



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE

PARC D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

Note de synthèse du programme MIGRALION et
contextualisation des connaissances sur les zones de
développement éoliens en Méditerranée



VF – février 2026

	BRL ingénierie 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5
	Biotope service EMR 22 bd Maréchal Foch – BP58 34140 Mèze Tel.: 02 49 62 80 89 service_emr@biotope.fr

Date du document	09/12/2025
Contact	Nicolas DELELIS

Titre du document	Parc d'éoliennes flottantes en méditerranée – Note de synthèse du programme MIGRALION et contextualisation des connaissances sur les zones de développement éoliens en Méditerranée
Référence du document :	Note_synthèse_MIGRALION_DGEC_VF_20260225.docx
Indice :	1

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
06/11/2025	0	Elaboration du plan	NDE	
17/11/2025	1	Intégration des synthèses par lot	NDE	
19/11/2025	1.1	Mise à jour des synthèses par lot et rédaction de la partie B	PDR/VAN/FRA	NDE
09/12/2025	1.2	Relecture et conclusion par zone	VAN/NDE	NDE
25/02/2026	1.3	Mise à jour post retours DREAL	FRA	NDE

PARC D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

Note de synthèse du programme MIGRALION

PARTIE A – SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES ACQUISES AU COURS DU PROGRAMME	
MIGRALION	19
1 RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS DU PROGRAMME MIGRALION	19
2 LOT 3 : TÉLÉMÉTRIE, MIGRATEURS TERRESTRES ET OISEAUX MARINS	23
2.1 OBJECTIFS	23
2.2 METHODES	23
2.3 PRINCIPAUX RESULTATS	24
2.3.1 Oiseaux marins.....	24
2.3.2 Oiseaux terrestres.....	29
2.3.2.1 Suivi par GPS.....	29
2.3.2.2 Suivis par géolocalisateurs	33
2.4 CONCLUSIONS	33
3 LOT 4 : CAMPAGNES EN MER PAR BATEAU	34
3.1 OBJECTIFS	34
3.2 METHODES	34
3.2.1 Technologies employées.....	34
3.2.2 Plan d'échantillonnage.....	35
3.2.3 Limites méthodologiques.....	36
3.3 PRINCIPAUX RESULTATS	38
3.3.1 Observations visuelles	38
3.3.2 Acoustique oiseaux.....	42
3.3.3 Acoustique chiroptères	43
3.3.4 Radars embarqués.....	43
3.4 CONCLUSIONS	47
4 LOT 5 : RADARS ORNITHOLOGIQUES À LA CÔTE	49
4.1 OBJECTIFS	49
4.2 METHODES	49
4.3 PRINCIPAUX RESULTATS	51
4.4 CONCLUSIONS	56
5 LOT 6 : DÉVELOPPEMENT DE MÉTHODES PERMETTANT L'ANALYSE DES DIFFÉRENTES	
DONNÉES PRODUITES DANS LE CADRE DU PROGRAMME ET ISSUES D'AUTRES PROJETS .58	
5.1 OBJECTIFS	58
5.2 METHODES & PRINCIPAUX RESULTATS	58

5.2.1	Utilisation du golfe du Lion par les oiseaux marins	58
5.2.2	Utilisation du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs terrestres.....	64
5.3	CONCLUSIONS	70
PARTIE B – CONTEXTUALISATION DES CONNAISSANCES SUR LES ZONES DE DEVELOPPEMENT ÉOLIENS EN MÉDITERRANÉE		71
1	ZONE 1 - OCCITANIE – PARCS D'ÉOLIENNES EN MER FLOTTANTES NARBONNAISE SUD-HÉRAULT	71
1.1	LIMITES METHODOLOGIQUES DE L'INTERPRETATION DES RESULTATS	71
1.2	OISEAUX MARINS	72
1.2.1	Goéland leucophée.....	72
1.2.2	Mouette mélanocéphale.....	77
1.2.3	Mouette rieuse.....	81
1.2.4	Mouette tridactyle.....	85
1.2.5	Mouette pygmée	89
1.2.6	Sterne caugek	91
1.2.7	Sterne pierregarin	96
1.2.8	Puffin des Baléares	100
1.2.9	Puffin yelkouan.....	103
1.2.10	Puffin de Scopoli	106
1.2.11	Océanite tempête.....	109
1.2.12	Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda)	113
1.2.13	Fou de Bassan.....	117
1.2.14	Labbes	120
1.2.15	Grand Cormoran.....	123
1.2.16	Autres espèces d'oiseaux marins observées sur la zone.....	125
1.3	MIGRATEURS TERRESTRES.....	126
1.3.1	Faucon d'Eléonore	126
1.3.2	Faucon crécerellette.....	126
1.3.3	Tourterelle des bois	127
1.3.4	Rollier d'Europe	128
1.3.5	Coucou geai.....	129
1.3.6	Glaréole à collier	130
1.3.7	Héron pourpré	131
1.3.8	Crabier chevelu.....	132
1.3.9	Blongios nain	133
1.3.10	Flamant rose.....	134
1.3.11	Spatule blanche.....	135
1.3.12	Ibis falcinelle	136
1.3.13	Échasse blanche	137
1.3.14	Avocette élégante.....	138
1.3.15	Pluvier guignard	139
1.3.16	Goéland railleur.....	140
1.3.17	Sterne hansel.....	141
1.3.18	Autres migrateurs.....	142
1.4	CHIROPTERES	146
1.5	MAMMIFERES MARINS & GRANDS POISSONS PELAGIQUES.....	147

