorans	37,5%	80%	62,5%	20%	33,3%	83,3%	66,7%	16,7%	0%	100%

Analyse des hauteurs de vol

Tableau 64. Hauteurs de vol des alcidés et cormorans lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).



3.10.2 Anatidés

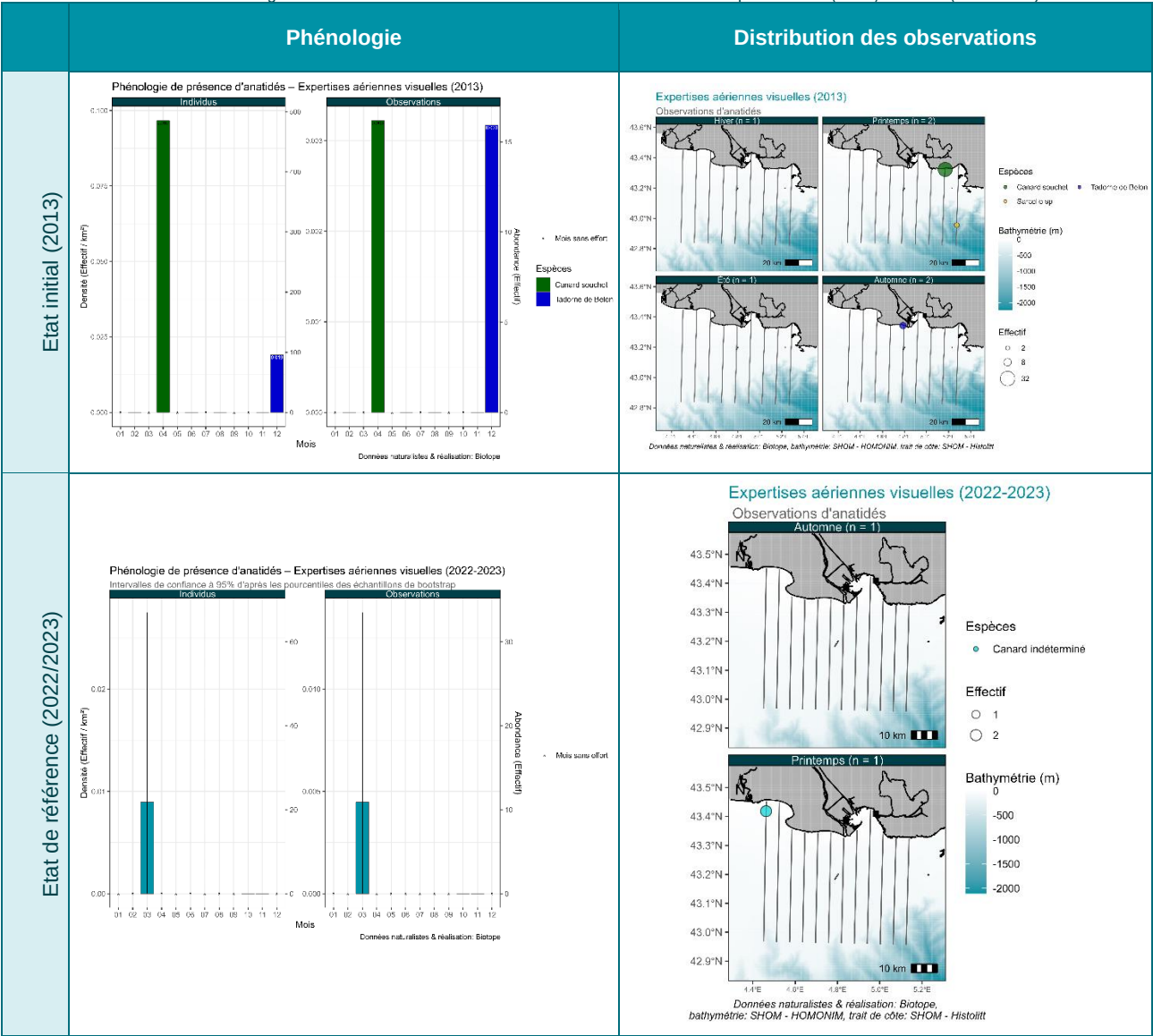
3.10.2.1 Données générales

Plusieurs espèces d'anatidés peuvent être ponctuellement observées sur l'aire d'étude dont le Canard souchet, la Sarcelle d'été ou encore le tadorne de Belon. Les effectifs observés sont globalement faibles avec moins de 10 observations par espèces. Des groupes plus conséquents d'oiseaux en migration peuvent toutefois être observés lors des migrations saisonnières (21 Canard souchet lors de la sortie nautique du 21 mars 2023). D'autres espèces sont également susceptibles d'être observées au niveau de la zone élargie.

3.10.2.2 Résultats des expertises par avion

Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

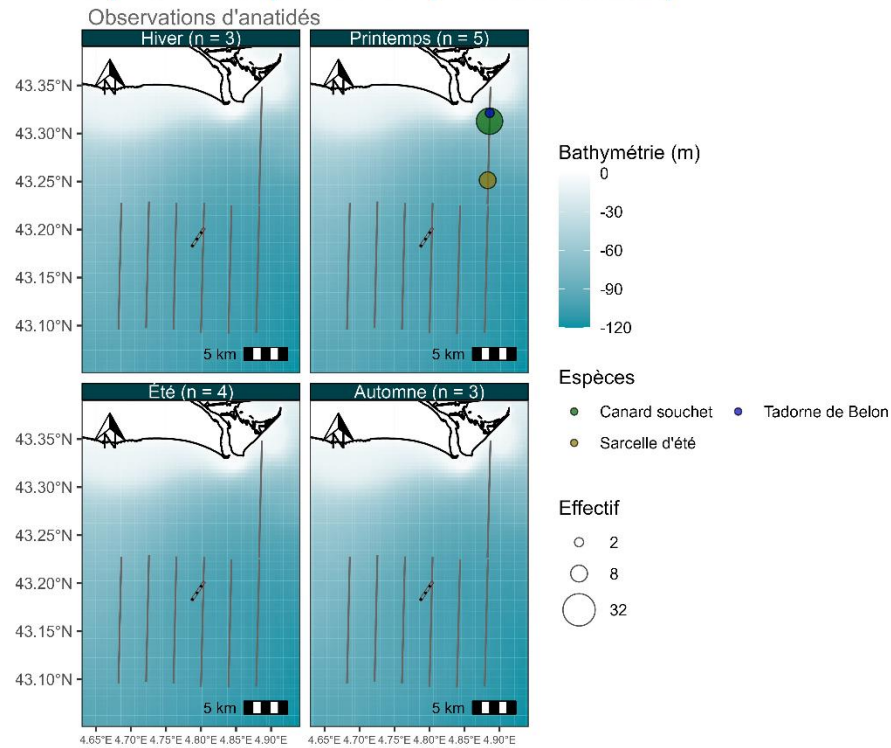
Tableau 65. Phénologies et cartes des observations des anatidés – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)



3.10.2.3 Résultats des expertises par bateau

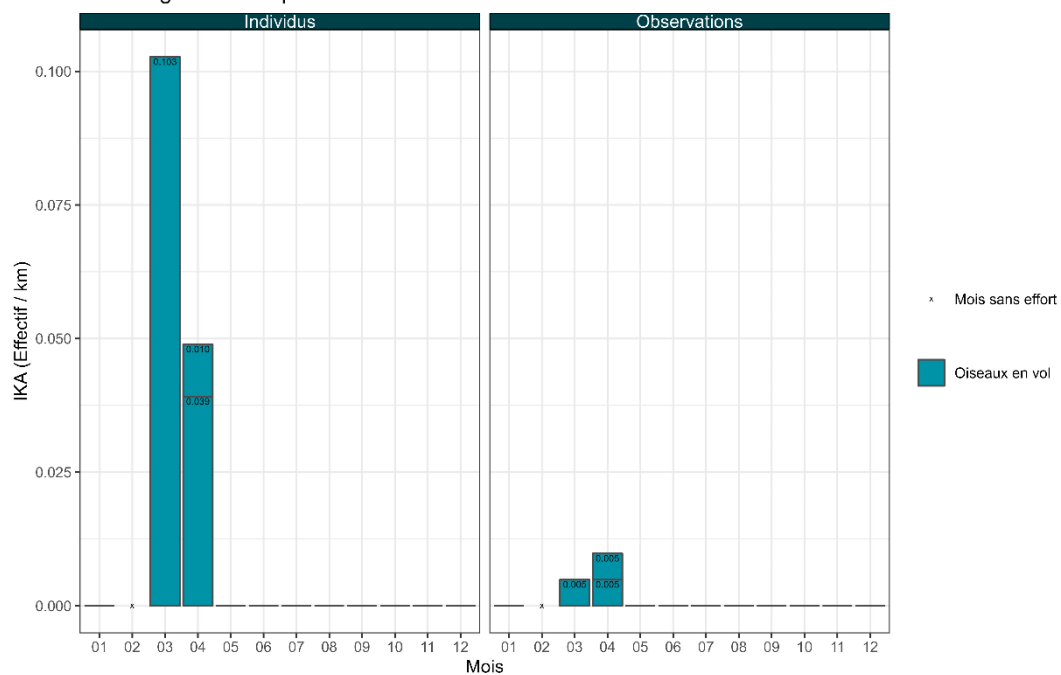
Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



Carte 47 : Observations des anatidés en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023) Phénologie d'IKA de présence d'anatidés



Données naturalistes & réalisation: Biotope

Figure 48 : Phénologie d'IKA des anatidés pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

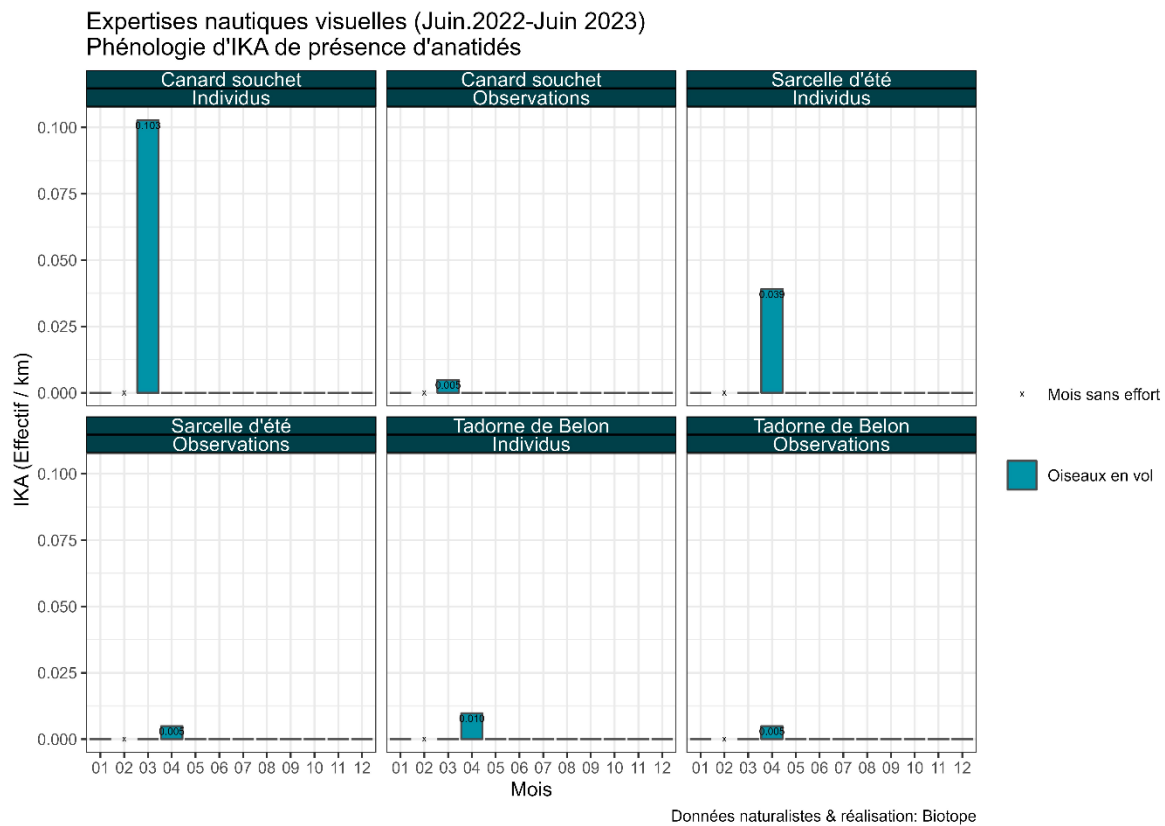


Figure 49 : Phénologie d'IKA des anatidés pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

L'analyse comparative entre l'état initial et l'état de référence n'est pas possible pour les expertises nautiques visuelles car les observations enregistrées pour l'état de référence se trouvent uniquement sur le transect à la côte qui n'a pas été expertisé lors de l'état initial.

3.10.2.4 Analyse des comportements

Comportement de recherche alimentaire

Tableau 66. Proportion d'individus d'anatidés posé et en vol.

Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)			
	Posé		En vol		Posé		En vol	
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques
Grèbe	100%	-	0%	-	100%	-	0%	-

Analyse des hauteurs de vol

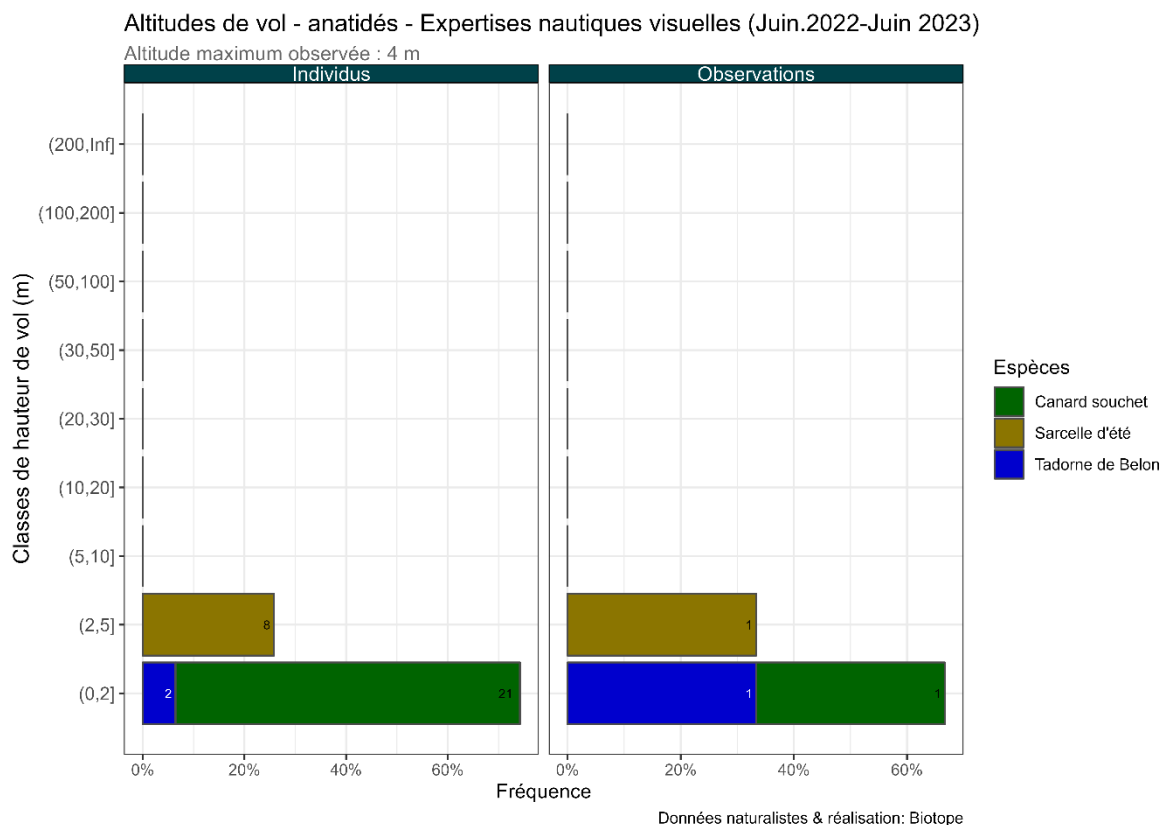


Figure 50 : Hauteurs de vol des anatidés lors des suivis nautiques -- état de référence (2022/2023).

3.10.3 Stercorariidés

3.10.3.1 Données générales

Zoom sur les données bibliographiques

Le **Grand Labbe** (*Stercorarius skua*) est un migrateur et un hivernant rare, en méditerranée avec des observations régulières dans le Languedoc-Roussillon et occasionnelles en PACA. Les observations réalisées par bateau coïncident avec la phénologie de présence connue pour l'espèce, avec 1 donnée enregistrée en septembre.

Le **Labbe parasite** (*Stercorarius parasiticus*) est le plus commun des labbes en Méditerranée. Il est surtout observé dans le Languedoc-Roussillon, et devient plus rare à l'est des Bouches du Rhône. Il est principalement observé au printemps, notamment le long du littoral audois (Leucate, Port-la-Nouvelle, Gruissan, Narbonne-plage...) et de la côte Vermeille (Cap Béar, Canet-plage). L'espèce peut être considérée comme régulièrement au large de la Camargue mais les effectifs sont globalement faibles.

Le **Labbe pomarin** (*Stercorarius pomarinus*) est beaucoup plus rare que l'espèce précédente, noté principalement dans le Languedoc-Roussillon au printemps, beaucoup plus rarement en PACA.

Zoom sur données de PGL

Le tableau suivant résume la phénologie des Stercorariidés rencontrés lors des expertises nautiques visuelles dans le cadre de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023). Les effectifs de labbes observées sont globalement faibles sur la zone d'étude et il apparaît difficile de mettre en évidence des zones de concentration.

	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
Espèces	Présence annuelle	Pic de présence	Présence annuelle	Pic de présence
Grand Labbe	Hiver, été	Juillet	Automne	Octobre
Labbe parasite/ pomarin	Eté	Mai	Printemps, été	Juin

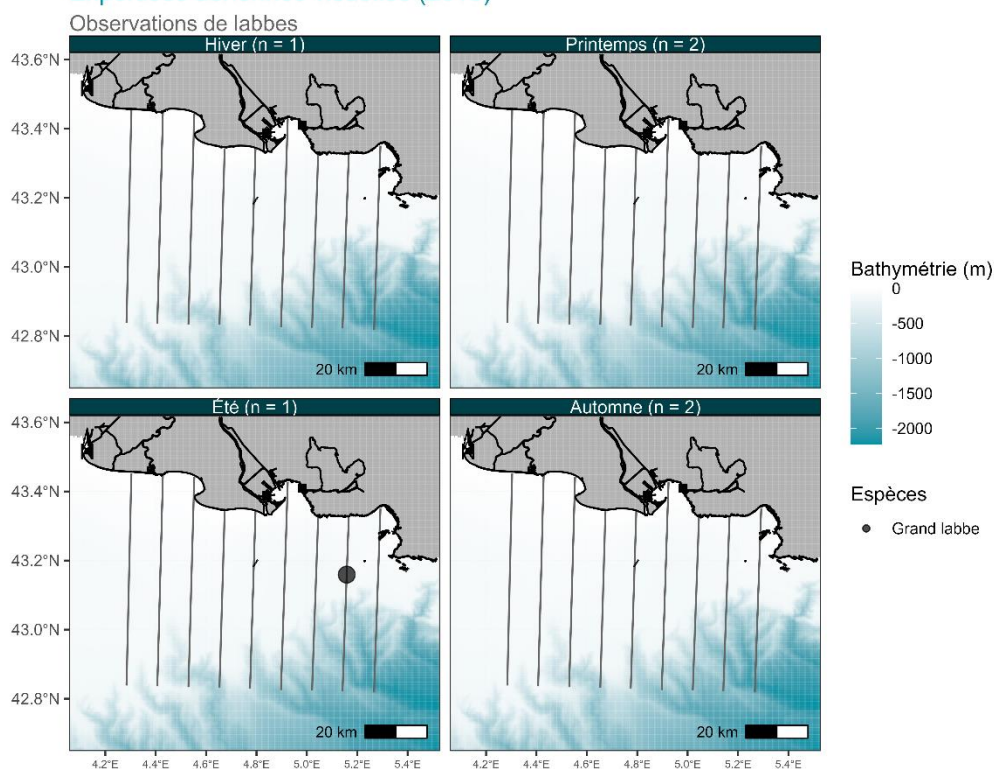
Tableau 67. Résumé de la phénologie des labbes extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)

3.10.3.2 Résultats des expertises par avion

Aucun Labbe n'a été observé au cours des expertises aériennes visuelles de l'état de référence. En revanche, deux individus avaient été observés lors de l'état initial.

Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état initial (2013)

Expertises aériennes visuelles (2013)



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

Carte 48 : Observations des labbes en fonction des saisons – Expertises aériennes visuelles (2013)

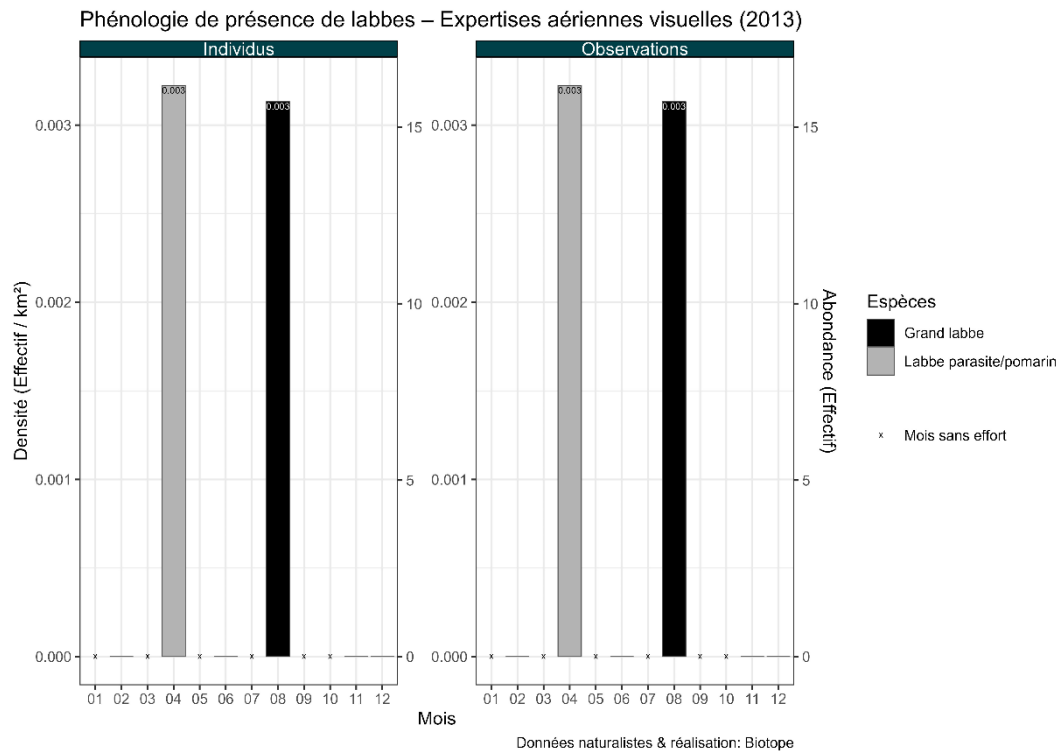
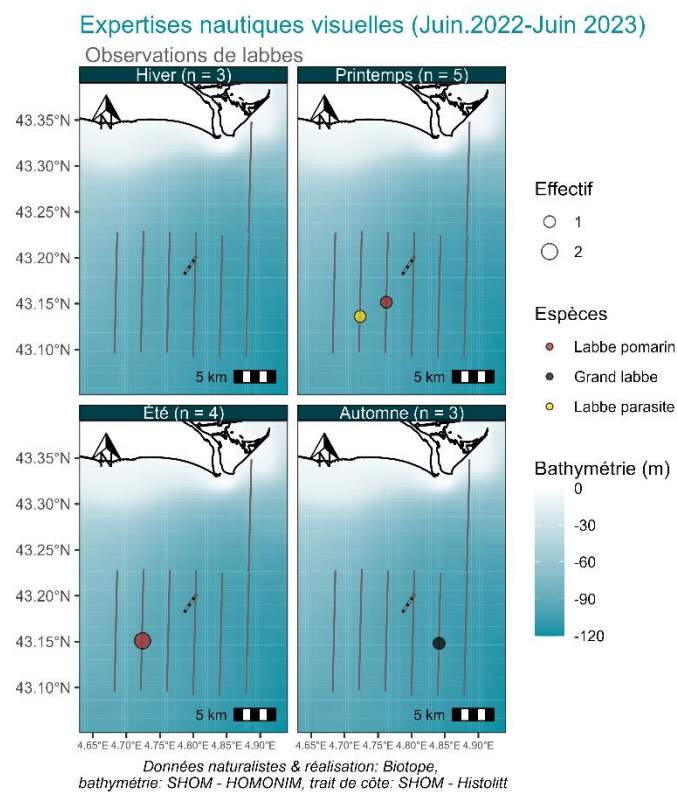


Figure 51 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations des labbes – Expertises aériennes visuelles (2013)

3.10.3.3 Résultats des expertises par bateau

Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)



Carte 49 : Observations des labbes en fonction des saisons – Expertises nautiques visuelles (2022/2023)

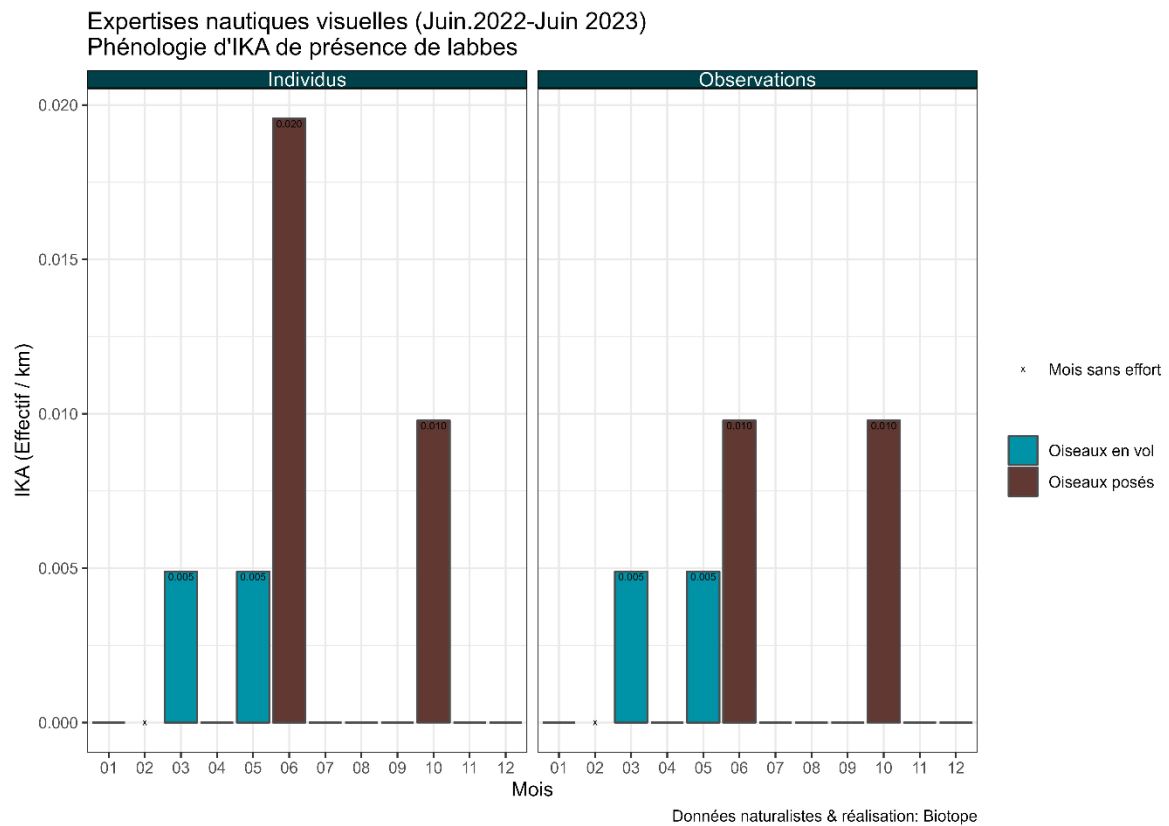


Figure 52 : Phénologie d'IKA des labbes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

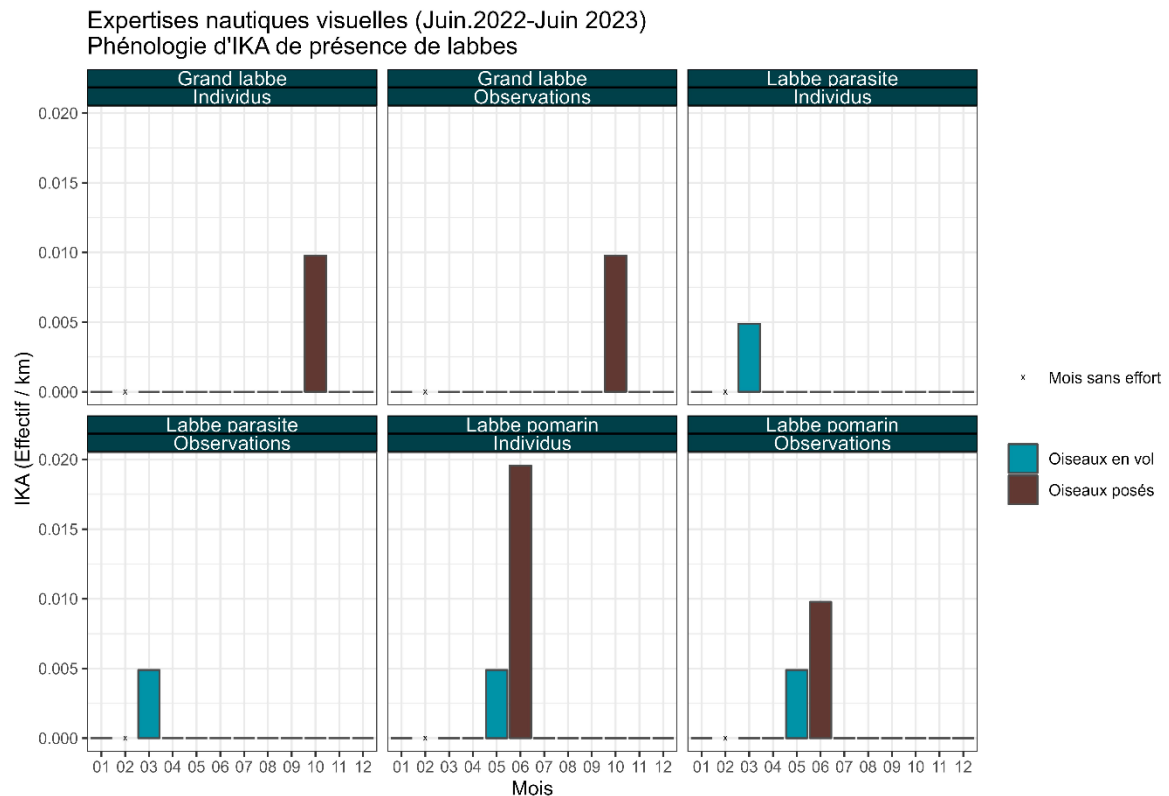
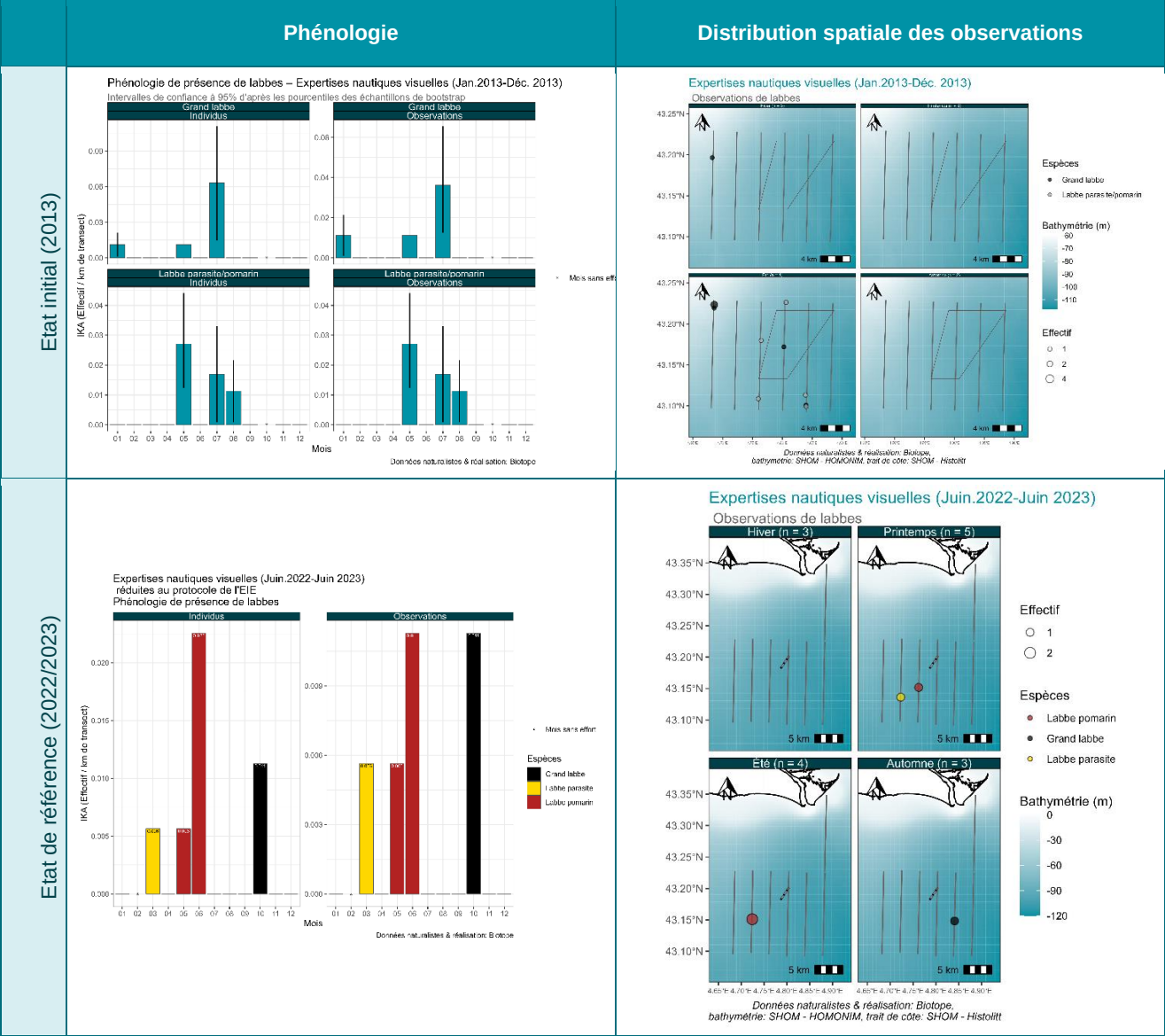


Figure 53 : Phénologie d'IKA des labbes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023



Tableau 68. Phénologies et cartes d'observations des labbes selon les méthodes strip-transect – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)



3.10.3.4 Analyse des comportements

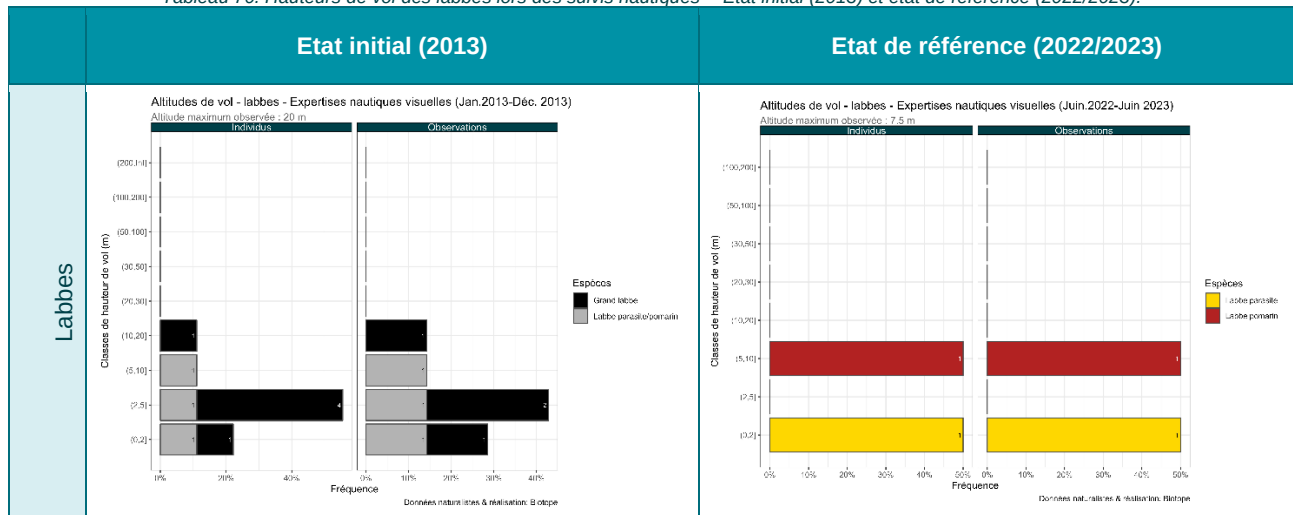
Comportement de recherche alimentaire

Tableau 69. Proportion d'individus de labbes posé et en vol.

Espèces	Etat initial (2013)				Etat de référence (2022/2023)			
	Posé		En vol		Posé		En vol	
	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques	Expertises aériennes	Expertises nautiques
Labbes	-	20%	-	70%	-	50%	-	50%

Analyse des hauteurs de vol

Tableau 70. Hauteurs de vol des labbes lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).



3.11 Migrateurs terrestres – Synthèse des données 2013 et 2022/2023

Cette partie concerne les espèces présentes sur le site mais qui ne représentent que quelques observations lors des expertises menées en 2022/2023. Il s'agit notamment :

- Des passereaux avec à minima 3 espèces contactées : le Huppé fasciée (1 observation lors des expertises nautiques), la Corneille noire (1 observation lors des expertises aériennes) ainsi que des Passereau sp. (15 observations lors des expertises nautiques et 6 observations lors des expertises aériennes) ;
- D'autres oiseaux comme des rapaces (Falconidés et Accipitridés) avec le Busard des roseaux (2 observations lors des expertises nautiques) et le Faucon crécerelle (1 observation lors des expertises nautiques et 1 observation lors des expertises aériennes) mais aussi le Martinet noir (2 observations lors des expertises nautiques) ;
- Des hérons et espèces associées avec le Héron cendré (1 observation lors des expertises nautiques) et le Héron garde-bœufs (1 observation lors des expertises nautiques) ;
- Des limicoles : l'Avocette élégante (1 observation lors des expertises aériennes) ainsi que l'Huîtrier pie (1 observation lors des expertises aériennes).

La liste des espèces occasionnelles sur le site ne prend en compte que les espèces observées au niveau des transects lors des expertises couvrant la période 2022/2023.

3.11.1 Passereaux

3.11.1.1 Données générales

Les passereaux régulièrement observés en migration en mer (de jour) sont les martinets et hirondelles, fringilles, bergeronnettes, pipits, fauvelles, traquets, rouge-gorge, etc. Ils sont souvent observés à basse altitude, mais il est fort possible qu'une partie plus importante de l'effectif migre à plus haute altitude que l'œil humain ne peut détecter. En mer, ces espèces sont souvent attirées par les bateaux qui constituent des points de repères ou des zones de pose potentielle lorsque l'état de fatigue des individus les pousse à chercher à se poser.

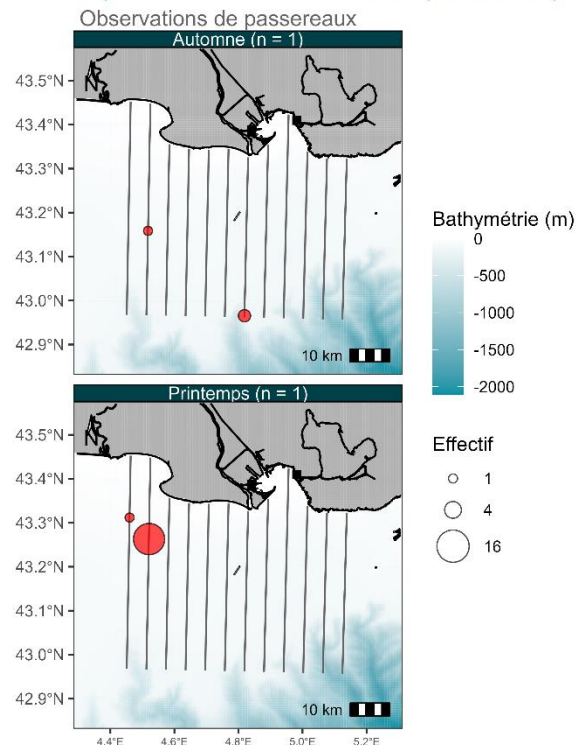
La majeure partie de l'effectif migre toutefois la nuit, lorsque les masses d'air sont plus stables, la température plus fraîche, et que le risque de prédation est faible. La plupart des espèces précédentes migre aussi la nuit, avec les fauvelles paludicoles, gobe-mouches, pouillots, etc.

Dans le cadre des suivis, les individus observés en migration volaient entre la surface de l'eau (fringilles, hirondelles) et 50 mètres d'altitude. La taille des espèces concernées limitait toutefois leur détection à plus haute altitude. En effet, au-delà de quelques centaines de mètres, la plupart des espèces passent inaperçu pour les observateurs.