2	ZONE 2 – PACA – PARCS D'ÉOLIENNES EN MER FLOTTANTES AU LARGE DU GOLFE DE FOS-SUR-MER	150
2.1	OISEAUX MARINS	150
2.1.1	Goéland leucophée.....	150
2.1.2	Mouette mélanocéphale.....	154
2.1.3	Mouette rieuse.....	158
2.1.4	Mouette tridactyle.....	162
2.1.5	Mouette pygmée	166
2.1.6	Sterne caugek	168
2.1.7	Sterne pierregarin	173
2.1.8	Puffin des Baléares	177
2.1.9	Puffin yelkouan.....	180
2.1.10	Puffin de Scopoli	183
2.1.11	Océanite tempête.....	186
2.1.12	Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda)	190
2.1.13	Fou de Bassan	194
2.1.14	Labbes	197
2.1.15	Grand Cormoran.....	200
2.1.16	Guifette noire.....	202
2.1.17	Autres espèces d'oiseaux marins observées sur la zone.....	204
2.2	MIGRATEURS TERRESTRES.....	205
2.2.1	Faucon d'Eléonore	205
2.2.2	Faucon crécerellette.....	205
2.2.3	Tourterelle des bois	206
2.2.4	Rollier d'Europe	207
2.2.5	Coucou geai.....	208
2.2.6	Glaréole à collier	209
2.2.7	Héron pourpré	210
2.2.8	Crabier chevelu.....	211
2.2.9	Blongios nain	212
2.2.10	Flamant rose.....	213
2.2.11	Spatule blanche.....	214
2.2.12	Ibis falcinelle	215
2.2.13	Échasse blanche	216
2.2.14	Avocette élégante.....	217
2.2.15	Pluvier guignard	218
2.2.16	Goéland railleur.....	219
2.2.17	Sterne hansel	220
2.2.18	Autres migrants.....	221
2.3	CHIROPTÈRES	224
2.4	MAMMIFÈRES MARINS & GRANDS POISSONS PELAGIQUES.....	225
3	ZONE GLC – PARCS D'ÉOLIENNES EN MER FLOTTANTES GOLFE DU LION CENTRE	229
3.1	OISEAUX MARINS	229
3.1.1	Goéland leucophée.....	229
3.1.2	Mouette mélanocéphale.....	233
3.1.3	Mouette rieuse.....	237
3.1.4	Mouette tridactyle.....	241

3.1.5	Mouette pygmée	245
3.1.6	Sterne caugek	247
3.1.7	Sterne pierregarin	252
3.1.8	Puffin des Baléares	256
3.1.9	Puffin yelkouan	259
3.1.10	Puffin de Scopoli	262
3.1.11	Océanite tempête	265
3.1.12	Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda)	269
3.1.13	Fou de Bassan	273
3.1.14	Labbes	276
3.1.15	Grand Cormoran	279
3.1.16	Guifette noire	281
3.1.17	Autres espèces d'oiseaux marins observées sur la zone	283
3.2	MIGRATEURS TERRESTRES	284
3.2.1	Faucon d'Eléonore	284
3.2.2	Faucon crécerellette	284
3.2.3	Tourterelle des bois	286
3.2.4	Rollier d'Europe	287
3.2.5	Coucou geai	288
3.2.6	Glaréole à collier	289
3.2.7	Héron pourpré	290
3.2.8	Crabier chevelu	291
3.2.9	Blongios nain	292
3.2.10	Flamant rose	293
3.2.11	Spatule blanche	294
3.2.12	Ibis falcinelle	295
3.2.13	Échasse blanche	296
3.2.14	Avocette élégante	297
3.2.15	Pluvier guignard	298
3.2.16	Goéland railleur	298
3.2.17	Sterne hansel	300
3.2.18	Autres migrants	301
3.3	CHIROPTERES	304
3.4	MAMMIFERES MARINS & GRANDS POISSONS PELAGIQUES	305
BIBLIOGRAPHIE		308
ANNEXES		309
Annexe 1. Proportion de distance parcourue (en km) pour chaque espèce dans la zone intermédiaire (de 15 à 60 km) du golfe du Lion, détaillant les 8 zones de développement éolien (ZDE) et la zone hors ZDE		310
Annexe 2. Tableau synthétique des observations réalisées au sein des ZDE dans le cadre du programme MIGRALION		311

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Besoins de connaissance identifiés avant la mise en place de MIGRALION sur les compartiments « avifaune terrestre migratrice », « avifaune marine » et « chiroptères », et hiérarchisation de ces enjeux de connaissance.....	21
Figure 2 : Composition du consortium du programme MIGRALION (2021-2025)	22
Figure 3 : Représentation des zones de développement éolien (ZDE) dans l'emprise du golfe du Lion, différenciant la bande côtière 0-15 km et la zone pélagique (au-delà de 60 km) (Champagnon et al., 2025).....	24
Figure 4 : Distribution d'utilisation (UD) (A) des Puffins yelkouan, (B) des Puffins de Scopoli et (C) des Sternes caugek à l'échelle du bassin occidental méditerranéen en période de reproduction (Champagnon et al., 2025).....	25
Figure 5 : Distribution d'utilisation (UD) (A) des Puffins yelkouan, (B) des Puffins de Scopoli et (C) des Sternes caugek dans le golfe du Lion en période de reproduction (Champagnon et al., 2025).....	26
Figure 6 : Répartition spatiale des Puffins yelkouan en haut à gauche, des Puffins de Scopoli en haut à droite, et des Sternes caugek en bas, en phase de recherche alimentaire (Champagnon et al., 2025).....	27
Figure 7 : Répartition spatiale des Puffins yelkouan à gauche et des Puffins de Scopoli à droite, en phase de repos (Champagnon et al., 2025).....	28
Figure 8 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des Hérons (Héron pourpré, Crabier chevelu, Blongios nain). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).....	30
Figure 9 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des grands échassiers (Flamant rose, Spatule blanche, Ibis falcinelle). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).....	30
Figure 10 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des limicoles (Pluvier guignard, Glaréole à collier, Echasse blanche, Avocette élégante). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).....	31
Figure 11 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des Laridés (Goéland railleur, Mouette rieuse, Mouette mélanocéphale, Sterne hansel). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).....	31
Figure 12 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des oiseaux terrestres (Coucou-geai, Faucon crécerellette, Rollier d'Europe, Tourterelle des bois). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).....	32
Figure 13 : Résumé des différents modes d'acquisition des données réalisées lors des campagnes en mer du lot 4 (Assali et al., 2025).....	35
Figure 14 : Localisation des transects mis en œuvre dans le cadre des campagnes nautiques du lot 4 de MIGRALION entre 2022 et 2024 (Assali et al., 2025).....	36
Figure 15 : Répartition des effectifs par regroupement d'espèces d'oiseaux- campagnes nautiques pré-nuptiales et post-nuptiales (Assali et al., 2025).....	39
Figure 16 : Bilan des observations de mammifères marins réalisées pour les 3 années de suivi (Assali et al., 2025).....	42
Figure 17 : Contacts de chiroptères en mer lors des campagnes MIGRALION du lot 4 entre 2022 et 2024 (Assali et al., 2025).....	43
Figure 18 : Flux (MTR, en nombre d'oiseaux par heure et par kilomètre) enregistrés par radar vertical embarqué au cours des campagnes réalisées en période pré-nuptiale (années 2022, 2023, 2024). La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens +/- l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales.) (Assali et al., 2025).....	44
Figure 19 : Distributions des directions des trajectoires d'oiseaux obtenues par radar horizontal lors des campagnes pré-nuptiales, distinctement de jour (à gauche) et de nuit (à droite) (Assali et al., 2025).....	44
Figure 20 : Flux moyen (ou MTR pour « Migration Traffic Rate », en nombre d'oiseaux par heure et par km) par classe d'altitude, obtenu par radar vertical lors des campagnes pré-nuptiales . La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens +/- l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales (Assali et al., 2025).....	45
Figure 21 : Flux (MTR, en nombre d'oiseaux par heure et par kilomètre) enregistrés par radar vertical embarqué au cours des campagnes réalisées en période post-nuptiale (années 2022, 2023, 2024). La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens +/- l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales.) (Assali et al., 2025).....	46
Figure 22 : Distributions des directions des trajectoires d'oiseaux obtenues par radar horizontal lors des campagnes post-nuptiales, distinctement de jour (à gauche) et de nuit (à droite) (Assali et al., 2025).....	46