3.11.1.2 Résultats des expertises par avion

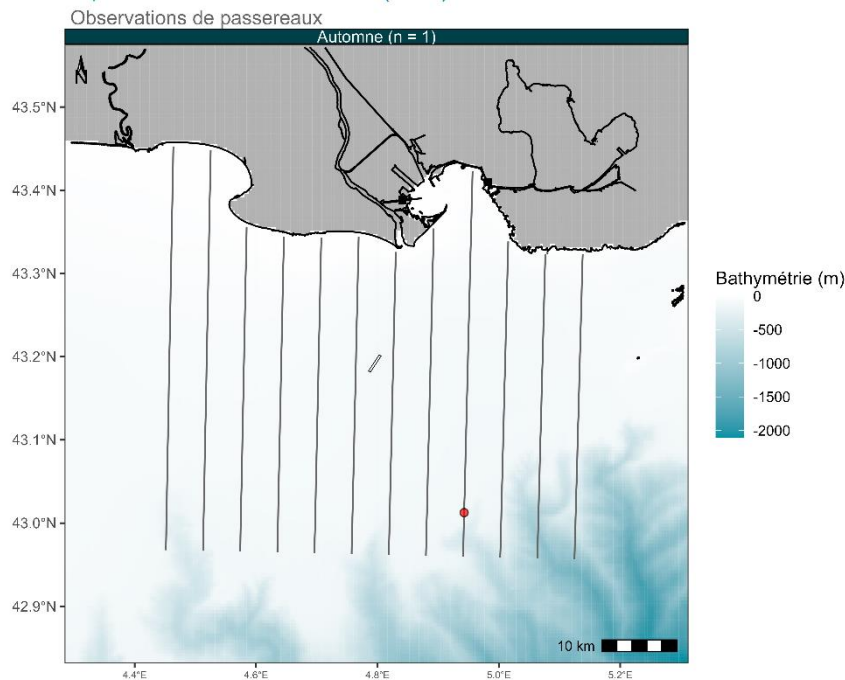
Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



Carte 50 : Observations de passereaux en fonction des saisons – Etat de référence

Expertises aériennes visuelles (2023)



Carte 51 : Observations de passereaux – Phase de construction

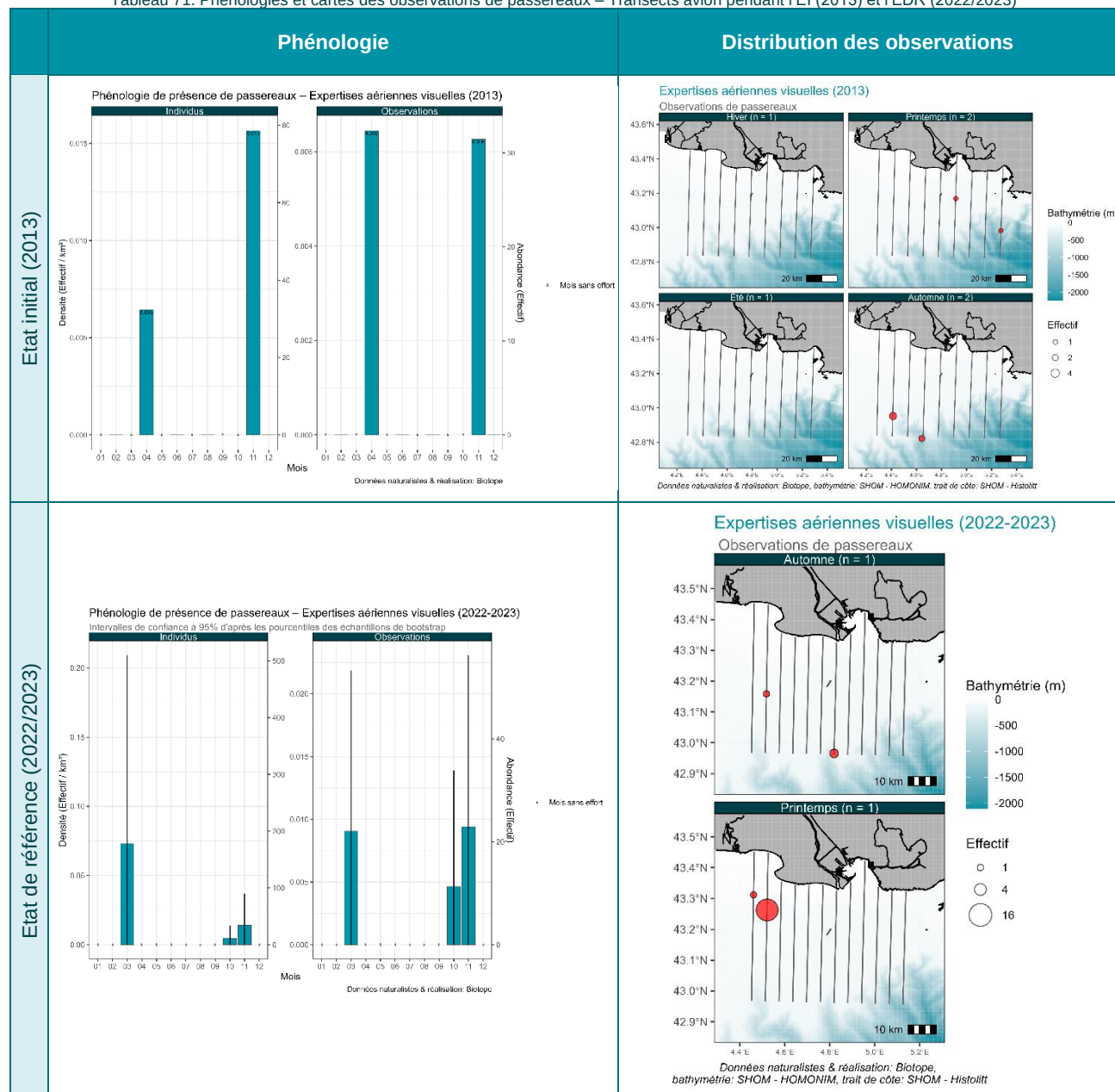
Les suivis par avion ont été spécifiquement réalisés pendant les saisons migratoires (automne et printemps). Sur ces 2 campagnes, ce sont moins d'une vingtaine d'observations de spécimens qui ont été observés par campagne, sur la zone prospectée. Pour raisons évoqués précédemment (migration essentiellement nocturne pour les migrateurs terrestres et



limites de détections des espèces de petites tailles), ces données ne reflètent donc pas le réel flux d'oiseaux migrateurs qui fréquentent la zone lors des migrations pré et post nuptiale.

Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

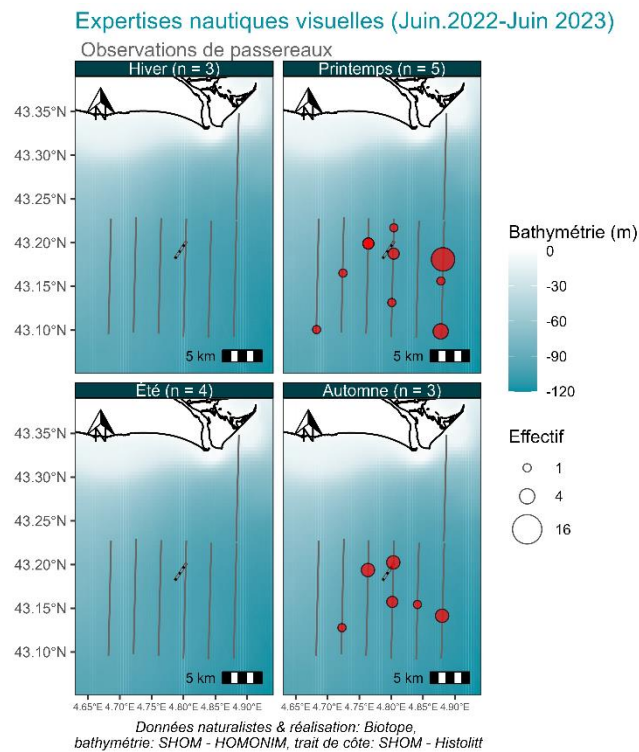
Tableau 71. Phénologies et cartes des observations de passereaux – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)



Les informations récoltées lors de l'état de référence sont globalement similaires de celles relevés en phase état initial mais les faibles effectifs relevés ne permettent pas de tirer des conclusions sur la réelle fréquentation du site par les passereaux migrateurs.

3.11.1.3 Résultats des expertises par bateau

Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)



Carte 52 : Observations des passereaux en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

Les observations de passereaux ont été réalisées uniquement au printemps et à l'automne, soit pendant les périodes de migration.

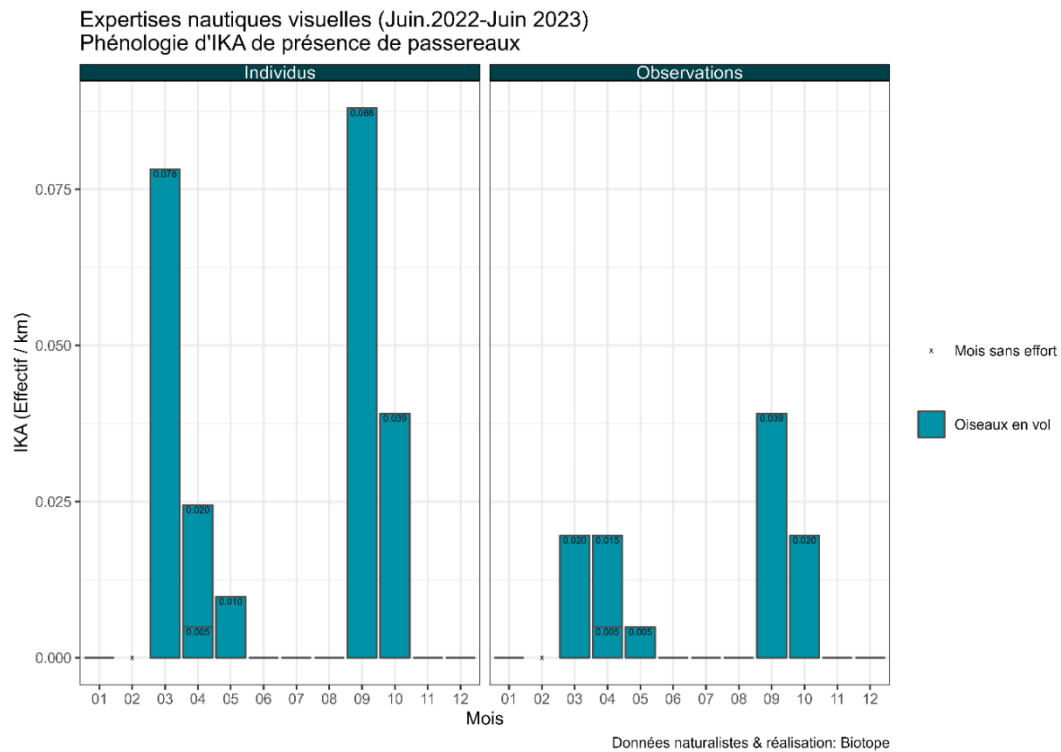


Figure 54 : Phénologie d'IKA des passereaux pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

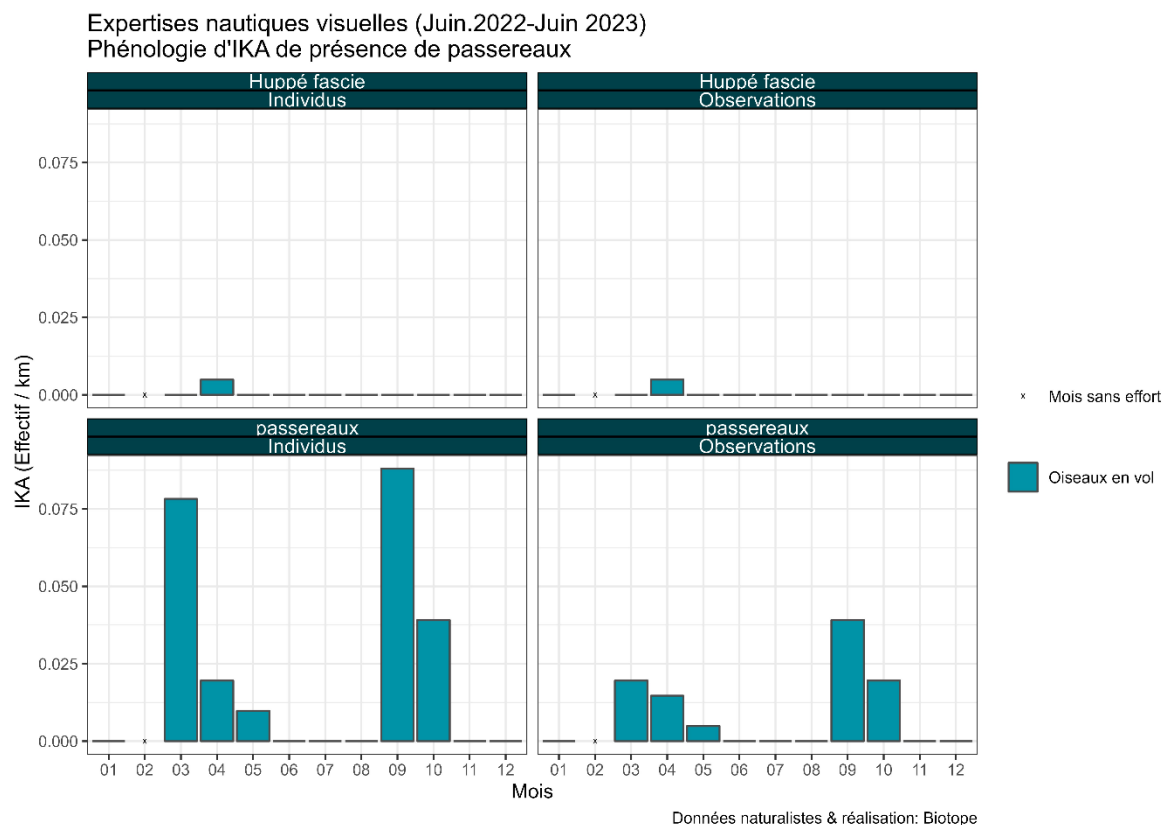
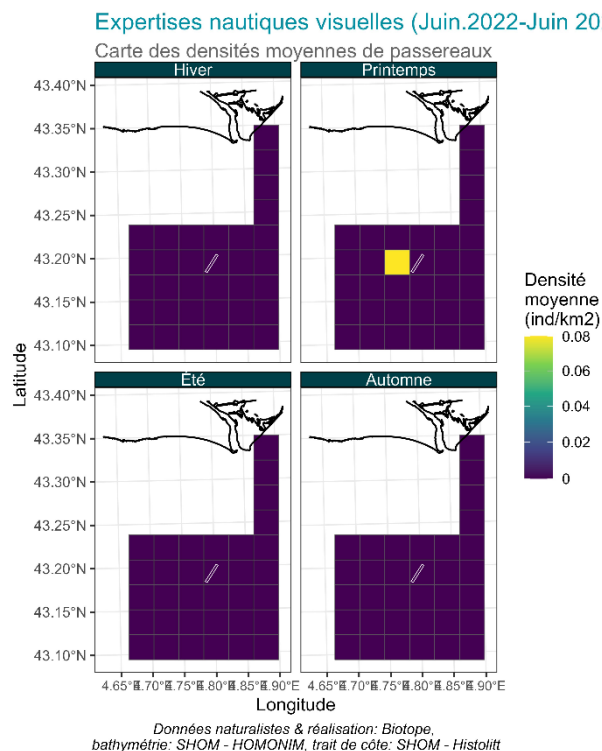


Figure 55 : Phénologie d'IKA des passereaux pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

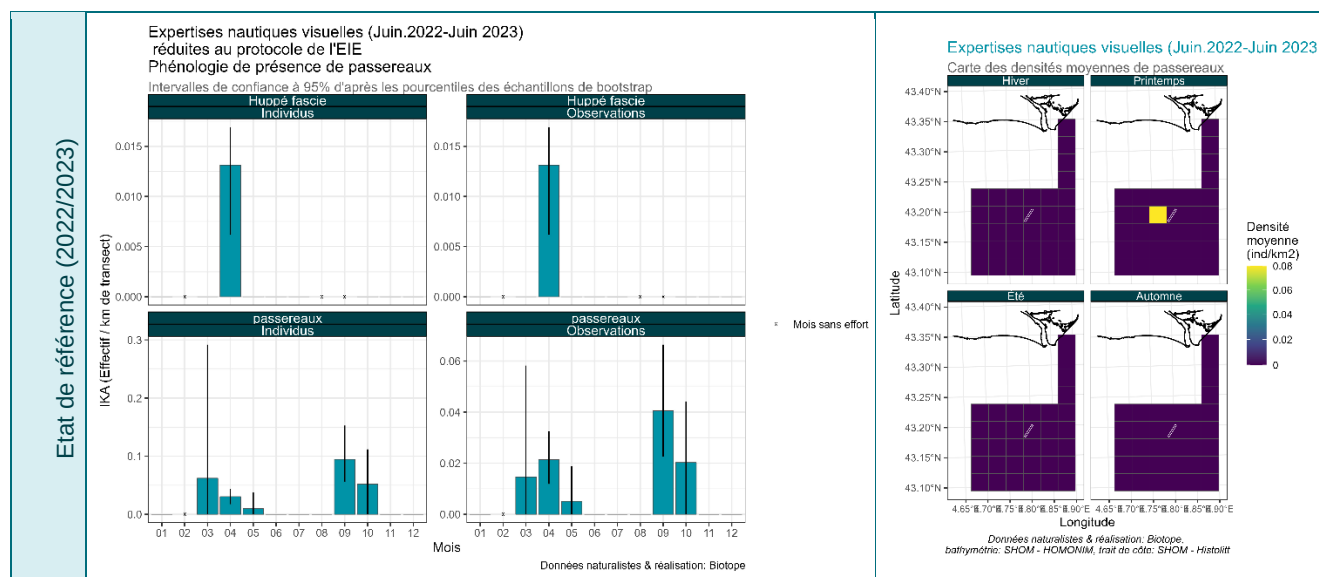


Carte 53 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les passereaux – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 72. Phénologies et cartes d'observations des passereaux selon les méthodes strip-transect – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

	Phénologie	Distribution spatiale
Etat initial (2013)	Phénologie de présence de passereaux – Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Individus Observations Mois Données naturalistes & réalisation: Biotope	Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013) Carte des densités moyennes de passereaux Densité moyenne (ind/km2) Latitude Longitude Données naturalistes & réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt



3.11.1.4 Analyse des comportements

L'ensemble des passereaux ont été observés en vol pendant les expertises aériennes et nautiques de l'état initial et de l'état de référence.

Analyse des hauteurs de vol

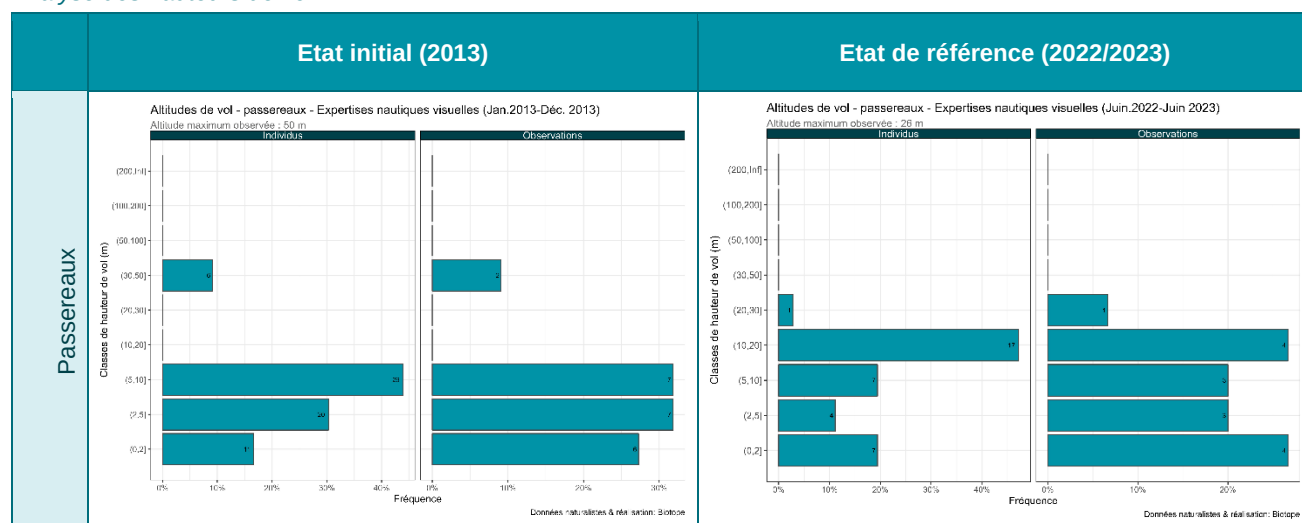


Tableau 73. Hauteurs de vol des passereaux lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).

3.11.2 Autres migrants (rapaces etc...)

3.11.2.1 Données générales

La majeure partie des rapaces migrent de jour, pour profiter des courants thermiques. Les espèces régulièrement observées en mer sont les busards (notamment Busard des roseaux), Bondrée apivore, faucons (notamment crécerelle), Milan noir, Balbuzard pêcheur, bien que la part concernée soit bien plus faible que celle migrant au-dessus des terres.

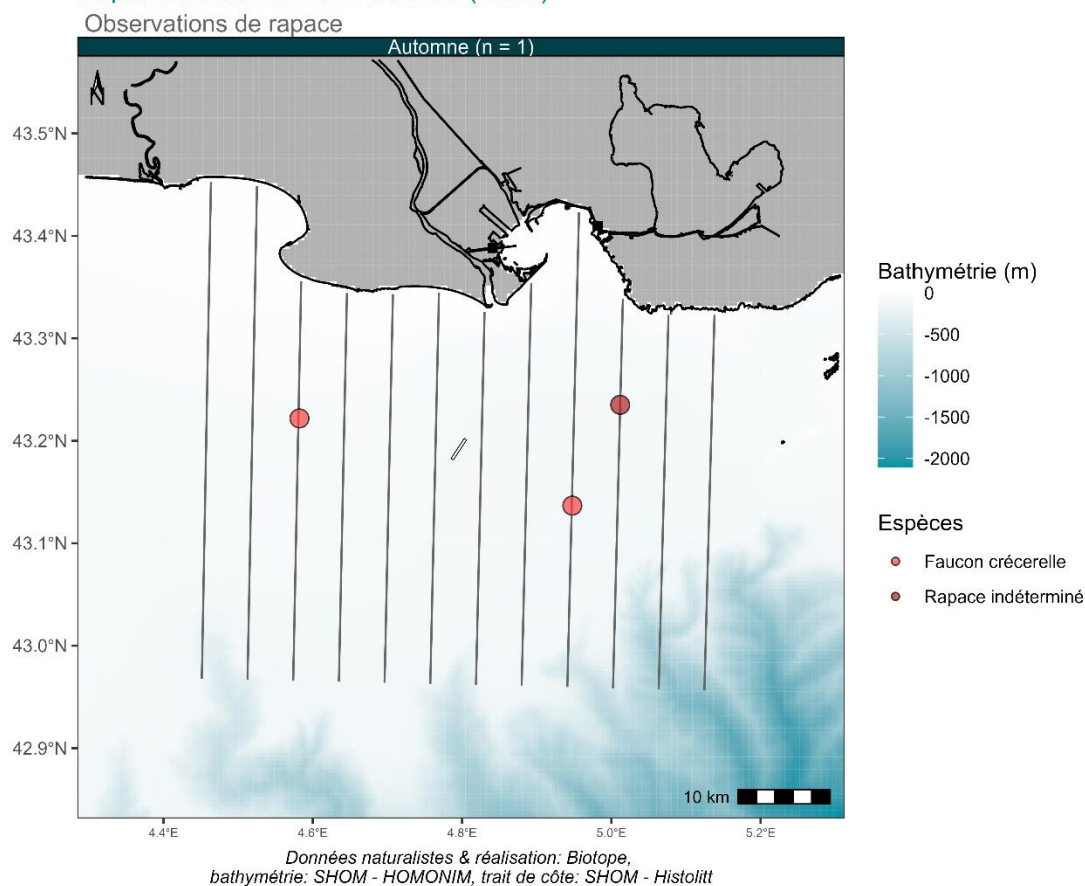
Pour les rapaces, la migration détectée est diffuse sur l'ensemble de la zone, et aucun couloir de migration ne concentre les déplacements. La zone d'implantation est concernée par le flux d'oiseaux migrants enregistré sur l'ensemble du littoral camarguais et s'engage vers le large/ ou arrivent du large lors des migrations saisonnières.