Figure 23 : Flux moyen (ou MTR pour « Migration Traffic Rate », en nombre d'oiseaux par heure et par km) par classe d'altitude, obtenu par radar vertical lors des campagnes postnuptiales . La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens +/- l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales (Assali et al., 2025) ...	47
Figure 24 : Schéma de fonctionnement (détection et classification) du radar BirdScan MR1(Delcourt et al., 2025).	49
Figure 25 : Dispositifs déployés pour les suivis par radars ornithologiques à la côte. A gauche, l'unité radar mobile et à droite le radar fixe installé au domaine de la Palissade (Camargue) (Delcourt et al., 2025)	50
Figure 26 : Sites de suivi par radar à la côte : en bleu, les stations suivies par radar mobile (2022-2023), en gris, les stations suivies par radar fixe (La Palissade 2022-2024, Agde 2024) (Delcourt et al., 2025).....	50
Figure 27 : Nombre d'oiseaux cumulé (par km) par saisons (printemps à gauche, automne à droite) en 2024, comparant le site de La Palissade (rose) et celui d'Agde (bleu). Les graphiques en haut représentent les mouvements de jour, ceux d'en bas les mouvements de nuit (Delcourt et al., 2025).....	52
Figure 28 : Phénologie horaire mensuelle des oiseaux migrateurs, calculée à partir des MTR moyens sur les sites de La Palissade et Agde (Delcourt et al., 2025).....	53
Figure 29 : Répartition mensuelle des classes d'oiseaux, de jour (haut) et de nuit (bas) calculée sur les données de La Palissade (3 années) et d'Agde (Delcourt et al., 2025).....	54
Figure 30 : Distribution des hauteurs de vol calculée à l'aide du MTR moyen par altitude et par saison, à La Palissade et Agde (Delcourt et al., 2025).....	55
Figure 31 : Synthèse des directions de vol (printemps à gauche, automne à droite) (Delcourt et al., 2025).....	56
Figure 32 : Modélisation intégrée de l'utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux marins (Canonne et al., 2025).....	59
Figure 33 : Utilisation relative de l'espace par 12 espèces d'oiseaux marins en dehors de la période de reproduction, dans le golfe du Lion, estimée à partir de données issues des campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts en bas à droite de chaque carte illustrent l'incertitude associée aux estimations, exprimée par le coefficient de variation (Canonne et al., 2025).....	61
Figure 34 : Utilisation relative de l'espace par 8 espèces d'oiseaux marins pendant la période de reproduction, dans le golfe du Lion, estimée à partir de données issues des campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts en bas à droite de chaque carte illustrent l'incertitude associée aux estimations, exprimée par le coefficient de variation (Canonne et al., 2025).....	63
Figure 35 : Modélisation intégrée de l'intensité migratoire relative au sein du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs terrestres. Les modèles d'intensité migratoire relative développés dans le cadre de MIGRALION permettent de produire des cartes à une résolution relativement fine (mailles de 4 km* 5,5 km, soit 23 km²) à l'échelle du golfe du Lion (15 000 km²). Les cartes expriment quelles portions de l'espace sont utilisées plus ou moins fréquemment, sans fournir de valeurs absolues de densité ou de temps passé (Canonne et al., 2025).....	64
Figure 36 : Carte représentant l'utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs ainsi que la mesure des incertitudes associées (en bas à droite de chaque carte), lors de la période Juillet-Décembre à gauche, et lors de la période Janvier-Juin à droite. Ces cartes sont issues de modélisations réalisées avec des données acquises de 2014 à 2025 (dont 95% entre 2021 et 2024) (Canonne et al., 2025).....	65
Figure 37 : Modélisation intégrée de la distribution des hauteurs de vol des oiseaux migrateurs terrestres de grande taille au-dessus du golfe du Lion (Canonne et al., 2025).....	66
Figure 38 : Comparaison des hauteurs de vol au-dessus du golfe du Lion par groupe d'espèces étudiées, lors de la migration postnuptiale à gauche, et pré-nuptiale à droite. Les distributions des hauteurs de vols sont résumées par leurs quantiles à 25%, 50% et 75%, les barres d'erreurs associées correspondent aux intervalles de crédibilité de ces quantiles. Le quantile à 25% est la valeur en dessous de laquelle se situent 25 % des hauteurs de vol estimées et au-dessus de laquelle se situent 75 % des hauteurs de vol estimées. Le quantile à 50% correspond à la médiane de la distribution, avec donc autant de valeurs au-dessus et en dessous (Canonne et al., 2025).....	67
Figure 39 : Distribution de la hauteur de vol à partir du modèle basé sur les localisations GPS. Résultats présentés par périodes de migration (Canonne et al., 2025).....	68
Figure 40 : Évolution de la proportion des points de la distribution des hauteurs de vol en dessous de 300 mètres (en %) en fonction de la distance à la côte. La courbe noire indique la tendance moyenne prédite par le modèle pour chaque groupe, tandis que la plage colorée autour de cette courbe représente l'intervalle de crédibilité à 95 %, illustrant l'incertitude autour des estimations du modèle. La largeur de ces plages de couleurs reflète la quantité de données utilisées pour les estimations (moins de points en migration pré-nuptiale et moins de points loin de la côte).(Canonne et al., 2025).....	69
Figure 41 : Cartographie de synthèse des observations de Goéland leucopnée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).....	72
Figure 42 : Localisations GPS utilisées pour les analyses portant sur l'utilisation relative du golfe du Lion pour les Goélands leucopnées suivis par télémétrie dans le cadre de programmes complémentaires au lot 3 de MIGRALION. Les localisations situées en dehors de l'aire dans laquelle les analyses sont effectuées ne sont pas conservées. Chaque point représente une localisation, les couleurs représentent différents individus (Canonne et al., 2025).....	73
Figure 43 : Utilisation relative de l'espace par le Goéland leucopnée en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et données GPS. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation (Canonne et al., 2025).....	74

Figure 44 : Relations estimées entre la sélection d'habitat du Goéland leucophaea en période de reproduction et différentes covariables environnementales à partir d'un modèle de Nmixture (à gauche) et d'un modèle RSF (à droite). Les points représentent la médiane estimée et les aires colorées les intervalles de crédibilité de 50% et 95% (Canonne et al., 2025).	75
Figure 45 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Goéland leucophaea - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	76
Figure 46 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	78
Figure 47 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette mélanocéphale en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	79
Figure 48 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Mouette mélanocéphale (tiré de Champagnon et al., 2025).	80
Figure 49 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	81
Figure 50 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	82
Figure 51 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette rieuse en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	83
Figure 52 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Mouette rieuse (tiré de Champagnon et al., 2025).	84
Figure 53 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	85
Figure 54 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces de Larinés dont la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	86
Figure 55 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des autres Larinés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	87
Figure 56 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette tridactyle en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	88
Figure 57 : Hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	88
Figure 58 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	89
Figure 59 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette pygmée en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	90
Figure 60 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	91
Figure 61 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.	92
Figure 62 : Répartition spatiale des 26 sternes caugek suivies entre 2021 et 2023, pendant leurs phases (A) de recherche alimentaire, ou (B) de vol de transit dans le golfe du Lion. Les phases de repos étant quasiment exclusivement sur terre à la côte, elles ne sont pas représentées ici (Champagnon et al., 2025).	93
Figure 63 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne caugek en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par le coefficient de variation.	94
Figure 64 : Probabilité d'être au repos (jaune), en recherche alimentaire (bleu) ou en vol de transit (vert) pour les Sternes caugek lorsqu'elles sont en mer, en fonction de l'heure de la journée et la vitesse du vent. La moyenne populationnelle (ligne continue) et son intervalle de confiance à 95% (ligne pointillée), ainsi que la distribution à 95% des prédictions individuelles (zone en transparence) sont indiquées (Champagnon et al., 2025).	94
Figure 65 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. La moyenne (ligne continue) et son intervalle de crédibilité à 95% (ligne pointillée) sont représentés (Champagnon et al., 2025).	95
Figure 66 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek en fonction de la vitesse du vent et de la direction relative du vent (Champagnon et al., 2025).	95
Figure 67 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.	96
Figure 68 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.	97
Figure 69 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer de la Sterne pierregarin lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	98

Figure 70 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne pierregarin en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	99
Figure 71 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.	100
Figure 72 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.	101
Figure 73 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin des Baléares en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	102
Figure 74 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	103
Figure 75 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.	104
Figure 76 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin yelkouan en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	105
Figure 77 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	106
Figure 78 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024.	107
Figure 79 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin de Scopoli en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	108
Figure 80 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Puffin de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	109
Figure 81 : Cartographie de synthèse des observations des Océanites - Expertises nautiques 2022-2024.	110
Figure 82 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Océanites lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024)	111
Figure 83 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	112
Figure 84 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour l'Océanite tempête de Méditerranée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	113
Figure 85 : Cartographie de synthèse des observations des Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024.	114
Figure 86 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Alcidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	115
Figure 87 : Utilisation relative de l'espace par le Macareux moine (à gauche) et le Pingouin torda (à droite) en période hors reproduction dans le golfe du Lion. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	116
Figure 88 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024. A droite, Macareux moine uniquement. (Assali et al., 2025).	117
Figure 89 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	118
Figure 90 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	119
Figure 91 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	119
Figure 92 : Cartographie de synthèse des observations de Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	120
Figure 93 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Stercorariidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	121
Figure 94 : Utilisation relative de l'espace par les Stercorariidés en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	122
Figure 95 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	123

Figure 96 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	124
Figure 97 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	125
Figure 98 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer pour les autres espèces d'oiseaux marins lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	126
Figure 99 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Faucon crécerellette (tiré de Champagnon et al., 2025).	127
Figure 100 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Tourterelle des bois (tiré de Champagnon et al., 2025).	128
Figure 101 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Rollier d'Europe (tiré de Champagnon et al., 2025).	129
Figure 102 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Coucou geai (tiré de Champagnon et al., 2025).	130
Figure 103 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Glaréole à collier (tiré de Champagnon et al., 2025).	131
Figure 104 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Héron pourpré (tiré de Champagnon et al., 2025).	132
Figure 105 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Crabier chevelu (tiré de Champagnon et al., 2025).	133
Figure 106 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Blongios nain (tiré de Champagnon et al., 2025).	134
Figure 107 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Flamant rose (tiré de Champagnon et al., 2025).	135
Figure 108 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Spatule blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).	136
Figure 109 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Ibis falcinelle (tiré de Champagnon et al., 2025).	137
Figure 110 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Échasse blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).	138
Figure 111 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Avocette élégante (tiré de Champagnon et al., 2025).	139
Figure 112 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Pluvier guignard (tiré de Champagnon et al., 2025).	140
Figure 113 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Goéland railleur (tiré de Champagnon et al., 2025).	141
Figure 114 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Sterne hansel (tiré de Champagnon et al., 2025).	142
Figure 115 : Localisations et variations de la durée et de l'altitude des vols chez de petites espèces migratrices lors de la traversée d'une barrière marine. A : vol représenté par une ligne grise, avec un point coloré indiquant la zone stationnaire précédente. B : valeurs moyennes des altitudes médianes et des durées de vol. C : durées de vol (en heures) représentées en fonction des altitudes médianes (en mètres au-dessus du niveau de la mer). Les barres jaunes et grises indiquent respectivement les périodes diurnes (8h00–16h00 UTC) et nocturnes (20h00–4h00 UTC) (Champagnon et al., 2025).	143
Figure 116 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Juillet-Décembre (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).	144
Figure 117 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Janvier-Juin (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).	145
Figure 118 : Cartographie de synthèse des contacts visuels et acoustiques de chiroptères en mer, à l'échelle du golfe du Lion - Campagnes nautiques 2022-2024.	146
Figure 119 : Cartographie de synthèse des observations de mammifères marins, centrée sur la zone de projet de la Narbonnaise - Expertises nautiques 2022-2024.	147
Figure 120 : Cartographie de synthèse des observations des mammifères marins lors des expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	148
Figure 121 : Cartographie de synthèse des observations de grands poissons pélagiques, centrée la zone de projet de la Narbonnaise - Expertises nautiques 2022-2024.	149

Figure 122 : Cartographie de synthèse des observations de Goéland leucopnée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	151
Figure 123 : Localisations GPS utilisées pour les analyses portant sur l'utilisation relative du golfe du Lion pour les Goélands leucopnés suivis par télémétrie dans le cadre de programmes complémentaires au lot 3 de MIGRALION. Les localisations situées en dehors de l'aire dans laquelle les analyses sont effectuées ne sont pas conservées. Chaque point représente une localisation, les couleurs représentent différents individus (Canonne et al., 2025).	152
Figure 124 : Utilisation relative de l'espace par le Goéland leucopnée en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et données GPS. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation (Canonne et al., 2025).	152
Figure 125 : Relations estimées entre la sélection d'habitat du Goéland leucopnée en période de reproduction et différentes covariables environnementales à partir d'un modèle de Nmixture (à gauche) et d'un modèle RSF (à droite). Les points représentent la médiane estimée et les aires colorées les intervalles de crédibilité de 50% et 95% (Canonne et al., 2025).	153
Figure 126 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Goéland leucopnée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	154
Figure 127 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	155
Figure 128 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette mélanocéphale en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	156
Figure 129 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations post-nuptiales et pré-nuptiales de la Mouette mélanocéphale (tiré de Champagnon et al., 2025).	157
Figure 130 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	158
Figure 131 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	159
Figure 132 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette rieuse en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	160
Figure 133 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations post-nuptiales et pré-nuptiales de la Mouette rieuse (tiré de Champagnon et al., 2025).	161
Figure 134 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	162
Figure 135 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces de Larinés dont la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	163
Figure 136 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des autres Larinés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	164
Figure 137 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette tridactyle en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	165
Figure 138 : Hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	165
Figure 139 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	166
Figure 140 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette pygmée en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	167
Figure 141 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	168
Figure 142 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.	169
Figure 143 : Répartition spatiale des 26 sternes caugek suivies entre 2021 et 2023, pendant leurs phases (A) de recherche alimentaire, ou (B) de vol de transit dans le golfe du Lion. Les phases de repos étant quasiment exclusivement sur terre à la côte, elles ne sont pas représentées ici (Champagnon et al., 2025).	170
Figure 144 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne caugek en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par le coefficient de variation.	171
Figure 145 : Probabilité d'être au repos (jaune), en recherche alimentaire (bleu) ou en vol de transit (vert) pour les Sternes caugek lorsqu'elles sont en mer, en fonction de l'heure de la journée et la vitesse du	