3.11.2.2 Résultats des expertises par avion

Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence et la phase de construction (2022/2023)

Des Faucons crécerelles ont été observés uniquement lors de la session d'octobre 2023 au large ainsi qu'une autre espèce de rapace indéterminée. Aucun rapace n'a été observé pendant l'état de référence.

Expertises aériennes visuelles (2023)

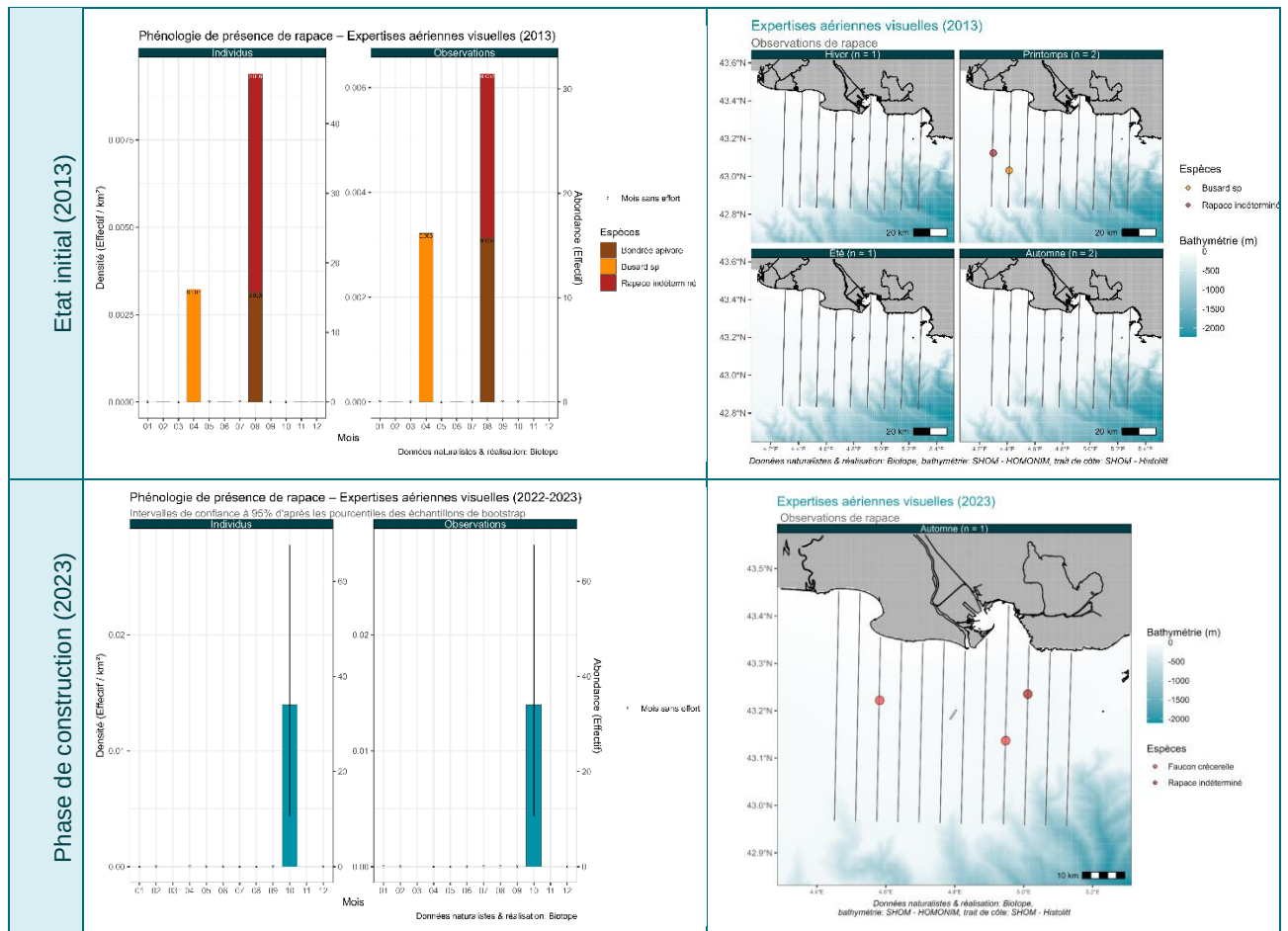


Carte 54 : Observations de rapaces – Phase de construction (octobre 2023)

Analyse comparative entre l'état initial (2013) et la phase de construction (2023)

Tableau 74. Phénologies et cartes des observations de rapaces – Transects avion pendant l'EI (2013) et la phase de construction (2023)

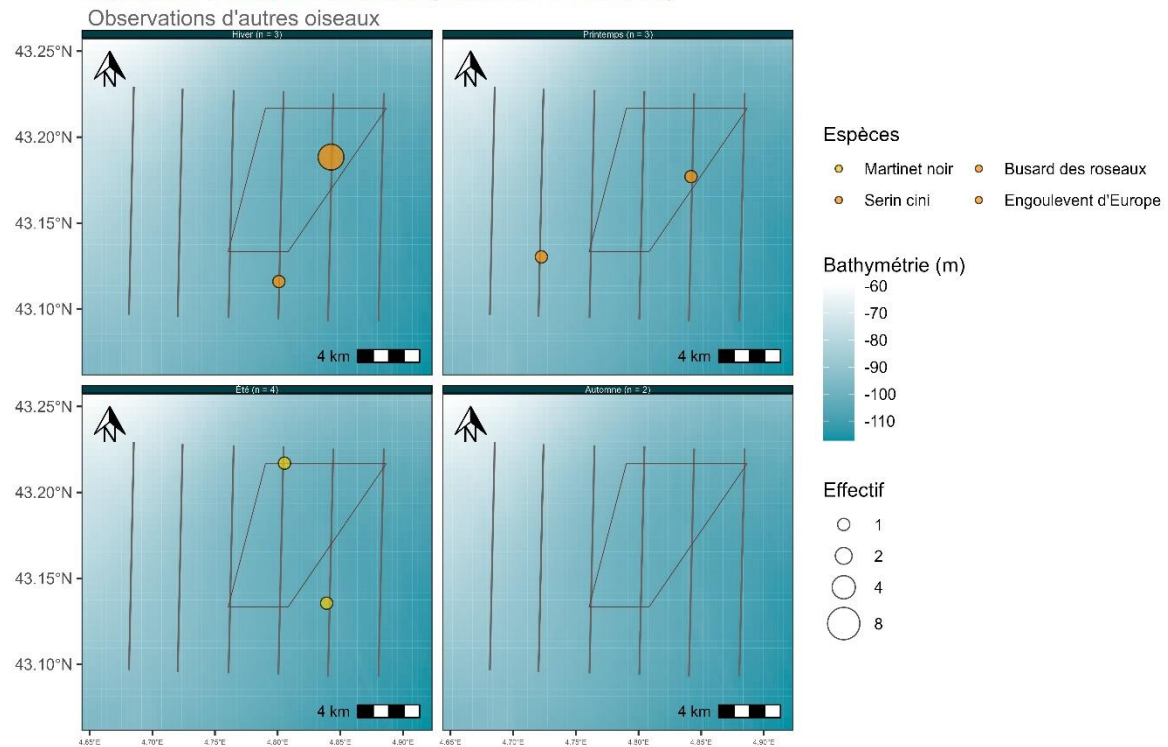
Phénologie	Distribution des observations
------------	-------------------------------



3.11.2.3 Résultats des expertises par bateau

Analyse comparative de la répartition spatiale des observations entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

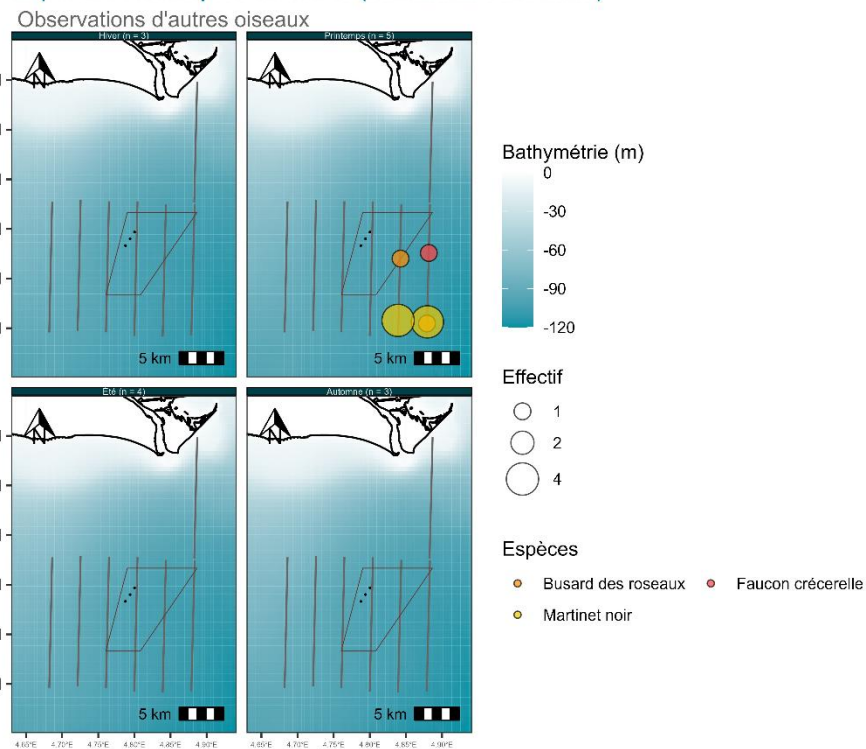
Expertises nautiques visuelles (Jan.2013-Déc. 2013)



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

Figure 56 : Observations d'autres oiseaux en fonction des saisons – état initial (2013)

Expertises nautiques visuelles (Juin.2022-Juin 2023)



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

Figure 57 : Observations d'autres oiseaux en fonction des saisons – état de référence (2022/2023)

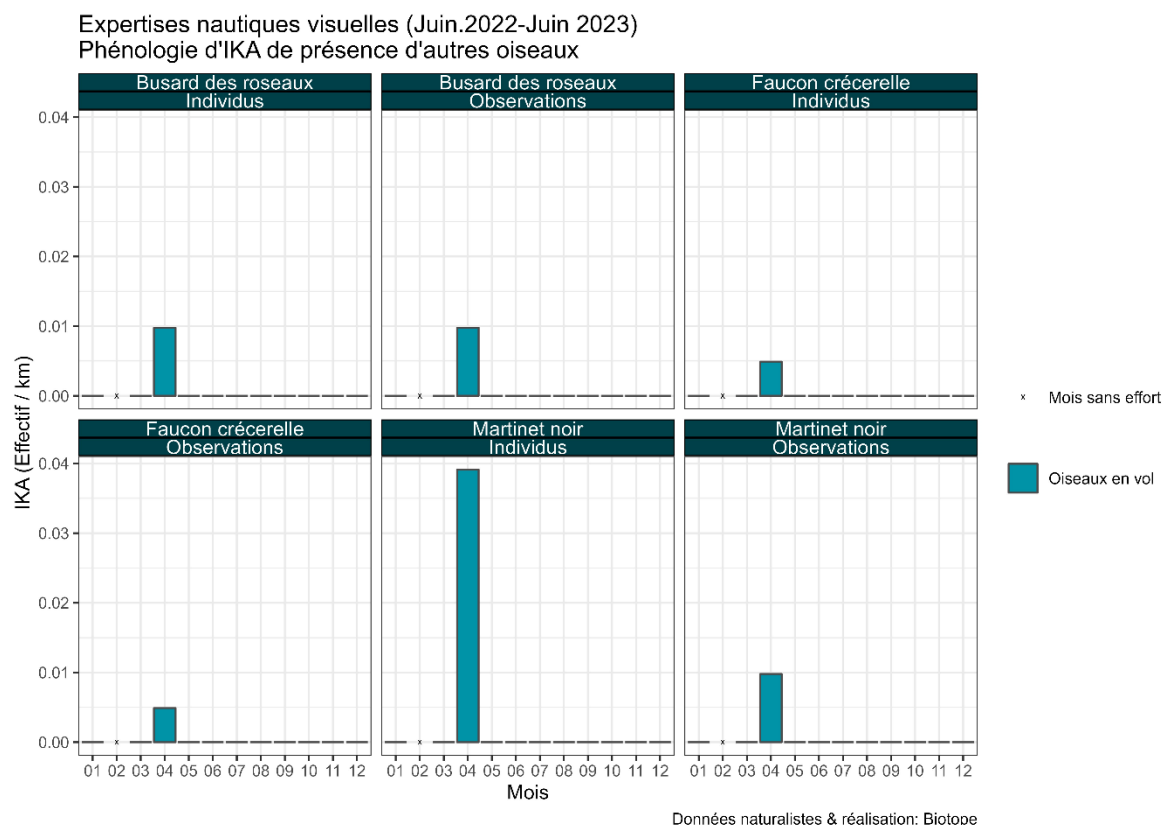


Figure 58 : Phénologie d'IKA des rapaces pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

Différentes espèces de passereaux et de rapaces sont ponctuellement observés sur la zone d'étude lors des migrations saisonnières. Ces observations montrent une répartition diffuse des oiseaux selon les conditions météo-océaniques notamment. Les observations sont ponctuelles et ne reflètent pas les mouvements d'oiseaux en mer pour le groupe des migrateurs terrestres représentées par plusieurs centaines d'espèces possibles. Des martinets noirs peuvent être ponctuellement observés au large.

3.11.2.4 Analyse des comportements

Comportement de recherche alimentaire

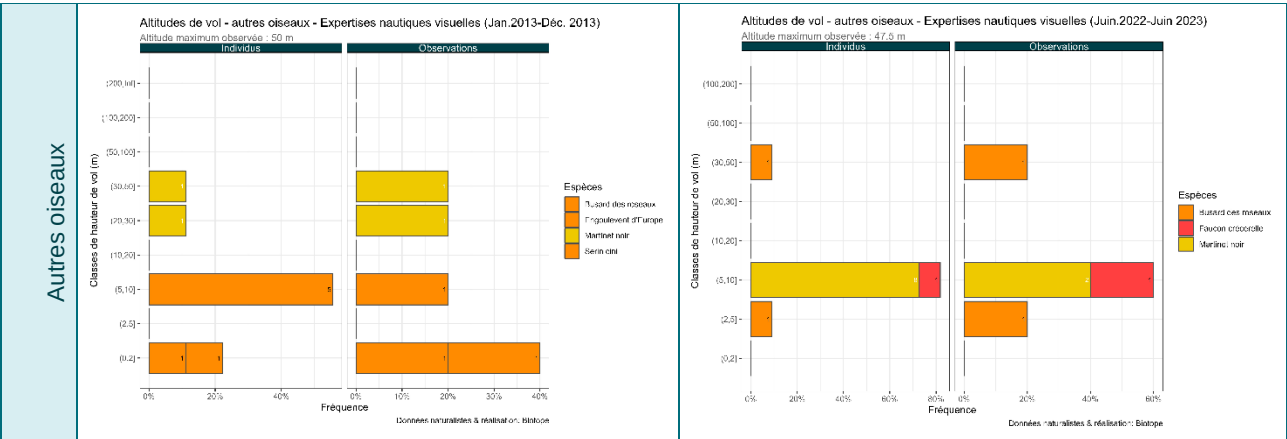
L'ensemble des rapaces ont été observés en vol pendant les expertises de l'état initial et de l'état de référence.

Analyse des hauteurs de vol

Les hauteurs de vol observées sont variables et peuvent être particulièrement élevé en fonction des conditions météorologiques observées.

Tableau 75. Hauteurs de vol d'autres oiseaux lors des suivis petits transects bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).

	Etat initial (2013)	Etat de référence (2022/2023)
--	---------------------	-------------------------------

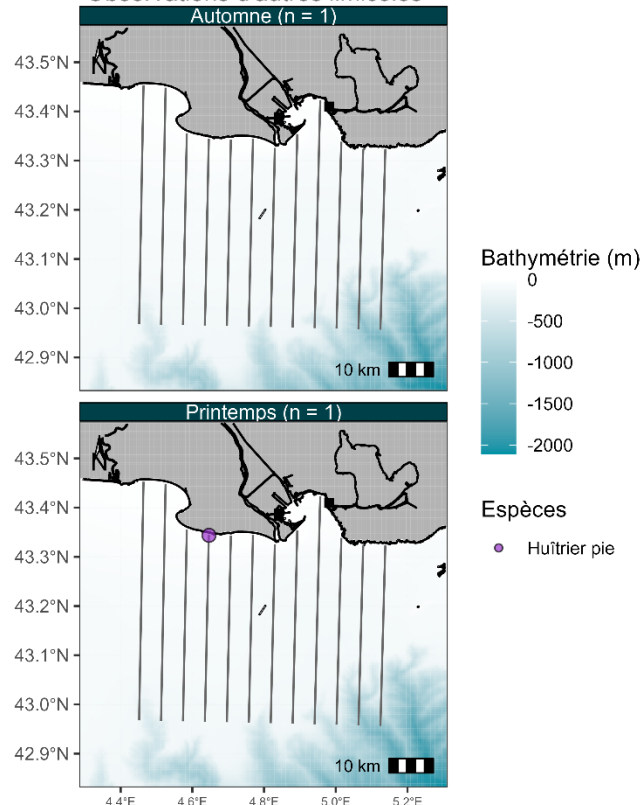


3.11.3 Limicoles

Plusieurs espèces de limicoles peuvent être observées sur la bande côtière et au large. Situé face à un site majeur de reproduction, de stationnement et d'hivernage des oiseaux aquatiques, qu'est la Camargue, il apparaît logique d'observer ces espèces plus au large lors de leur déplacement locaux (entre les sites du rivage méditerranéen ou encore lors de leur migration au long court vers l'Afrique ou l'Europe du Nord). Lors des expertises, seules deux espèces ont été contactées sur le littoral : l'Huitrier Pie et l'Avocette élégante.

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)

Observations d'autres limicoles



4 Bilan des données – Mammifères marins

Note : les données d'observation par sortie présentées dans le présent rapport concernent les expertises menées en 2022/2023. Les données relatives à l'état initial réalisés en 2013 ont fait l'objet d'une analyse comparative partielle dans les chapitres relatifs aux espèces.

4.1 Grand Dauphin – Synthèse des données 2013 et 2022/2023



4.1.1 Données générales

Le Grand Dauphin est l'unique espèce de cétacés observée lors des inventaires 2022/2023 des campagnes de suivi nautiques. Lors des expertises de 2013, il avait également été observé avec le Rorqual commun.

Cette espèce est très largement distribuée à l'échelle globale (Jefferson et al., 2015). Bien que cosmopolite, elle fréquente les eaux côtières et les plateaux continentaux (Bearzi, Fortuna, et Reeves, 2009 ; Thomas A. Jefferson et al., 2015). Il s'agit certainement de l'espèce de dauphin la mieux connue (Jefferson et al., 2015). En mer Méditerranée, c'est le cétacé le plus communément rencontré sur les plateaux continentaux (Notarbartolo di Sciara, 2016).

En mer de Ligurie, la distribution du Grand dauphin se limite aux eaux dont la profondeur est inférieure à 200 m, avec une préférence pour les profondeurs inférieures à 100 m (Gnone et al., 2011). Les animaux ont des habitudes résidentielles au sein de zones ayant un rayon généralement compris entre 50 et 80 km (Gnone et al., 2011). Lambert et al. (2017) montrent toutefois que l'habitat favorable de l'espèce s'étend dans des eaux de plus de 1000 m de profondeur et qu'il n'est pas impossible d'observer l'espèce dans les eaux pélagiques.

En Méditerranée Nord-Occidentale, son abondance est estimée à 3 575 en été et 7 945 en hiver d'après les résultats de la campagne SAMM I et à 9 028 en été et 11 919 en hiver d'après les résultats de la campagne SAMM II. Le Grand Dauphin est l'espèce la plus observée sur le plateau du golfe du Lion (Serre et al. 2019 ; ACCOBAMS 2021 ; Dorémus, Serre, et Authier 2019 ; Dorémus 2021) avec des observations récoltées régulièrement dans le golfe de Fos-sur-Mer, comme le montrent les figures suivantes avec un taux de rencontre estimé entre 0,011 et 0,025 ind/km d'après la campagne SAMM II (Laran et al. 2021).