vent. La moyenne populationnelle (ligne continue) et son intervalle de confiance à 95% (ligne pointillée), ainsi que la distribution à 95% des prédictions individuelles (zone en transparence) sont indiquées (Champagnon et al., 2025).	171
Figure 146 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. La moyenne (ligne continue) et son intervalle de crédibilité à 95% (ligne pointillée) sont représentés (Champagnon et al., 2025).	172
Figure 147 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek en fonction de la vitesse du vent et de la direction relative du vent (Champagnon et al., 2025).	172
Figure 148 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.	173
Figure 149 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.	174
Figure 150 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer de la Sterne pierregarin lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	175
Figure 151 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne pierregarin en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	176
Figure 152 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.	177
Figure 153 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.	178
Figure 154 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin des Baléares en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	179
Figure 155 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	180
Figure 156 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.	181
Figure 157 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin yelkouan en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	182
Figure 158 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	183
Figure 159 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024.	184
Figure 160 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin de Scopoli en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	185
Figure 161 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Puffin de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	186
Figure 162 : Cartographie de synthèse des observations des Océanites - Expertises nautiques 2022-2024.	187
Figure 163 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Océanites lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	188
Figure 164 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	189
Figure 165 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour l'Océanite tempête de Méditerranée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	190
Figure 166 : Cartographie de synthèse des observations des Alcides - Expertises nautiques 2022-2024.	191
Figure 167 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Alcides lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	192
Figure 168 : Utilisation relative de l'espace par le Macareux moine (à gauche) et le Pingouin torda (à droite) en période hors reproduction dans le golfe du Lion. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	193
Figure 169 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Alcides - Expertises nautiques 2022-2024. A droite, Macareux moine uniquement. (Assali et al., 2025).	194
Figure 170 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	195
Figure 171 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	196

Figure 172 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	196
Figure 173 : Cartographie de synthèse des observations de Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	197
Figure 174 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Stercorariidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	198
Figure 175 : Utilisation relative de l'espace par les Stercorariidés en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	199
Figure 176 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	200
Figure 177 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	201
Figure 178 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	202
Figure 179 : Cartographie de synthèse des observations de Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024.	203
Figure 180 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour des Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	204
Figure 181 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer pour les autres espèces d'oiseaux marins lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	205
Figure 182 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Faucon crécerellette (tiré de Champagnon et al., 2025).	206
Figure 183 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Tourterelle des bois (tiré de Champagnon et al., 2025).	207
Figure 184 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Rollier d'Europe (tiré de Champagnon et al., 2025).	208
Figure 185 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Coucou geai (tiré de Champagnon et al., 2025).	209
Figure 186 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Glaréole à collier (tiré de Champagnon et al., 2025).	210
Figure 187 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Héron pourpré (tiré de Champagnon et al., 2025).	211
Figure 188 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Crabier chevelu (tiré de Champagnon et al., 2025).	212
Figure 189 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Blongios nain (tiré de Champagnon et al., 2025).	213
Figure 190 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Flamant rose (tiré de Champagnon et al., 2025).	214
Figure 191 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Spatule blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).	215
Figure 192 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Ibis falcinelle (tiré de Champagnon et al., 2025).	216
Figure 193 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Échasse blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).	217
Figure 194 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Avocette élégante (tiré de Champagnon et al., 2025).	218
Figure 195 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Pluvier guignard (tiré de Champagnon et al., 2025).	219
Figure 196 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Goéland railleur (tiré de Champagnon et al., 2025).	220
Figure 197 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Sterne hansel (tiré de Champagnon et al., 2025).	221
Figure 198 : Localisations et variations de la durée et de l'altitude des vols chez de petites espèces migratrices lors de la traversée d'une barrière marine. A : vol représenté par une ligne grise, avec un point coloré indiquant la zone stationnaire précédente. B : valeurs moyennes des altitudes médianes et des durées de vol. C : durées de vol (en heures) représentées en fonction des altitudes médianes (en mètres au-dessus du niveau de la mer). Les barres jaunes et grises indiquent respectivement les périodes diurnes (8h00–16h00 UTC) et nocturnes (20h00–4h00 UTC) (Champagnon et al., 2025).	222
Figure 199 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs lors de la période Juillet-Décembre (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La	

vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).	223
Figure 200 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs lors de la période Janvier-Juin (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).	224
Figure 201 : Cartographie de synthèse des contacts visuels et acoustiques de chiroptères en mer, à l'échelle du golfe du Lion - Campagnes nautiques 2022-2024.	225
Figure 202 : Cartographie de synthèse des observations de mammifères marins, centrée sur la zone de projet au large du golfe de Fos - Expertises nautiques 2022-2024.	226
Figure 203 : Cartographie de synthèse des observations des mammifères marins lors des expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	227
Figure 204 : Cartographie de synthèse des observations de grands poissons pélagiques, centrée sur la zone de projet au large du golfe de Fos - Expertises nautiques 2022-2024.	228
Figure 205 : Cartographie de synthèse des observations de Goéland leucopnée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	230
Figure 206 : Localisations GPS utilisées pour les analyses portant sur l'utilisation relative du golfe du Lion pour les Goélants leucopnés suivis par télémetrie dans le cadre de programmes complémentaires au lot 3 de MIGRALION. Les localisations situées en dehors de l'aire dans laquelle les analyses sont effectuées ne sont pas conservées. Chaque point représente une localisation, les couleurs représentent différents individus (Canonne et al., 2025).	231
Figure 207 : Utilisation relative de l'espace par le Goéland leucopnée en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et données GPS. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation (Canonne et al., 2025).	231
Figure 208 : Relations estimées entre la sélection d'habitat du Goéland leucopnée en période de reproduction et différentes covariables environnementales à partir d'un modèle de Nmixture (à gauche) et d'un modèle RSF (à droite). Les points représentent la médiane estimée et les aires colorées les intervalles de crédibilité de 50% et 95% (Canonne et al., 2025).	232
Figure 209 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Goéland leucopnée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	233
Figure 210 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	234
Figure 211 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette mélanocéphale en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	235
Figure 212 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations post-nuptiale et pré-nuptiale de la Mouette mélanocéphale (tiré de Champagnon et al., 2025).	236
Figure 213 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	237
Figure 214 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	238
Figure 215 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette rieuse en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	239
Figure 216 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations post-nuptiale et pré-nuptiale de la Mouette rieuse (tiré de Champagnon et al., 2025).	240
Figure 217 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	241
Figure 218 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces de Larinés dont la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	242
Figure 219 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des autres Larinés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	243
Figure 220 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette tridactyle en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	244
Figure 221 : Hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	244
Figure 222 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	245

Figure 223 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette pygmée en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	246
Figure 224 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	247
Figure 225 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.	248
Figure 226 : Répartition spatiale des 26 sternes caugek suivies entre 2021 et 2023, pendant leurs phases (A) de recherche alimentaire, ou (B) de vol de transit dans le golfe du Lion. Les phases de repos étant quasiment exclusivement sur terre à la côte, elles ne sont pas représentées ici (Champagnon et al., 2025).	249
Figure 227 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne caugek en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télé-métrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par le coefficient de variation.	250
Figure 228 : Probabilité d'être au repos (jaune), en recherche alimentaire (bleu) ou en vol de transit (vert) pour les Sternes caugek lorsqu'elles sont en mer, en fonction de l'heure de la journée et la vitesse du vent. La moyenne populationnelle (ligne continue) et son intervalle de confiance à 95% (ligne pointillée), ainsi que la distribution à 95% des prédictions individuelles (zone en transparence) sont indiquées (Champagnon et al., 2025).	250
Figure 229 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. La moyenne (ligne continue) et son intervalle de crédibilité à 95% (ligne pointillée) sont représentés (Champagnon et al., 2025).	251
Figure 230 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek en fonction de la vitesse du vent et de la direction relative du vent (Champagnon et al., 2025).	251
Figure 231 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.	252
Figure 232 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.	253
Figure 233 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer de la Sterne pierregarin lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	254
Figure 234 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne pierregarin en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	255
Figure 235 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.	256
Figure 236 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.	257
Figure 237 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin des Baléares en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	258
Figure 238 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	259
Figure 239 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.	260
Figure 240 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin yelkouan en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télé-métrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	261
Figure 241 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	262
Figure 242 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024.	263
Figure 243 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin de Scopoli en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télé-métrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	264
Figure 244 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Puffin de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	265
Figure 245 : Cartographie de synthèse des observations des Océanites - Expertises nautiques 2022-2024.	266
Figure 246 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Océanites lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	267
Figure 247 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts	

situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.....	268
Figure 248 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour l'Océanite tempête de Méditerranée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	269
Figure 249 : Cartographie de synthèse des observations des Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024.	270
Figure 250 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Alcidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	271
Figure 251 : Utilisation relative de l'espace par le Macareux moine (à gauche) et le Pingouin torda (à droite) en période hors reproduction dans le golfe du Lion. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.....	272
Figure 252 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024. A droite, Macareux moine uniquement. (Assali et al., 2025).	273
Figure 253 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	274
Figure 254 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.....	275
Figure 255 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	275
Figure 256 : Cartographie de synthèse des observations de Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	276
Figure 257 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Stercorariidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	277
Figure 258 : Utilisation relative de l'espace par les Stercorariidés en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.	278
Figure 259 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	279
Figure 260 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	280
Figure 261 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	281
Figure 262 : Cartographie de synthèse des observations de Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024.	282
Figure 263 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour des Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	283
Figure 264 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer pour les autres espèces d'oiseaux marins lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).	284
Figure 265 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Faucon crécerellette (tiré de Champagnon et al., 2025).	285
Figure 266 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Tourterelle des bois (tiré de Champagnon et al., 2025).	286
Figure 267 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Rollier d'Europe (tiré de Champagnon et al., 2025).	287
Figure 268 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Coucou geai (tiré de Champagnon et al., 2025).	288
Figure 269 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Glaréole à collier (tiré de Champagnon et al., 2025).	289
Figure 270 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Héron pourpré (tiré de Champagnon et al., 2025).	290
Figure 271 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Crabier chevelu (tiré de Champagnon et al., 2025).	291
Figure 272 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Blongios nain (tiré de Champagnon et al., 2025).	292
Figure 273 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Flamant rose (tiré de Champagnon et al., 2025).	293
Figure 274 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Spatule blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).	294
Figure 275 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Ibis falcinelle (tiré de Champagnon et al., 2025).	295