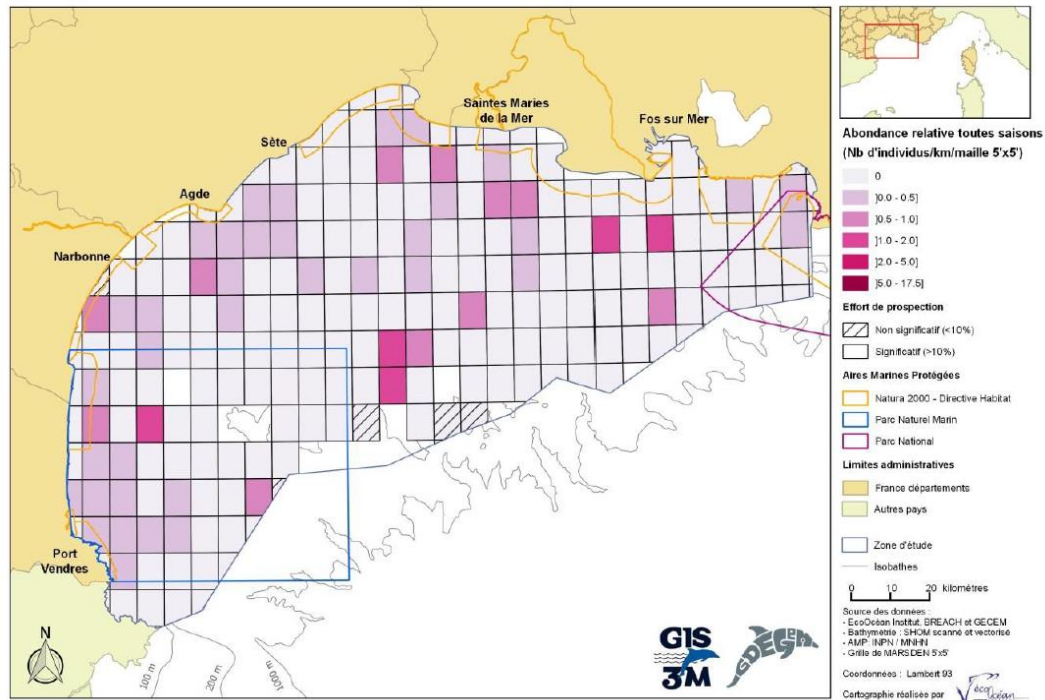


Figure 59 : Abondance relative des Grands dauphins (Individus/km d'effort) dans le golfe du Lion entre 2013 et 2015 (Di-Méglio et al, 2015).

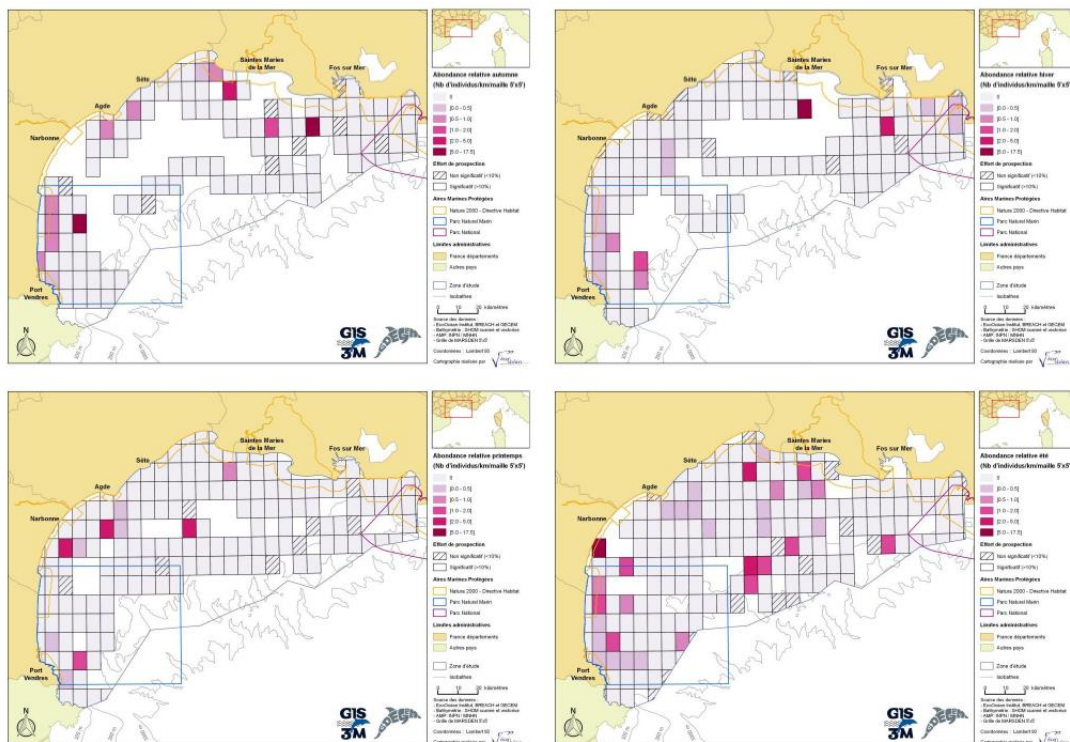


Figure 60 : Abondance relative saisonnière des Grands dauphins (Individus/km d'effort) dans le golfe du Lion entre 2013 et 2015 (Di-Méglio et al, 2015).

Lors des expertises de l'état de référence, le nombre d'observations de Grand dauphin s'élève 33 individus lors des sorties visuelles par avion et à 58 lors des expertises nautiques. Le tableau ci-dessous synthétise les effectifs cumulés observés au cours des saisons d'expertise.

Tableau 76 : Effectifs cumulés observés de mammifères marins lors des expertises aériennes de 2022/2023

Espèce	07/11/2022	16/03/2023	Total général Etat de référence	13/10/2023 Phase de construction
Dauphin bleu et blanc	3	0	3	19
Dauphin indéterminé	15	0	15	0
Grand dauphin	20	13	33	0
Total	38	13	51	19

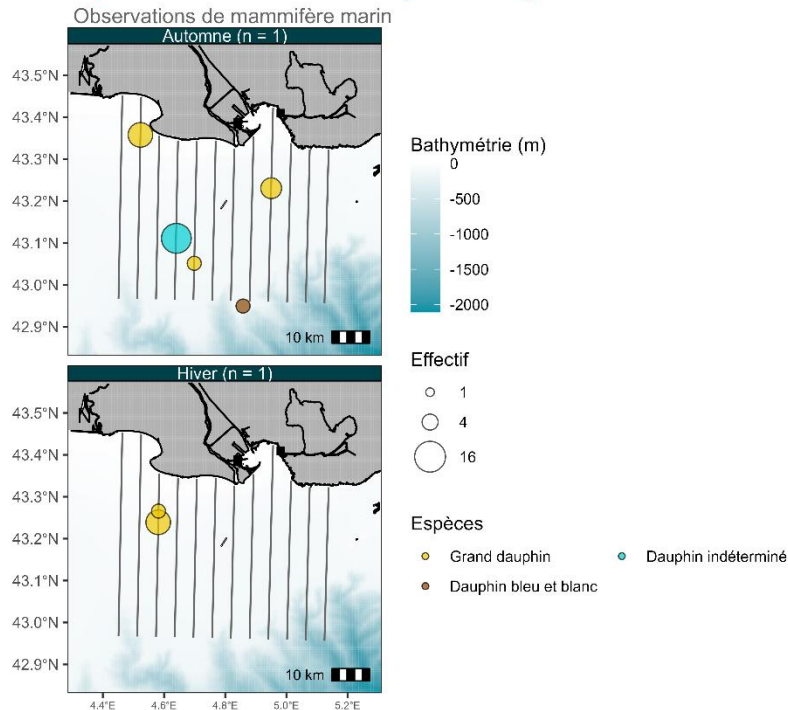
Tableau 77 : Effectifs cumulés observés de mammifères marins lors des expertises nautiques de 2022/2023

Espèce	01/06/2022	28/07/2022	25/08/2022	09/09/2022	12/10/2022	17/11/2022	08/12/2022	06/01/2023	06/03/2023	21/03/2023	06/04/2023	20/04/2023	05/05/2023	31/05/2023	06/07/2023	Total général
Grand dauphin	1	0	1	0	15	0	0	3	0	0	0	23	0	10	5	58

4.1.2 Résultats des expertises par avion

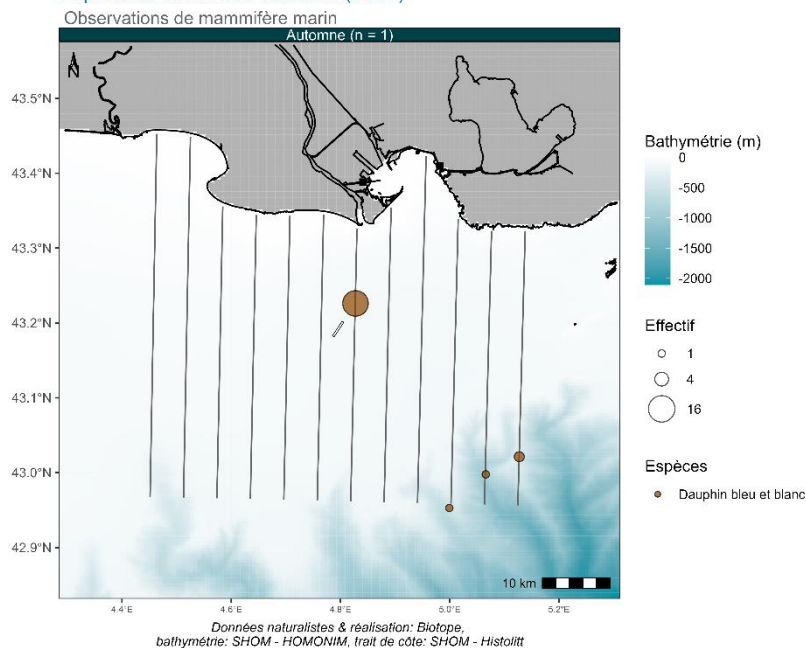
4.1.2.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)

Expertises aériennes visuelles (2022-2023)



Carte 55 : Observations des mammifères marins en fonction des saisons – Phase de référence

Expertises aériennes visuelles (2023)



Carte 56 : Observations des mammifères marins en fonction des saisons – Phase de construction

Lors de l'expertise aérienne visuelle réalisée en phase construction avec la présence du navire de construction Normand Installer sur PGL, des dauphins bleu et blanc ont été observés dans la zone d'influence du projet. En parallèle, des observations embarquées lors du suivi de chantier du 11 septembre 2023 ont révélé la présence d'un groupe important de dauphins (Grand dauphin) à proximité immédiate du navire de chantier.

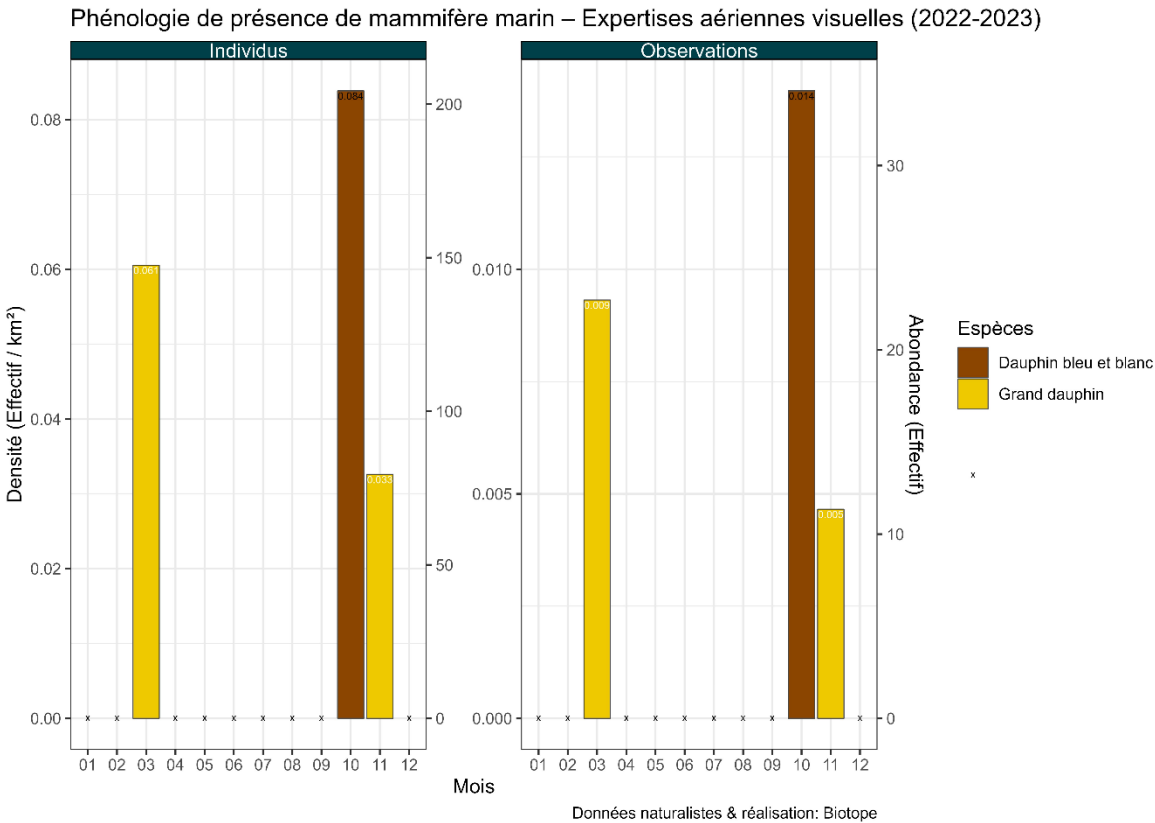
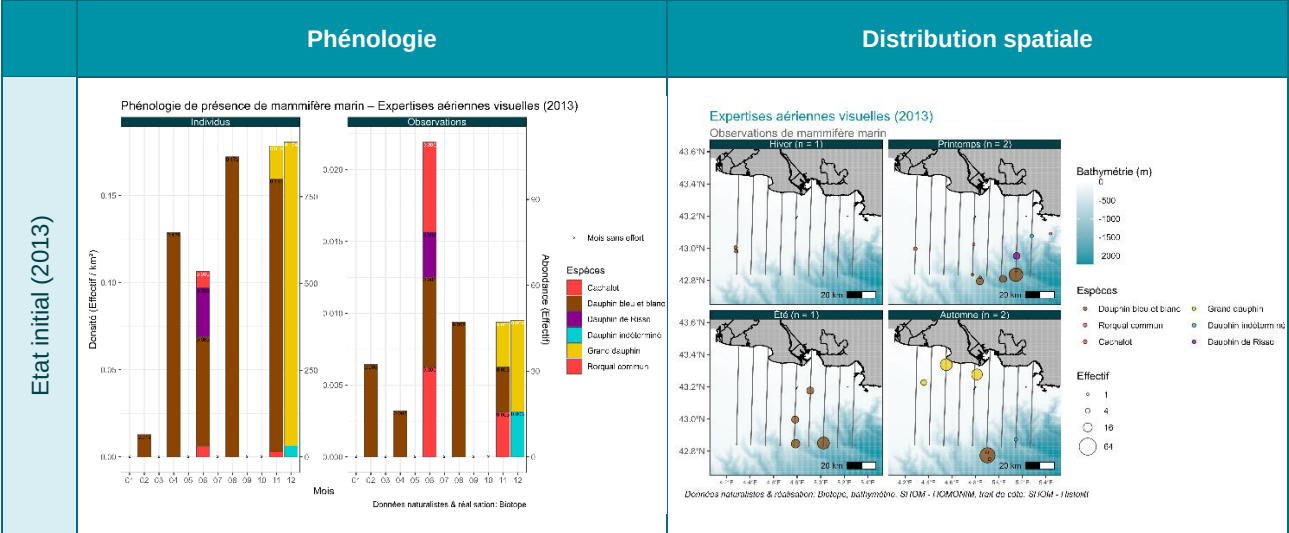


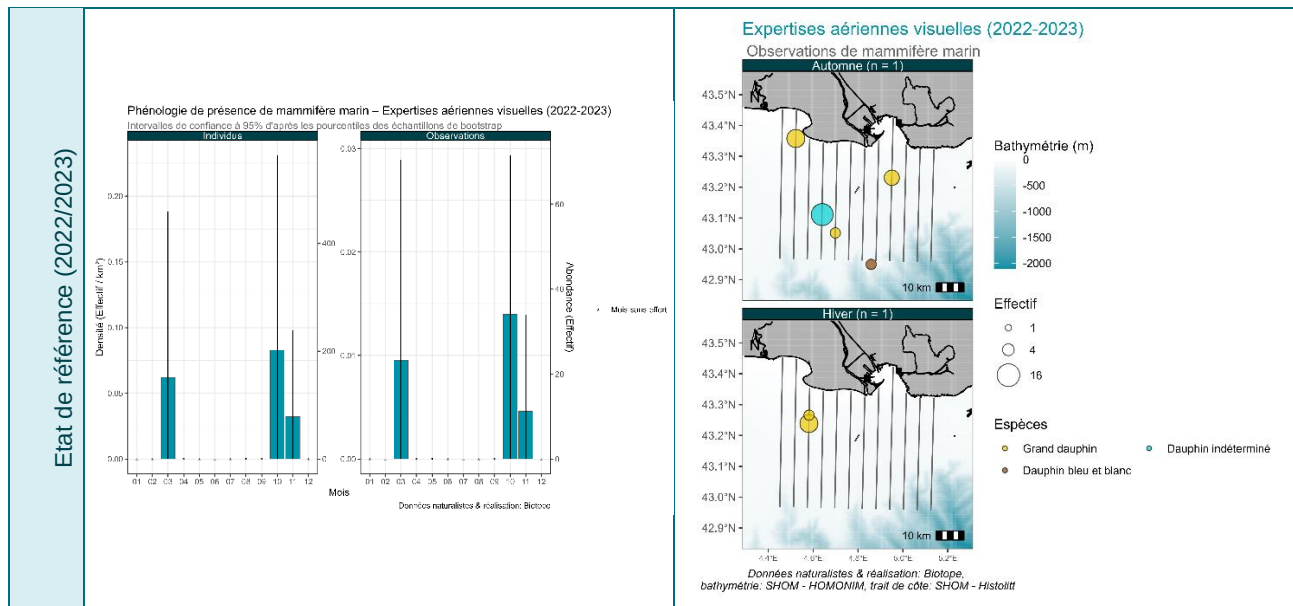
Figure 61 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations des mammifères marins sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)

2 espèces (le Grand Dauphin et le Dauphin bleu et blanc) ont été rencontrées lors des suivis sur une zone élargie dans le cadre des suivis aériens (contre une seule espèce pour les suivis visuels par bateau).

4.1.2.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 78. Phénologies et cartes de densités moyennes des mammifères marins – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)

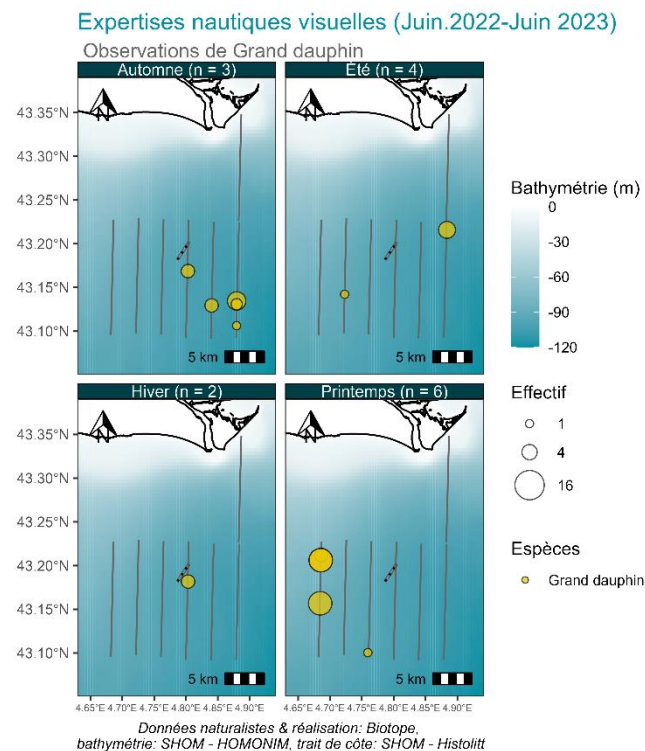




La diversité d'espèces observées est moindre lors de l'état de référence, sans doute en lien avec le nombre de sorties moindre en 2022/2023 (2 sorties réalisées en 2022/2023 contre 6 en 2013).

4.1.3 Résultats des expertises par bateau

4.1.3.1 Phénologie de présence, estimation des effectifs et distribution des observations pour l'état de référence (2022/2023)



Carte 57 : Observations de Grand dauphin en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)

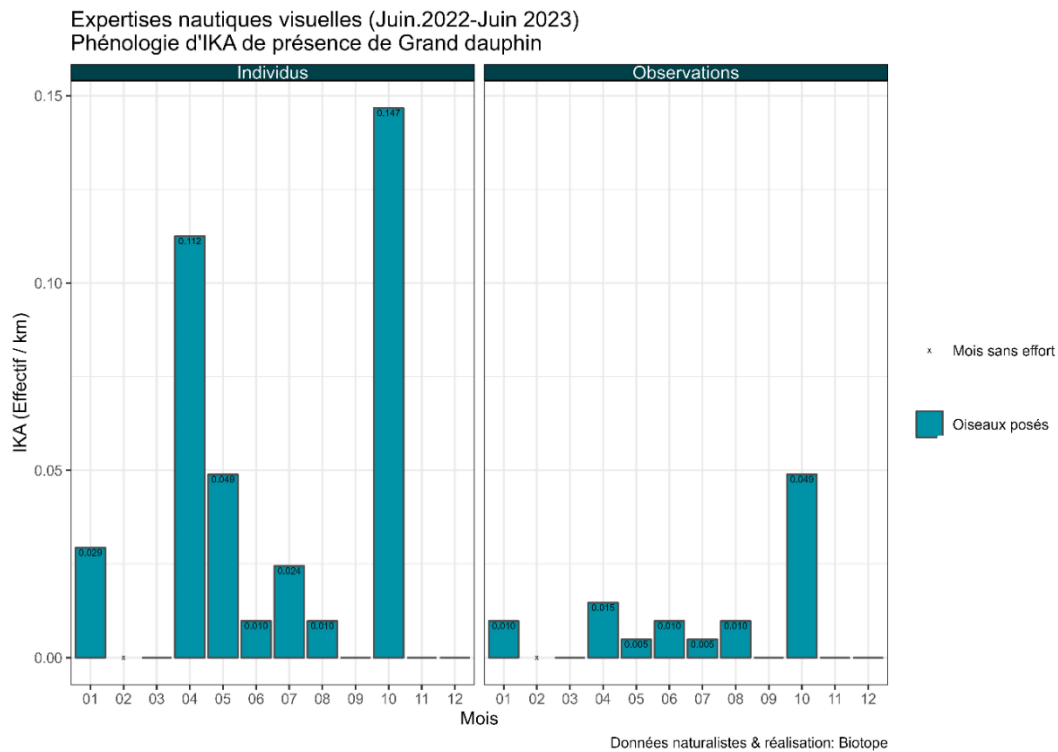


Figure 62 : Phénologie d'IKA du Grand Dauphin pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023

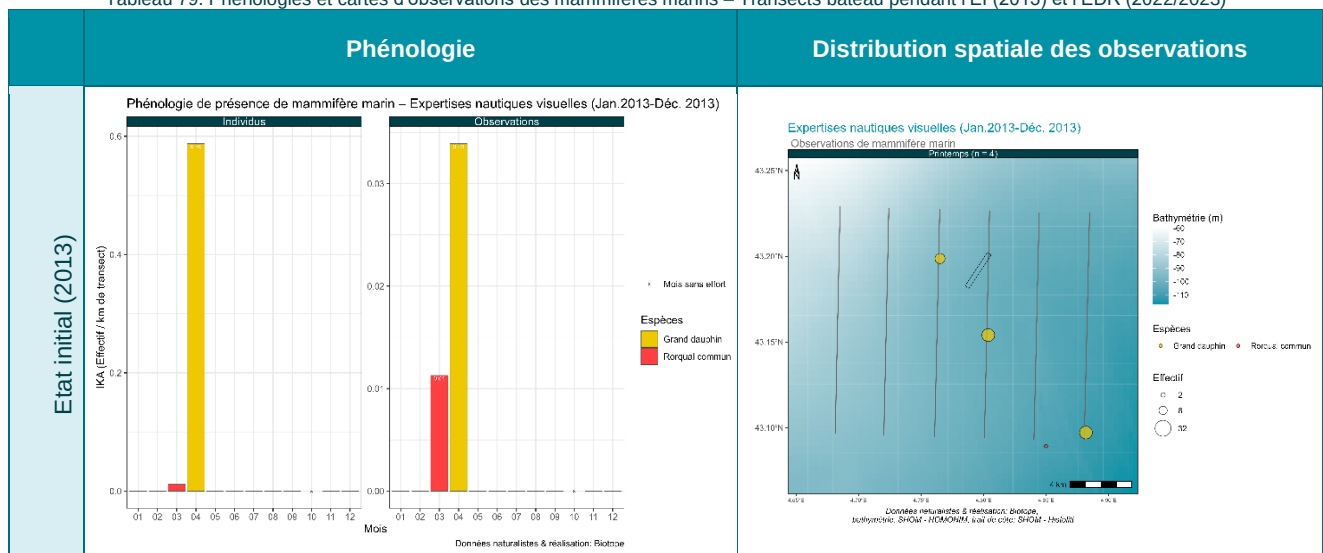
Les résultats des expertises par bateau menée sur 2022/2023 ont permis de réaliser des observations régulières de Grands Dauphins. Aucune autre espèce de mammifère marin n'a été observée.

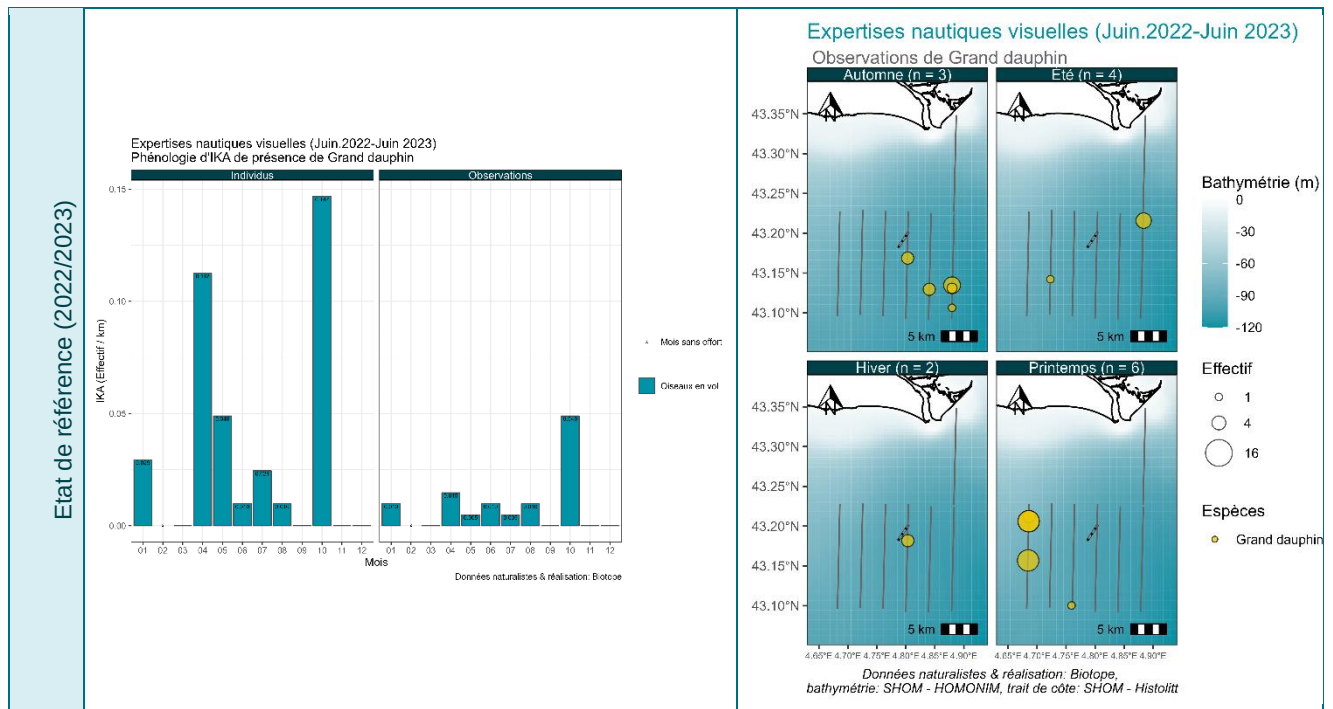
Le pic de présence a été observé en avril 2023 avec 23 individus contactés. Le golfe de Fos sur mer abrite une population de Grand dauphin connue des spécialistes.

La phénologie met en évidence un pic de présence du Grand Dauphin en octobre avec 0,147 ind/km et un second pic en avril avec 0,112 ind/km. L'indice kilométrique d'abondance est compris entre 0,010 et 0,147 ind/km sur l'ensemble de la période. L'espèce n'a pas été observée lors des campagnes réalisées de mars, septembre, novembre et décembre. La bibliographie rapporte que le Grand Dauphin est observé toute l'année, surtout en été et en automne près des côtes. Cela semble cohérent avec les observations de cette étude puisque les IKA les plus élevés ont été calculés en été et en automne.

4.1.3.2 Analyse comparative entre l'état initial (2013) et l'état de référence (2022/2023)

Tableau 79. Phénologies et cartes d'observations des mammifères marins – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)





Ces cartes mettent en évidence une présence du Grand Dauphin lors des quatre saisons, près des côtes mais aussi au large. Une observation a été récoltée au sud-est de la zone de projet en été.



5 Synthèse des informations récoltées dans le cadre de l'état de référence 2022/2023

Dans le cadre de l'état de référence, différentes expertises relatives à la mégafaune marin ont été mises en œuvre dont :

- **15 sessions d'expertises visuelles par bateau réalisées entre juin 2022 et juillet 2023.** Ces sessions, réparties régulièrement au cours de l'année et renforcées lors de la saison de migration prénuptiale 2023, ont permis de noter 13098 oiseaux au niveau des transects pour un total de 2194 observations et 32 taxons. Les effectifs sont très variables selon les sorties, entre 206 (mai 2023) et 2476 (juin 2022) oiseaux observés par session, soit une moyenne de 873 individus. La grande majorité des sessions a conduit à l'observation d'effectifs supérieurs à 300 individus. Les sorties de mai/juin/juillet et octobre/novembre constituent les sorties les plus denses en termes d'observation.
- **2 sessions d'expertises visuelles par avions réalisées en novembre 2022 et mars 2023.** Les effectifs étaient assez variables selon les sorties, entre 899 individus (mars 2023) et 1128 (novembre 2022) oiseaux observés par session soit une moyenne de 1014 individus. 16 taxons ont été identifiés. La sortie de mars 2023 constitue la sortie la plus dense en termes d'observation.

Différentes informations ressortent selon les saisons étudiées :

- **Pendant la saison de reproduction :** la zone d'implantation est concernée par des déplacements journaliers en provenance des colonies d'oiseaux marins (sternes et mouettes notamment) présentes au niveau du littoral Camarguais notamment. Ceci est particulièrement vrai pour les Sterne caugek qui viennent s'alimenter au large de l'embouchure du Rhône en lien avec les conditions alimentaires locales (présence de bancs de poissons) notamment au cours des mois de juin/juillet. Les récents suivis télémétriques mis en œuvre dans le cadre du programme LARIMED mettent en évidence l'importance de l'embouchure du Rhône comme site d'alimentation privilégié pour les Sterne caugek du golfe du Lion (O. Scher comm. pers.). D'autre part, des regroupements qualifiés d'importants ont été mis en évidence pour le Puffin yelkouan au cours du mois de mai 2023.
- **Pendant la saison de migration pré et postnuptiale :** la zone d'implantation est concernée par des mouvements migratoires postnuptiaux pour un certain nombre d'espèces comme les passereaux, les Ardéidés etc. Le protocole appliqué par les suivis en bateau et en avion permet uniquement de qualifier les mouvements migratoires diurnes. Il est probable que d'autres espèces et que des flux transitent dans la zone en phase nocturne, mais celles-ci ne sont pas décrites dans le cadre de ces suivis SU6 et SU7. Majoritairement nocturne ou non détecté par les observateurs embarqués, les suivis visuels par bateau ne donnent donc qu'un aperçu restreint du phénomène migratoire observé au niveau du littoral Camarguais. Les conditions météorologiques semblent influencer sur les axes de déplacements des oiseaux. Les programmes d'acquisition des données en mer à l'aide de méthodologie Radar permettent aujourd'hui de mieux comprendre l'ampleur du phénomène migratoire dans le golfe du Lion. Les résultats de ces suivis seront prochainement disponibles. Enfin, des radeaux d'oiseaux marins (rassemblement d'oiseaux posés en mer) peuvent être observés lors des pics migratoires et concernent notamment la Sterne pierregarin, la Guifette noire ou encore la Mouette pygmée. Une augmentation des effectifs de Puffin yelkouan qui fréquentent le site est marquée au cours de l'été et se stabilisent au cours de l'automne.
- **Pendant la saison hivernage :** la zone d'implantation est concernée par un hivernage diffus au sein de la zone d'étude. Le littoral concentre une partie des oiseaux hivernants. Les effectifs de puffins ont montré une nette baisse d'effectifs vis-à-vis des autres saisons étudiées avec une quasi-absence d'oiseaux en mars. Des effectifs hivernants ou d'oiseaux en transit de Mouette mélanocéphale et Mouette pygmée sont notées sur le site avec des effectifs parfois importants.

Plus spécifiquement :

- **Les Larinés** représentent 56% des observations (1238 observations lors des expertises nautiques) avec une large majorité de Goéland leucophaea. Les autres espèces (Mouette pygmée et M. mélanocéphale) sont également bien représentées selon les périodes de l'année considérées.

- **Les sternes** représentent 8,75% des observations avec la Sterne caugek comme espèce dominante. Elles tendent à utiliser la zone d'étude préférentiellement en période de dispersion des familles (début/fin d'été) ainsi que durant les migrations pré et surtout postnuptiales. Ces espèces sont principalement des espèces côtières. Cependant, en période de migration, elles peuvent être observées au large de la ferme pilote mais peuvent ponctuellement être présents dans la zone d'implantation selon les conditions météo-océaniques observées. La Sterne caugek est l'espèce la plus fréquemment observée, suivies de la Sterne pierregarin et de la Guifette noire. La Guifette noire peut être ponctuellement abondante lors des afflux migratoires notés en migration postnuptiale. La Sterne naine et la Sterne caspienne restent rares.
- **Trois espèces de petits puffins** ont été observées à l'échelle de l'aire d'étude élargie : le Puffin yelkouan (l'espèce la plus commune), le Puffin des Baléares et le Puffin fuligineux (1 seul individu, au sein de l'aire d'étude rapprochée). Ils regroupent 32.5% des observations (soit 714 observations lors des expertises nautiques). Le Puffin yelkouan fréquente préférentiellement une bande côtière s'étalant entre le trait de côte et la limite sud de la zone prospectée en avion. Si l'espèce est présente toute l'année, la période de plus forte affluence se situe lors de la période de reproduction (mai à juillet) puis lors de la migration postnuptiale (septembre). Les densités calculées sont parfois très importantes (supérieures à 10 ind./km²) au sein de la zone prospectée pour l'établissement de l'état de référence de juin 2022 à juillet 2023.
- **Le Puffin de Scopoli** est présent à l'échelle de la zone d'étude élargie de mars à octobre, les densités d'individus les plus importantes ayant été calculées au printemps et en été. L'ensemble de la zone d'étude élargie est fréquenté durant la période de présence de l'espèce, sans que des zones préférentielles ne soient mises en évidence.
- **La distribution et la présence même de certaines espèces d'oiseaux en mer (notamment les goélands) sont largement influencées par les activités anthropiques** et notamment la pêche professionnelle (pêche au chalut en particulier). Contrairement à d'autres sites, l'activité des bateaux en activité de pêche et attractifs pour les oiseaux (chalutiers avec rejet de poisson) est globalement forte. Les principales espèces amenées à suivre les bateaux en activité de pêche sont le Goéland leucophaea, le Fou de Bassan et en moindre proportion, les puffins.
- **Pour les raisons abordées précédemment, les informations relatives aux migrateurs terrestres sont partielles et ne permettent pas de mettre en évidence le réel flux d'oiseaux migrateurs qui fréquentent la zone d'étude lors des migrations post et pré nuptiale.** Quelques espèces ont toutefois été notées dans le cadre du suivi comme les Faucon crécerelle et Busard des roseaux pour les rapaces ou encore la Huppe fasciée ou les Martinet noir.
- **Du point de vue du comportement, l'analyse des hauteurs de vol permet de mettre en évidence les espèces qui présentent une sensibilité particulière au risque de collision.** Pour la ferme pilote PGL, le rayon de balayage des pâles se situe entre 20 m et 173 m. Ces informations doivent toutefois faire l'objet d'une analyse spécifique par le biais de la réalisation d'un modèle de collision spécifiques.

Tableau 80. Pourcentage des hauteurs de vol relevées par espèce présentes à l'intérieur et à l'extérieur de la zone balayée par le rotor des éoliennes (entre 20 m et 173 m)

Espèces	Etat initial (2013)		Etat de référence (2022/2023)	
	% à l'intérieur	% à l'extérieur	% à l'intérieur	% à l'extérieur
Alcidés et cormorans	0%	100%	0%	100%
Anatidés	0%	100%	0%	100%
Fou de Bassan	13,0%	87,0%	16,7%	83,3%
Goéland leucophaea	19,7%	80,3%	31,1%	68,9%
Guifette noire	13,5%	86,5%	0,0%	100,0%
Labbes	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Mouette mélanocéphale	16,7%	83,3%	22,1%	77,9%
Mouette pygmée	11,8%	88,2%	2,7%	97,3%
Mouette rieuse	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Mouette tridactyle	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Océanite tempête	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Passereaux	9,1%	90,9%	2,7%	97,3%
Puffin de Scopoli	2,5%	97,5%	0%	100%
Puffin yelkouan	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Puffins des Baléares	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Sterne caugek	30,9%	69,1%	4,4%	95,6%

Sterne indéterminée	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Sterne naine	-	-	0,0%	100,0%
Sterne pierregarin	1,1%	98,9%	1,6%	98,4%

- **Concernant les mammifères marins**, l'unique espèce contactée lors des suivis par bateau est le Grand dauphin. Les suivis aériens sur une zone élargie ont permis de contacter une autre espèce : le Dauphin bleu et blanc. Ces groupes semblent plutôt fréquenter le large (au-delà des 10 km) mais la pression d'observation mise en œuvre dans le cadre de cette étude ne reflète sans doute pas la réelle répartition des groupes au sein de l'aire d'étude élargie.
- **Enfin, concernant l'échantillonnage et la pression de prospection mises en œuvre dans le cadre cet état de référence :**
 - **Pour les suivis visuels aériens dans une zone élargie**, les suivis se sont focalisés sur les 2 saisons migratoires (3 sessions d'observations dont 2 en phase état de référence et une en phase construction), cet échantillonnage ne permet pas de suivre précisément la phénologie de présence des oiseaux et des mammifères marins au niveau de la zone élargie autour de la ferme pilote. Cela influence notamment le moindre nombre d'espèces de mammifères marins contactées entre l'état initial de 2013 (5 espèces contactées) et l'état de référence de 2022/2023 (2 espèces contactées).
 - **Pour les suivis visuels par bateau dans la zone rapprochée**, 15 campagnes ont été réalisées avec un effort d'échantillonnage plus fort lors du printemps 2023 (2 campagnes par mois entre mars et mai 2023). Cette pression d'échantillonnage permet d'obtenir une image fine de la phénologie et des densités d'oiseaux et de mammifères marins observées au sein de l'aire d'étude rapprochée au cours d'une année complète. Une analyse comparative entre les informations relevées en phase état de référence (avant installation) et en phase exploitation (en phase fonctionnement) permettront à terme de mieux comprendre les effets de l'éolien flottant sur la répartition spatio-temporelle des espèces qui fréquentent le site d'étude. Enfin, les données de hauteurs de vol récoltées en contexte méditerranéen – bien que contraintes par des limites méthodologiques liées à l'estimation des hauteurs de vol par les observateurs – permettent d'alimenter un jeu de données plus large nécessaire à la réalisation de modèle de risque de collision.



6 Bibliographie

Méthodologie :

BENNET, F., CULLOCH, R. and TAIT, A. 2016. Guidance on effective Adaptive Management and post-consent monitoring strategies. Deliverables 5.2 & 5.4., RiCORE Project. 45 pp.

ELLIS J. I. and SCHNEIDER D.C. 1997. Evaluation of a gradient sampling design for environmental impact assessment. Environmental Monitoring and Assessment 48, 157-172.

GREEN R. H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley and sons, New-York, NY.

Larry B. SPEAR, David G. AINLEY, Britta Denise HARDESTY, Steve N.G. HOWELL & Sophie W. WEBB, 2004. Reducing biases affecting at-sea surveys of seabirds: Use of multiple observer teams. Marine Ornithology 32: 147-157.
Mark L. Tasker, Peter Hope Jones, Tim Dixon, And Barry F. Blake, 1984. Counting seabirds at sea from ships: A review of methods employed and a Suggestion for a standardized approach. The Auk 101 : 567-577.

NOBLE-JAMES, T., JESUS, A. & MCBREEN, F. 2017. Monitoring guidance for marine benthic habitats. JNCC Report No. 598. JNCC, Peterborough.

UNDERWOOD, A. J. 1991. Beyond BACI : Experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 42:569-587.

Référence locale en lien avec la répartition et l'état de conservation des espèces (Atlas etc...)

BOURGEOIS K., 2012, Etat des connaissances et de conservation actualisé des populations nicheuses des petites îles

CEN-Occitanie, 2019, 2020 et 2021. Résultats du suivi laro limicoles coloniaux du littoral méditerranéen 2018 et 2019. Programme LARIMED. OFB, DREAL, Tour du Valat.

DI-MEGLIO N., ROUL M., GIMENEZ O., AZZINARI C., JOURDAN J., BARBIER M., et LABACH H. 2015. « Abondance et répartition spatio-temporelle et fonctionnelle du Grand dauphin dans le Golfe du Lion. Projet GDEGeM Grand Dauphin Etude et Gestion en Méditerranée 2013-2015. Rapport GIS3M, fait par EcoOcéan Institut, BREACH et le GECÉM. » https://www.gecem.org/sites/gecem.org/files/gdegem_rapport_regional_golfe_du_lion.pdf.

GARBE R., RUFRAY X., DI-MEGLIO N., ROUL M., DAVID L., BECHET A, et SADOUL N., 2015. Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique de la Camargue. Agence des Aires Marines Protégées. 326 p. Coordination : BIOTOPE.

RUFRAY X., GARBE R., DAVID L. et DI-MEGLIO N., 2014. Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du Golfe du Lion. Agence des Aires Marines Protégées. 325 p. Coordination BIOTOPE.

Référence générale en lien avec la répartition et l'état de conservation des espèces (Atlas etc...)

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. – Birds in European Union: a status assessment. Wageningen, The Netherlands: Birdlife International. Méditerranée. Initiative PIM, 22p

CADIOU B. et les coordinateurs régionaux, COORDINATEURS DEPARTEMENTAUX ET COORDINATEURS-ESPECE. 2014. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine : bilan final 2009-2012. Rapport GISOM & AAMP, Brest, 75 p.

CADIOU B. (coord.), 2011. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine 2009-2011

CADIOU B., PONS J-M. et YESOU P., 2004. Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Edition Biotope, Mèze. 218 pages.



CEN -Occitanie, 2019 et 2021. Résultats du suivi laro limicoles coloniaux du littoral méditerranéen 2018 et 2019. Programme LARIMED. OFB, DREAL, Tour du Valat.

ACCOBAMS. 2021. « Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018 2019 surveys. » ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project. <https://accobams.org/wp-content/uploads/2021/11/ASI-Med-Report-updated.pdf>.

JURET L., JOURDAN J., MAZIERE H., ANTICH GABRIEL A. et LABACH H. 2020. « Projet TURSMED. Rapport final. » Miraceti.

LAMBERT C., LARAN S., DAVID L., DOREMUS G., PETTEX E., VAN CANNEYT O. et RIDOUX V.. 2017. « How Does Ocean Seasonality Drive Habitat Preferences of Highly Mobile Top Predators? Part I: The North-Western Mediterranean Sea ». Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 141 (juillet): 115-32. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.06.012>.

LARAN, Sophie, Fabienne DELACOURTIE, Tiziana DI FULVIO, Léa DAVID, Nathalie DI-MEGLIO, et Pascal MONESTIEZ. 2012. « Synthèse sur la distribution des cétacés dans le Sanctuaire PELAGOS et les eaux adjacentes, mise en relation avec leur environnement », 30.

LARAN, Sophie, Manon NIVIERE, Ghislain DOREMUS, Sandrine SERRE, Jérôme SPITZ, et Matthieu AUTHIER. 2021. « Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Rapport final. », 78.

LARAN, Sophie, Emeline PETTEX, Matthieu AUTHIER, Aurélie BLANCK, Léa DAVID, Ghislain DOREMUS, Hélène FALCHETTO, Pascal MONESTIEZ, Olivier VAN CANNEYT, et Vincent RIDOUX. 2017. « Seasonal Distribution and Abundance of Cetaceans within French Waters- Part I: The North-Western Mediterranean, Including the Pelagos Sanctuary ». Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 141 (juillet): 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.12.011>.

SERRE, Sandrine, Léa DAVID, Nathalie DI-MEGLIO, Ghislain DOREMUS, Sophie LARAN, Jérôme SPITZ, et Olivier VAN CANNEYT. 2019. « Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. SAMM II Méditerranée Hiver 2019. Rapport de campagne. » Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Agence française pour la Biodiversité. https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2021/05/SAMM_II_MED_RapportCampagne20190514.pdf.

KELLER, V., HERRANDO, S., VORISEK, P., & AL., 2020. European Breeding Bird Atlas 2 – Distribution, abundance and change. European Bird Census Council & Lynx Edicions Barcelona.

Articles publiés dans des revues spécialisées

ALBORES-BARAJAS Y.V., RICCATO F., FIORIN R., MASSA B., TORRICELLI P. & SOLDATINI C. 2011 – Diet and diving behaviour of European Storm Petrels *Hydrobates pelagicus* in the Mediterranean (ssp. *melitensis*). Bird Study, iFirst : 1-5.

AMERICAN BIRD CONSERVANCY (ABC). 2010. American Bird Conservancy's Policy Statement on Wind Energy and Bird-Smart Guidelines.

ANSELME L. & DURAND J.P., 2012, LE PUFFIN CENDRE *Calonectris diomedea diomedea*, Etat des connaissances et de conservation actualisé des populations nicheuses des petites îles de Méditerranée, initiative PIM. 18p

ARNETT, E.B., HUSO, M.M.P., SCHIRMACHER, M.R., AND HAYES, J.P. (2011). Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 209-214.

BACCETTI N., CAPIZZI D., CORBI F., MASSA B., NISSARDI S., SPANO G. & SPOSIMO P. 2009. Breeding shearwaters on Italian islands: population size, island selection and co-existence with their main alien predator, the black rat. *Rivista Italiana di Ornitologia* 78: 83–100

BARROW OFFSHORE WIND, 2006. Barrow offshore wind farm - Construction monitoring report. Barrow Offshore Wind Ltd., DONG Energy, 44 pages

BARROW OFFSHORE WIND, 2008. Barrow offshore wind farm – Post construction monitoring report – First annual report – 15 January 2008. Barrow Offshore Wind Ltd., DONG Energy, 56 pages

BEASON, RC & SEMM, P, 2002. Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus. *Neuroscience Letters* 333:175-178



BERGEN, F.-2001-Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. -Thèse, Université Bochum, 22 pp. + ann.

BIODIVERSITY RESEARCH INSTITUTE (BRI). (2011). Wildlife and Renewable Energy Program.

BLAKE, B. F., TASKER, M. L., HOPE JONES, P., DIXON, T. J., MITCHELL, R. & LANGSLOW, D. R., 1984. - Seabird distribution in the North Sea. Final report of the Nature Conservancy Council Seabirds at Sea Team. November 1979 – November 1982. np.

BORG J.J., RAINE H., RAINE A.F. & BARBAR N. 2010. Protecting Malta's wind chaser: the EU LIFE Yelkouan shearwater project report. EU LIFE Yelkouan shearwater project, Malta.

BOURGEOIS K. & VIDAL E. 2008. The endemic Mediterranean Yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan*: distribution, threats and a plea for new data. *Oryx* 42: 187-194.

BRIGGS, B.-1996-Birds and wind turbines: RSPB policy and practice. -Presentation to ITE Conference Birds and wind turbines : can they co-exist ? Royal Society for the Protection of Birds. 10 pp.

BRUDERER, B. & LIECHTI, F., 1998 – Étude des migrations transméditerranéennes au moyen du radar. Directions de la migration nocturne en automne près de Malaga et à Majorque. Actes du 36e colloque interrégionale d'ornithologie, Neuchâtel (Suisse), 1996. Nos Oiseaux, suppl. 2 : 51-60.

BRUDERER, B. & LIECHTI, F. 1999. Bird migration across the Mediterranean. In: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds) Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Durban: 1983-1999. Johannesburg: BirdLife South Africa

BRUDERER, B., 1997a. – The Study of Bird Migration by Radar. Part 1: The technical basis. *Naturwissenschaften* 84: 1-8.

BRUDERER, B., 1997b. – The Study of Bird Migration by Radar. Part 2: Major achievements. *Naturwissenschaften* 84: 45-54.

BRUDERER, B., 1996. - Research on bird migration in the area of the Alps (Switzerland) 1980-1995. *Ornithol. Beob.* 93: 119-130.

BULER, J. 2011. Use of Weather Surveillance Radar for Understanding Migratory Bird Ecology [Powerpoint slides]. Presented at Maine Chapter of The Wildlife Society's Wind Energy and Wildlife Forum, Orono, ME.

BUURMA, L. S.-2002-Vragen bij de zichtbare trek over Nederland. pp 19-29 in LWVT & SOVON, 2002. – Vogeltrek over Nederland 1976 – 1993. -Schuyt & Co, Haarlem. 432 pp.

CAMPHUYSEN, K. C. J., FOX, T. A. D., LEOPOLD, M. M. F. & PETERSEN, I. K., 2004. – Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessment for offshore wind farms in the U. K. Royal Netherlands Institute for Sea Research. NERI. Alterra. COWRIE. 38 pp.

CARPENTIER, A., VAZ, S., MARTIN, C. S., COPPIN, F., DAUVIN, J.- C., DESROY, N., DEWARUMEZ, J.- M., EASTWOOD, P. D., ERNANDE, B., HARROP, S., KEMP, Z., KOUBBI, P., LEADER-Williams, N., LEFÈBVRE, A., LEMOINE, M., LOOTS, C., MEADEN, G. J., RYAN, N., WALKEY, M., 2005. Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM), Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale, INTERREG IIIA, 225 pp.

CLAUSAGER, I. & H. NØHR-1995-Vindmøllers indvirkning på fugle. Status over viden og perspektiver. -Faglig rapport fra DMU, nr. 147. 51 pp.

COMOLET-TIRMAN, J., HINDERMEYER, X & SIBLET, J-P., 2007. Liste des oiseaux marins susceptibles de justifier la création de Zone de Protection Spéciale. MNHN – Service du patrimoine naturel. 10 pages

DELANY S. AND D. SCOTT - 2006. Waterbird Population Estimates – Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands

DEBIZE E. & MANTE A. 2012, L'Océanite Tempête de Méditerranée, *Hydrobates pelagicus melitensis*, Etat des connaissances et de la conservation actualisé des populations nicheuses des petites îles Méditerranée. Initiative PIM. 17p

DESHOLM, M. 2006: Wind farm related mortality among avian migrants – a remote sensing study and model analysis. PhD thesis. Dept. of Wildlife Ecology and Biodiversity, NERI, and Dept. of Population Biology, University of Copenhagen. National Environmental Research Institute, Denmark. 128 pp.



- DESHOLM, M., FOX, A.D., BEASLEY, P.D. L. AND KALHERT, J. (2006). Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis*, 148, 76-89.
- DREWITT & LANGTOM, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- DREWITT, A.L. AND LANGSTON, R.H.W. (2006). Assessing the impact of wind farms on birds. *Ibis*, 148, 29-42.
- DUBOIS PH-J, ROUSSEAU E, 2005. La France à tire-d'aile – Comprendre et observer les migrations d'oiseaux. Delachaux et Niestlé ed., 240 pages
- DUBOIS, PH-J., LE MARECHAL, P., OLIOSSO, G. & YESOU, P., 2008. – Nouvel inventaire des oiseaux de France. Delachaux & Niestlé, 560 pages.
- DULAC P. – 2008 - Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 pages
- ERICKSON, W. P., G. D. JOHNSON, AND D. P. YOUNG. 2005. A summary and comparison of the bird mortality from anthropogenic causes with and emphasis on collisions. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.
- EVERAERT, J. & STIENEN, E.W.M., 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodivers. Conserv.* 16(12): 3345-3359
- EVERAERT, J., AND E. W. M. STIENEN. 2006. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodiversity and Conservation*: DOI 10.1007/s10531-006-9082-1.
- EXO, K.-M., HÜPPOP, O. & GARTHE, S. (2003) Offshore wind farms and bird conservation: potential conflicts and minimum requirements for project-related studies in the North Sea and the Baltic Sea. *Birds and Wind Power* (eds M. Ferrer, M. de Lucas & G. Janss). Quercus, Madrid, Spain.
- FERRER, M., DE LUCAS, M., JANSSE, G.F.E., CASADO, E., MUÑOZ, A. R., BECHARD, M.J. AND CALABUIG, C.P. (2011). Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms. *Journal of Applied Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.02054.x
- FIEDLER J. K., HENRY T.H., TANKERSLEY R.D. & NICHOLSON C. P., 2007. Results of Bat and Bird Mortality Monitoring at the Expanded Buffalo Mountain Windfarm, 2005. Tennessee Valley Authority, 35 pages
- GALLO, S., HODGMAN, T.P. AND CAMUSO, J. (2008). Important Bird Areas of Maine: An Analysis of Avian Diversity and Abundance.
- GARTHE ; S. & HUPPOP, O., 2004. - Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology*. 41-4: 724-734.
- GOODALE W. AND DIVOLL T., 2009. Birds, Bats and Coastal Wind Farm Development in Maine: A Literature Review. Report BRI 2009-18. BioDiversity Research Institute, Gorham, Maine.
- GRÉMILLET G., PICHEGRU L., SIORAT F., GEORGES J-Y., 2006 Conservation implications of the apparent mismatch between population dynamics and foraging effort in French northern gannets from the English Channel. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 319: 15–25, 2006
- GUILLEMETTE, M., LARSEN, J.K. & CLAUSAGER, I.-1999- Assessing the impact of the Tunø Knob wind park on sea ducks: the influence of food resources. -National Environmental Research Institute, Denmark.-Neri Technical Report No 263, 21 pp.
- GUTIERREZ R. (2003). The Balearic Shearwater : apparently heading for extinction. *Birding World* (16 (6) : 260 – 263
- HANDKE, K., KULP, H-G., RODE, M., SCHUCHARDT, B. & SEITZ, J.-2004-Vogel und Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie. -Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 7. 294 pp.
- HEATH M., BORGGREVE C. & PEET N., 2000. European bird populations : estimates and trends. *Birdlife international / European bird census Council* (Birdlife conservation series N°10), Cambridge, 160 p.
- HEMERY G. & D'ELBEE E. 1985 – Discrimination morphologique des populations atlantiques et méditerranéenne de pétrels tempête *hydrobates pelagicus*. in : thibault j.c., guyot i. & cheylan g. (eds), oiseaux marins nicheurs du midi et de la corse. *Annales du crop n°2*, Aix en provence : 63-67.



HOLBERTON, R. (2010). UMaine Among Leaders of Groundbreaking Research Into Bird Migration in Gulf of Maine.

HÖTKER, H., K.-M. THOMSEN & H. KÖSTER (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

HOUTE, S., BRETAGNOLLE, V., 2002. Recherche et suivi des oiseaux marins en mer. Programme ROMER avion. CNRS – Centre d'études biologiques de Chizé. 30 pages

HÜPPOP, O. AND DIERSCHKE, J. et al. (2006). Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. Ibis, 148, 90-109.

HUPPOP, O., DIERSCHKE J., EXO K. M., FREDRICH E. & HILL R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. Ibis 148: 90-109.

JANSS, G.-2001-Incidences of wind turbines on raptors in Southern Spain. -WWGBP, World Raptor Conference, Sevilla, September 2001.

KAHLERT J., PETERSEN I.K. & DESHOLM M., 2007. Effects on birds of the Rodsand 2 offshore wind farm : environmental impact assessment. National Environmental Research Institute – University of Aarhus, Denmark – Commisioned by DONG Energy, 107 pages

KAHLERT, J., PETERSEN, I. K., FOX, A. D., DESHOLM, M. & CLAUSAGER, I.-2004-Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore windfarm at Rødsand. Annual status report 2003. -NERI. Energi E2 A/S. 78 pp + annexes.

KAISER M. J., GALANIDI M., SHOWLER D. A., ELLIOT A. J., CALDOW R. W. G., REES E. I. S., STILLMAN R. A. & SUTHERLAND W. J., 2006. Distribution and behavior of Common Scoter *Melanitta nigra* relative to prey resources and environmental parameters. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 110-128

KOMDEUR, J., BERTELSEN, J. & CRACKNELL, G. (Eds), 1992. - Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB Special Publication n°19. Slimbridge, UK. 37 pp.

LANGSTON, R.H.W. & PULLAN, J.D.-2002-Windfarms and Birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues-BirdLife International, Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg 15 october 2002, 37 pp.

LARSEN, J.K. & GUILLEMETTE, M.-2007-Effects of wind turbines on flight behavior of wintering commom eiders : implications for habitat use and collision risk-Journal of Applied Ecology 44:516-522

LASCÈVE M., CROCQ C., KABOUCHE B. & FLITTI A. 2001. Oiseaux menacés et à surveiller en Provence-Alpes-Côte d'Azur : Ecologie générale, Statuts, Effectifs et tendances, Mesures de conservation. (DIREN PACA/LPO PACA)

MACLEAN, I.M.D., SKOV, H., REHFISCH, M.M. AND PIPER, W. (2006) Use of aerial surveys to detect bird displacement by offshore windfarms. BTO Research Report No. 446 to COWRIE. BTO, Thetford, 42 pages

MATE - ADEME, 2005.- Guide méthodologique de l'étude d'impact de projets éoliens.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER (MEEM), 2017. Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer. Édition 2017. [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_etude_impact_eolien_mer_2017_complet.pdf

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, WWF, 1994 - Le livre rouge, inventaire de la faune menacée en France. Nathan, 176 p.

MUSTERS, C.J.M., NOORDERVLIET, M.A.W. & W.J. TER KEURS -1995-Bird casualties and wind turbines near the Kreekrak sluices of Zeeland. Environmental Biology Leiden University. -Leiden (NL), 28 pp.

MUSTERS, C.J.M., NOORDERVLIET, M.A.W. & W.J. TER KEURS -1996-Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. -Bird Study 43 :124-126.

NANKINOV D.N. 2001. Migration, seasonal and spatial distribution of Manx shearwater, *Puffinus puffinus* in the Black Sea basin. Proceedings of Institute of Oceanology, Varna 3: 170-179.



NICHOLSON, C. P., R. D. TANKERSLEY, J. K. FIEDLER, AND N. S. NICHOLAS. 2005. Assessment and prediction of bird and bat mortality at wind energy facilities in the southeastern United States, Final Report. Tennessee Valley Authority, Knoxville, 42 pages

PELLETIER, S., KEDRICK, G., PETERSON, T., AND GRAVEL, A. (2010, October). Maine Offshore Bat and Bird Pilot Project [Powerpoint slides]. Presented at the National Wind Coordinating Committee's Wind Wildlife Research Meeting VIII, Lakewood, CO. Retrieved from http://www.national-wind.org/assets/research_meetings/Research_Meeting_VIII_Pelletier.pdf

PERCIVAL S., 2003. Birds and wind farms in Ireland : a review of potential issues and impact assessment. Ecology consulting, Durham, Ireland, 21 pages

PETERSEN, I.K. (2005) Bird numbers and distribution in the Horns Rev offshore wind farm area. Annual status report 2004. Report commissioned by Elsam Engineering A/S 2005. National Environmental. Research Institute, Rønde, Denmark.

PETERSEN, I.K., CHRISTENSEN T.K., KAHLERT J., DESHOLM M. & FOX A. D. (2006). Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S 2006. National Environmental. Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark.

ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D., 1999 – Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouge et recherche de priorités. Populations / Tendances / Menaces / Conservation – SEOF/LPO – 598 p.

RODRIGUEZ- MOLINA A. & MCMINN-GRIVÉ M., 2005.— Population and distribution of the breeding colonies of the Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus*. Poster présenté au 2nd International Manx Shearwater workshop, Belfast.

SCHWARTZ, M., HEIMILLER, S., HAYMES, S., AND MUSIAL, W. (2010). Assessment of Offshore Wind Energy Resources for the United States.

SKOV, H., DURING, J. LEOPOLD, M.F., TASKER, M.L., 1995. - Important bird areas for seabirds in the North Sea including the Channel and the Kattegat. Birdlife International: Cambridge, UK. 156 pp.

SMALLWOOD, K. S., AND THELANDER C., 2008. Bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. Journal of Wildlife Management 72: 215-223.

SOVACOL, B. K. 2009. Contextualizing avian mortality: A preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. Energy Policy 37: 2241-2248.

STILL, D., LITTLE, B. & LAWRENCE, S.-1995-The effect of windturbines on the bird population at Blyth. -ETSU, Haugh Lane Industrial Estate, Hexham.

TASKER. M. L., and PIENKOWSKI, M., W., 1987. - Vulnerable concentrations of birds in the North Sea. Nature Conservancy Council. 39 pp.

TASKER. M. L., WEBB, A., HALL, A. J., PIENKOWSKI, M., W. & LANGSLOW, D. R., 1987. – Seabirds in the North Sea. Final report of phase 2 of the Nature Conservancy Council Seabirds at Sea Project. November 1983 – October 1986. 336 pp.

TASKER, M. et al., 1984. Counting Seabirds at Sea from Ships: A Review of Methods Employed and a Suggestion for a Standardized Approach. The Auk. Vol. 101, no 3, pp. 567-577. DOI 10.1093/auk/101.3.567.

THIBAUT J.C. 1994. Nest site tenacity and mate fidelity in relation to breeding success in cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). Bird Study, 41:25-28.

THIBAUT J.C. & BONACCORSI G. 1999. The Birds of Corsica. British Ornithologists'Union, Tring, UK. Torre A. 2003. L'avifauna nidificant al territori communal marina alta (Penya segat): birriquella. L'Alguer de L'Alguer, les espècies de la costera, periòdic de cultura i informació n°86. [<http://www.publvideo.it/alguer/index.htm>, accessed 30 May 2006]

TUCKER G.M. & HEATH M.F., 1994 – Birds in Europe, their conservation status. Birdlife International. Cambridge. 600 p.

UNITED STATES FISH AND WILDLIFE SERVICE (USFWS). (2011). Tracking Birds and Bats in the Gulf of Maine. Retrieved from http://www.fws.gov/refuges/MediaTipsheet/Stories/201012_Tracking-BirdsandBatsGulfMaine.html

UNIVERSITY OF MAINE AND JAMES W. SEWALL COMPANY. (2011). Offshore Wind Feasibility Study. Ed. S. Elston, P. Graham, E. Hedefine.



VALÉRY, L., 2010. Etude de la répartition spatiale des oiseaux marins au large. Guide méthodologique pour le programme de connaissances Natura 2000 Mer. Rapport SPN 2010 /8. Muséum National d'Histoire Naturelle.

VIDAL P. 1985. Premières observations sur la biologie de la reproduction du Puffin des Anglais *Puffinus puffinus* yelkouan sur les îles d'Hyères (France). In Thibault J.C., Guyot I. & Cheylan G. (eds.) Oiseaux Marins Nicheurs du Midi et de la Corse, pp 58–62. Centre Régional Ornithologique de Provence, Aix-en-Provence, France.

WAARDENBURG-2005-Schlachtofferonderzoek in het windpark Jaap Rodenburg (Almere) en aan twee parken in de Wieringermeer. -Nuon Energy Sourcing & Vogelbescherming Nederland, Pays-Bas.

WEBB A. and DURINCK J., 1992. Counting birds from ships. In: Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds, eds. J. Komdeur, J. Bertelsen & G

WINKELMAN, J.E. -1992e-The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 4: disturbance. -RIN Rep. 92/5. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, The Netherlands. 106 p. plus Appendices. Dutch, Engl. summ.

WINKELMAN, J.E.-1984-Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). -RIN-report 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

WINKELMAN, J.E.-1985a-Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). -Limosa 58: 117-121.

WINKELMAN, J.E.-1985b-Impact of medium-sized wind turbines on birds: a survey on flight behaviour, victims, and disturbance.-Neth. J. Agric. Sci. 33: 75-78.

WINKELMAN, J.E.-1988-Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 1: onderzoekopzet, nachtstudies en slachtofferonderzoek, voorjaar 1984 - herfst 1987 (in Dutch). -RIN-report 88/46, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

WINKELMAN, J.E.-1989-Vogels en het windpark nabij Urk (NOP) : aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. -RIN-Rapport 89/15.

WINKELMAN, J.E.-1990a-Impact of the wind park near Urk, Netherlands, on birds: bird collision victims and disturbance of wintering waterfowl. -Acta SS Congressus Internationalis Ornithologici, Christchurch, New Zealand, Supplement, Programme and Abstracts: 402-403.

WINKELMAN, J.E.-1990b-Bird collision victims in the experimental wind park near Oosterbierum (Friesland) during building and partly operative situations (1984-1989). -RIN-rapport 90/2: 74 pp.

WINKELMAN, J.E.-1990c-Disturbance of birds by the experimental wind park near Oosterbierum (Friesland) during building and partly operative situations (1984-1989). -RIN-rapport 90/9: 156 pp.

WINKELMAN, J.E.-1990d- Nocturnal collision risks and behavior of birds approaching a rotor in operation in the experimental wind park near Oosterbierum, Friesland, Netherlands. -RIN-rapport 90/17: 209 pp.

WINKELMAN, J.E.-1992a-Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 2 (1988-1991). -RIN-Rapport 92/6.

WINKELMAN, J.E.-1992b-The impact of the Sep Wind Park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds. N°1. Collision victims. -RIN-Rapport 92/2.

WINKELMAN, J.E.-1992c-The impact of the Sep Wind Park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds. N°2. nocturnal collision risks.-RIN-Rapport 92/3.

WINKELMAN, J.E.-1992d-The impact of the Sep Wind Park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds. n°3. flight behaviour during daylight. -RIN-Rapport 92/4.

YEATMAN-BERTHELOT D. & ROCCAMORA G. 1999. Liste des espèces menacées en France, dans Oiseaux menacés et à surveiller en France, Liste rouge et priorité

YÉSOU P., 2003.– Recent changes in the summer distribution of the Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus* off western France. Scientia Marina, 67 (Suppl. 2): 143–148.



ZOTIER R. 1997. Biogéographie des oiseaux marins en Méditerranée et écologie d'un Procellariiforme endémique : le Puffin de Méditerranée *Puffinus yelkouan*. Thèse EPHE, Université Montpellier II, 168p + annexes.



7 Annexes

Liste des cartes

Carte 1 : Position des transects de l'état de référence 2022/2023	11
Carte 2 : Position des transects de l'état de référence 2022/2023	15
Carte 3 : Position des transects de l'état de référence 2022/2023 par rapport aux transects de l'état initial 2013	16
Carte 4 : Carte des observations brutes de la mouette mélanocéphale réalisées au cours des suivis nautiques menés entre juin 2022 et juin 2023.	34
Carte 5 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour le Goéland leucophée – Juin 2022 à Juin 2023.	35
Carte 6 : Observations de Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	56
Carte 7 : Observations de Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie – Phase de construction	57
Carte 8 : Observations de Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie en fonction des saisons lors de l'état initial de 2013	58
Carte 9 : Observations de Goéland leucophée en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	59
Carte 10 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour le Goéland leucophée – Juin 2022 à Juin 2023	60
Carte 11 : Observations de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	68
Carte 12 : Observations de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction	68
Carte 13 : Observations de la Mouette pygmée sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	69
Carte 14 : Observations des autres mouettes sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	70
Carte 15 : Observations des autres mouettes sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction	71
Carte 16 : Observations de la Mouette mélanocéphale durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	72
Carte 17 : Observations de la Mouette pygmée durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	73
Carte 18 : Observations de Mouette mélanocéphale en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	74
Carte 19 : Observations de Mouette pygmée en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	76
Carte 20 : Observations des autres mouettes en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	78
Carte 21 : Observations de la Sterne caugek sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	89
Carte 22 : Observations de sternes indéterminées sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction	90
Carte 23 : Observations de la Sterne caugek durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	91
Carte 24 : Observations des autres sternes durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	92
Carte 25 : Observations des Sterne caugek en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	93
Carte 26 : Observations des autres sternes en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	93
Carte 27 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les autres sternes – Juin 2022 à Juin 2023	97
Carte 28 : Observations de puffins (P. yelkouan et P. des Baléares) sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	105
Carte 29 : Observations de puffins (P. yelkouan et P. des Baléares) sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction	105
Carte 30 : Observations de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	106
Carte 31 : Observations de Puffin yelkouan, P. fuligineux et P. des Baléares en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	107
Carte 32 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les puffins – Juin 2022 à Juin 2023	110
Carte 33 : Observations de Puffin de Scopoli sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	115
Carte 34 : Observations de Puffin de Scopoli sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction	116
Carte 35 : Observations de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de Scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	117
Carte 36 : Observations de puffin de Scopoli en fonction des saisons – Juin 2022 à Juin 2023	118

Carte 37 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour le Puffin de Scopoli – Juin 2022 à Juin 2023	120
Carte 38 : Observations d'Océanite sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	124
Carte 39 : Observations d'Océanite sur l'aire d'étude élargie – Phase de construction	124
Carte 40 : Observations de l'océanite tempête en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	126
Carte 41 : Observations de Fou de Bassan sur l'aire d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	131
Carte 42 : Observations de Fou de Bassan en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	133
Carte 43 : Observations d'alcidés et cormorans sur la zone d'étude élargie en fonction des saisons – Etat de référence	138
Carte 44 : Observations d'alcidés et cormorans sur la zone d'étude élargie – Phase de construction	139
Carte 45 : Observations des alcidés et cormorans en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	141
Carte 46 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les alcidés et cormorans – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	142
Carte 47 : Observations des anatidés en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	146
Carte 48 : Observations des labbes en fonction des saisons – Expertises aériennes visuelles (2013)	149
Carte 49 : Observations des labbes en fonction des saisons – Expertises nautiques visuelles (2022/2023)	150
Carte 50 : Observations de passereaux en fonction des saisons – Etat de référence	154
Carte 51 : Observations de passereaux – Phase de construction	154
Carte 52 : Observations des passereaux en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	156
Carte 53 : Distribution saisonnière des densités en maille de 3.2 x 3.2 km pour les passereaux – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	158
Carte 54 : Observations de rapaces – Phase de construction (octobre 2023)	160
Carte 55 : Observations des mammifères marins en fonction des saisons – P hase de référence	169
Carte 56 : Observations des mammifères marins en fonction des saisons – Phase de construction	169
Carte 57 : Observations de Grand dauphin en fonction des saisons – expertises nautiques visuelles (2022/2023)	171

Liste des tableaux

Tableau 1 : Equipe en charge de la mission et qualifications	10
Tableau 2 : Coordonnées géographiques et longueur des transects réalisés par bateau (WGS84)	12
Tableau 3 : Date des expertises nautiques visuelles et conditions météorologiques observées	14
Tableau 4 : Coordonnées géographiques et longueur des transects réalisés par avion (WGS84)	16
Tableau 5 : Date des expertises aériennes visuelles et conditions d'observation	18
Tableau 6 : Informations récoltées sur les individus par observation : exemple des oiseaux.	20
Tableau 7 : Informations récoltées sur les individus par observation.	24
Tableau 8 : Informations récoltées pour les données d'effort.	24
Tableau 9 : Regroupement des espèces d'oiseaux mis en œuvre dans le cadre des analyses.	26
Tableau 10 : Densités moyennes mensuelles par espèces pour les oiseaux posés, en vols et cumulés (TOTAL), ici pour le Puffin yelkouan et le Puffin des Baléares lors de l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	31
Tableau 11 : Périodes temporelles associées aux saisons d'analyse concernant l'avifaune	33
Tableau 12 : Périodes temporelles associées aux saisons d'analyse concernant l'avifaune	33
Tableau 13 : Effectifs cumulés d'oiseaux observés par espèce et par session lors des expertises de 2022/2023	40
Tableau 14 : Proportion des observations selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base des 15 sessions entre juin 2022 et juillet 2023)	42
Tableau 15 : Effectifs cumulés d'oiseaux observés par espèce et par session lors des expertises aériennes de 2022/2023 pour l'état de référence	43
Tableau 16 : Proportion des observations selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base des 2 sessions aériennes de l'état de référence, novembre 2022 et mars 2023)	44
Tableau 17 : Effectifs cumulés d'oiseaux observés par espèce et par session lors des expertises aériennes de 2022/2023	44

Tableau 18 : Proportion des observations selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base la session aérienne de la phase de construction, octobre 2023)	45
Tableau 19 : Proportion d'oiseaux en recherche alimentaire (chasse/pêche) naturelle ou anthropique (sur la base des 15 sessions d'expertise par bateau)	46
Tableau 20 : Résumé de la phénologie du Goéland leucophaea extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	55
Tableau 21 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour le Goéland leucophaea - Juin 2022 à Juin 2023	59
Tableau 22. Phénologies et cartes de densités moyennes du Goéland leucophaea selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	61
Tableau 23. Proportion d'individus de Goéland leucophaea posé et en vol.	62
Tableau 24. Hauteurs de vol des goélands leucophaea lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	62
Tableau 25 : Résumé de la phénologie des mouettes extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	67
Tableau 26 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour la Mouette mélanocéphale - Juin 2022 à Juin 2023	75
Tableau 27 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour la Mouette pygmée - Juin 2022 à Juin 2023	77
Tableau 28. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Mouette mélanocéphale selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	80
Tableau 29. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Mouette pygmée selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	80
Tableau 30. Proportion d'individus de mouettes (par espèce) posé et en vol.	82
Tableau 31. Hauteurs de vol des mouettes lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	82
Tableau 32 : Résumé de la phénologie des sternes extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	88
Tableau 33 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour la Sterne caugek - Juin 2022 à Juin 2023	95
Tableau 34 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour les autres espèces de sternes observées - Juin 2022 à Juin 2023	95
Tableau 35. Phénologies et cartes de densités moyennes de la Sterne caugek selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	98
Tableau 36. Phénologies et cartes de densités moyennes des autres sternes selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	99
Tableau 37. Proportion d'individus de sternes (par espèce) posé et en vol.	100
Tableau 38. Hauteurs de vol des sternes lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	100
Tableau 39 : Populations du Puffin yelkouan sur les îles marseillaises et d'Hyères en 2021 (GISOM, 2023)	102
Tableau 40 : Résumé de la phénologie du Puffin yelkouan/Puffin des Baléares extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	104
Tableau 41 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour le Puffin yelkouan et le Puffin des Baléares - Juin 2022 à Juin 2023	109
Tableau 42. Phénologies et cartes de densités moyennes des puffins selon les méthodes strip-transect – Petits transects pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	110
Tableau 43. Proportion d'individus de puffins posé et en vol.	111
Tableau 44. Hauteurs de vol des puffins lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	112
Tableau 45 : Populations du Puffin de Scopoli sur les îles marseillaises, d'Hyères et en Corse en 2021 (GISOM, 2023)	113
Tableau 46 : Résumé de la phénologie du Puffin de Scopoli extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	114
Tableau 47 : Densités mensuelles relevées lors de l'état de référence pour le Puffin de Scopoli - Juin 2022 à Juin 2023	119
Tableau 48. Proportion d'individus de puffin de Scopoli posé et en vol.	120
Tableau 49 : Populations de l'Océanite tempête sur les îles marseillaises, d'Hyères et Corse (GISOM, 2023)	122
Tableau 50. Résumé de la phénologie de l'Océanite tempête extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	123
Tableau 51. Phénologies et cartes des observations de l'océanite – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	125
Tableau 52. Phénologies et cartes de densités moyennes de l'océanite tempête – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	127
Tableau 53. Proportion d'individus d'océanites posé et en vol.	128

Tableau 54. Hauteurs de vol de l'océanite tempête lors des suivis par bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	129
Tableau 55. Résumé de la phénologie du Fou de Bassan extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	131
Tableau 56. Phénologies et cartes des observations du Fou de Bassan – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	132
Tableau 57. Phénologies et cartes des observations du Fou de Bassan – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	134
Tableau 58. Proportion d'individus de Fou de Bassan posé et en vol.	135
Tableau 59. Hauteurs de vol du Fou de Bassan lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	135
Tableau 60. Résumé de la phénologie des alcidés et cormorans extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	138
Tableau 61. Phénologies et cartes des observations des alcidés et cormorans – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	140
Tableau 62. Phénologies et cartes de densités moyennes des alcidés et cormorans selon les méthodes strip-transect – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	143
Tableau 63. Proportion d'individus d'alcidés et cormorans posé et en vol.	143
Tableau 64. Hauteurs de vol des alcidés et cormorans lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	144
Tableau 65. Phénologies et cartes des observations des anatidés – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	145
Tableau 66. Proportion d'individus d'anatidés posé et en vol.	147
Tableau 67. Résumé de la phénologie des labbes extraite des expertises nautiques visuelles lors de l'état initial (2013) et de l'état de référence (2022/2023)	149
Tableau 68. Phénologies et cartes d'observations des labbes selon les méthodes strip-transect – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	152
Tableau 69. Proportion d'individus de labbes posé et en vol.	152
Tableau 70. Hauteurs de vol des labbes lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	153
Tableau 71. Phénologies et cartes des observations de passereaux – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	155
Tableau 72. Phénologies et cartes d'observations des passereaux selon les méthodes strip-transect – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	158
Tableau 73. Hauteurs de vol des passereaux lors des suivis nautiques -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	159
Tableau 74. Phénologies et cartes des observations de rapaces – Transects avion pendant l'EI (2013) et la phase de construction (2023)	160
Tableau 75. Hauteurs de vol d'autres oiseaux lors des suivis petits transects bateau -- Etat initial (2013) et état de référence (2022/2023).	163
Tableau 76 : Effectifs cumulés observés de mammifères marins lors des expertises aériennes de 2022/2023	168
Tableau 77 : Effectifs cumulés observés de mammifères marins lors des expertises nautiques de 2022/2023	168
Tableau 78. Phénologies et cartes de densités moyennes des mammifères marins – Transects avion pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	170
Tableau 79. Phénologies et cartes d'observations des mammifères marins – Transects bateau pendant l'EI (2013) et l'EDR (2022/2023)	172
Tableau 80. Pourcentage des hauteurs de vol relevées par espèce présentes à l'intérieur et à l'extérieur	175

Liste des figures

Figure 1 : Synthèse des méthodes d'analyses des données en fonction de la méthode d'inventaire utilisée.	28
Figure 2 : Exemple de fonction de détection pour les puffins	29
Figure 3 : Phénologies obtenus avec les intervalles de confiance à 95% associés pour la sterne Caugek.	31
Figure 4 : Phénologie d'IKA pour les individus et les observations.	32
Figure 5 : Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour les mouettes rieuse et tridactyle.	36
Figure 6 : Schéma des méthodes BACI et BAG (source : Secor D. 2017. Priorities and challenges of monitoring designs – ecological impacts. Atlantic Offshore Renewable Energy Development and Fisheries Workshop.)	37



Figure 7 : Proportion d'oiseaux posés ou en vol (sur la base des 15 sessions nautiques)	47
Figure 8 : Proportion d'oiseaux posé ou en vol (sur la base des 2 sessions d'expertise aérienne de l'état de référence)	48
Figure 9 : Proportion d'oiseaux posé ou en vol (sur la base d'une session d'expertise aérienne en phase de construction)	48
Figure 10 : Bateau de pêche côtier et rassemblement d'oiseaux suiveurs (Ici : goélands, mouettes, puffins et Fous de Bassan)	49
Figure 11 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations du Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	56
Figure 12 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations du Goéland leucophée sur la zone d'étude élargie (posé et en vol) durant l'état initial de 2013	57
Figure 13 : Phénologie d'IKA du Goéland leucophée pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	59
Figure 14 : Histogramme de densité de la Mouette mélanocéphale sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	67
Figure 15 : Histogramme de densité de la Mouette pygmée sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	69
Figure 16 : Histogramme de densité des autres mouettes sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	70
Figure 17 : Histogramme de densité de la Mouette mélanocéphale durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	72
Figure 18 : Histogramme de densité de la Mouette pygmée durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	73
Figure 19 : Phénologie d'IKA de la Mouette mélanocéphale pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	74
Figure 20 : Phénologie d'IKA de la Mouette pygmée pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	76
Figure 21 : Phénologie d'IKA pour les autres espèces de mouettes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	78
Figure 22 : Phénologie d'IKA pour les autres espèces de mouettes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	79
Figure 23 : Histogramme de densité de la Sterne caugek sur l'aire d'étude élargie	89
Figure 24 : Histogramme de densité de sternes indéterminées sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	90
Figure 25 : Histogramme de densité de la Sterne caugek durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	91
Figure 26 : Histogramme de densité des autres sternes durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	92
Figure 27 : Phénologie d'IKA de la Sterne caugek pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	94
Figure 28 : Phénologie d'IKA des autres espèces de sternes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	94
Figure 29 : Phénologie d'IKA des autres espèces de sternes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	95
Figure 30 : Cycle biologique du Puffin yelkouan	103
Figure 31 : Histogramme de densité de puffins (P. yelkouan et P. des Baléares) sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	104
Figure 32 : Histogramme de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	106
Figure 33 : Phénologie d'IKA du Puffin yelkouan/Puffin des Baléares pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	108
Figure 34 : Phénologie d'IKA des puffins pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	108
Figure 35 : Cycle biologique du Puffin de Scopoli	114
Figure 36 : Histogramme de densité de Puffin de Scopoli sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	115
Figure 37 : Histogramme de densité des puffins (P. yelkouan et P. cendré/de Scopoli) durant l'état initial sur l'aire d'étude élargie	117
Figure 38 : Phénologie d'IKA du Puffin de Scopoli pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	119
Figure 39 : Hauteurs de vol du Puffin cendré/de Scopoli lors des suivis par bateau - état initial (2013) et état de référence (2022/2023)	121
Figure 40 : Cycle biologique de l'océanite tempête	123
Figure 41 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations de l'Océanite sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	125
Figure 42 : Phénologie d'IKA de l'Océanite tempête pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	127
Figure 43 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations du Fou de Bassan sur l'aire d'étude élargie.	132
Figure 44 : Phénologie d'IKA du Fou de Bassan pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	134
Figure 45 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations d'alcidés et cormorans sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	139

Figure 46 : Phénologie d'IKA des alcidés et cormorans pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	141
Figure 47 : Phénologie d'IKA des alcidés et cormorans pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	142
Figure 48 : Phénologie d'IKA des anatidés pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	146
Figure 49 : Phénologie d'IKA des anatidés pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	147
Figure 50 : Hauteurs de vol des anatidés lors des suivis nautiques -- état de référence (2022/2023).	148
Figure 51 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations des labbes – Expertises aériennes visuelles (2013)	150
Figure 52 : Phénologie d'IKA des labbes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	151
Figure 53 : Phénologie d'IKA des labbes pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	151
Figure 54 : Phénologie d'IKA des passereaux pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	157
Figure 55 : Phénologie d'IKA des passereaux pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	157
Figure 56 : Observations d'autres oiseaux en fonction des saisons – état initial (2013)	162
Figure 57 : Observations d'autres oiseaux en fonction des saisons – état de référence (2022/2023)	162
Figure 58 : Phénologie d'IKA des rapaces pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	163
Figure 59 : Abondance relative des Grands dauphins (Individus/km d'effort) dans le golfe du Lion entre 2013 et 2015 (Di-Méglio et al, 2015).	167
Figure 60 : Abondance relative saisonnière des Grands dauphins (Individus/km d'effort) dans le golfe du Lion entre 2013 et 2015 (Di-Méglio et al, 2015).	167
Figure 61 : Histogramme de la densité d'individus ou d'observations des mammifères marins sur l'aire d'étude élargie (expertise aérienne d'octobre réalisée en phase de construction)	170
Figure 62 : Phénologie d'IKA du Grand Dauphin pour l'état de référence - Juin 2022 à Juin 2023	172

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation du projet PGL (source : PEOPGL)	7
Illustration 2 : Macro-planning des travaux d'installation du parc éolien PGL	8
Illustration 3 : Représentation d'une éolienne flottante de la ferme pilote Provence Grand Large	9
Illustration 4 : Le CISAMPO – Compagnie MSM	12
Illustration 5 : Principe de l'observation en mer sur la zone d'échantillonnage (Source : Bretagne vivante, 2015)	19
Illustration 6 : Schéma illustratif de la méthode des snapshot (source : Biotope / Bretagne vivante, 2016)	19
Illustration 7 : Application numérique de terrain	20
Illustration 8 : Radeau de puffins, Puffins en vol, Grand dauphin et Fou de Bassan © Vincent LIEBAULT- Biotope	21
Illustration 9 : Effort d'observation lors des expertises visuelles aériennes (d'après le « Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine », PELAGIS)	23
Illustration 10 : prise de vue depuis l'avion en octobre 2023 lors du suivi en phase de construction. Vue sur les éoliennes installées à leur position d'ancrage et sur le navire d'installation Normand Installer de SBM Offshore. © Vincent LIEBAULT- Biotope	25
Illustration 11 : Radeau mixte de Puffin yelkouan et de Puffin de Scopoli	51
Illustration 12 : Effectifs nicheurs de Mouette mélanocéphale en méditerranée (Programme LARIMED, 2021)	64
Illustration 13 : Effectifs nicheurs de Mouette rieuse en méditerranée (Programme LARIMED, 2021)	66
Illustration 14 : Effectifs nicheurs de Sterne caugek en méditerranée (Programme LARIMED, 2021)	84
Illustration 15 : Localisation des colonies de reproduction de la Sterne caugek sur le littoral méditerranéen (Programme LARIMED, 2023)	85
Illustration 16 : Effectifs nicheurs de Sterne pierregarin en Méditerranée (Programme LARIMED, 2021)	86
Illustration 17 : Localisation des colonies de reproduction de la Sterne pierregarin sur le littoral méditerranéen (Programme LARIMED, 2018)	86
Illustration 18 : Effectifs nicheurs de Sterne naine en Méditerranée (Programme LARIMED, 2021)	87