Figure 276 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale de l'Échasse blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).	296
Figure 277 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale de l'Avocette élégante (tiré de Champagnon et al., 2025).	297
Figure 278 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale du Pluvier guignard (tiré de Champagnon et al., 2025).	298
Figure 279 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale du Goéland railleur (tiré de Champagnon et al., 2025).	299
Figure 280 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale de la Sterne hansel (tiré de Champagnon et al., 2025).	300
Figure 281 : Localisations et variations de la durée et de l'altitude des vols chez de petites espèces migratrices lors de la traversée d'une barrière marine. A : vol représenté par une ligne grise, avec un point coloré indiquant la zone stationnaire précédente. B : valeurs moyennes des altitudes médianes et des durées de vol. C : durées de vol (en heures) représentées en fonction des altitudes médianes (en mètres au-dessus du niveau de la mer). Les barres jaunes et grises indiquent respectivement les périodes diurnes (8h00–16h00 UTC) et nocturnes (20h00–4h00 UTC) (Champagnon et al., 2025).	301
Figure 282 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs lors de la période Juillet-Décembre (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).	302
Figure 283 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs lors de la période Janvier-Juin (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).	303
Figure 284 : Cartographie de synthèse des contacts visuels et acoustiques de chiroptères en mer, à l'échelle du golfe du Lion - Campagnes nautiques 2022-2024.	304
Figure 285 : Cartographie de synthèse des observations de mammifères marins, centrée sur la zone de projet Golfe du Lion Centre - Expertises nautiques 2022-2024.	305
Figure 286 : Cartographie de synthèse des observations des mammifères marins lors des expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).	306
Figure 287 : Cartographie de synthèse des observations de grands poissons pélagiques, centrée sur la zone de projet Golfe du Lion Centre - Expertises nautiques 2022-2024.	307

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de contacts acoustiques et nombre d'observations visuelles et effectifs associés pour les autres espèces migratrices recensées lors des campagnes en mer du lot 4 (2022-2024).	145
Tableau 2 : Nombre de contacts acoustiques et nombre d'observations visuelles et effectifs associés pour les autres espèces migratrices recensées lors des campagnes en mer du lot 4 (2022-2024).	303

PARTIE A — SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES ACQUISES AU COURS DU PROGRAMME MIGRALION

1 RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS DU PROGRAMME MIGRALION

Située au carrefour de voies majeures de migration, la France joue un rôle clé dans les déplacements migratoires de l'avifaune. Le golfe du Lion, situé entre le cap Creus au sud-ouest (frontière espagnole) et le cap Croisette (sud de Marseille) au nord-est du littoral méditerranéen français, constitue un espace maritime stratégique pour l'avifaune marine et l'avifaune terrestre migratrice. Il est fréquenté de façon permanente par des espèces locales, ou ponctuellement survolé par des millions d'individus appartenant à de nombreuses espèces d'oiseaux — environ 300 espèces migratrices fréquentent la zone.

Cependant, un constat de déficit de connaissances sur l'avifaune en mer au niveau du golfe du Lion a été mis en évidence par la communauté scientifique, les associations naturalistes, les gestionnaires d'espaces naturels et les services de l'État. Ces lacunes de connaissances concernent à la fois l'avifaune terrestre migratrice — de nombreuses espèces peuvent passer ponctuellement en mer pendant les périodes de migration prénuptiale (Sud-Nord) et de migration postnuptiale (Nord-Sud) — et l'avifaune marine, dont les connaissances sur les zones d'utilisations du milieu marin par certaines espèces s'avèrent parcellaires ou peu documentées.

Le secteur du golfe du Lion est marqué par de multiples projets d'usage, dont notamment le développement de parcs éoliens en mer flottants. En effet, l'état français prévoit, dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), d'arriver à une puissance installée d'éoliennes en mer (posé et flottant) d'environ 45 GW à l'horizon 2050 en France, destinée à la production d'électricité.

La mer Méditerranée abrite une importante diversité d'espèces marines et constitue une importante voie de passage pour de nombreuses espèces migratrices en transit entre leurs aires d'hivernage et de reproduction. Depuis plusieurs décennies, le golfe du Lion fait face à une augmentation notable des pressions¹ humaines : développement du tourisme, urbanisation, pêche, trafic maritime, loisirs nautiques auxquels s'ajoutent les effets² des changements climatiques modifiant profondément les écosystèmes marins. Dans ce contexte, la planification actuelle des projets d'éolien flottant en Méditerranée, et plus particulièrement dans le golfe du Lion, pose d'importantes questions quant aux impacts potentiels de ces infrastructures sur les dynamiques écologiques de la zone et les espèces la fréquentant. Pour aboutir à une planification écologique durable de ces projets, il est indispensable qu'une partie de la réflexion s'appuie sur une bonne compréhension de l'utilisation de l'espace par les oiseaux marins et migrateurs.

À la suite du débat public « la mer un débat », portant sur la mise à jour des volets stratégiques des documents stratégiques de façade (DSF) et la cartographie des zones maritimes et terrestres prioritaires pour l'éolien en mer, l'État a détaillé les zones de développement de l'éolien en mer. Ces éléments ont été publiés au Journal officiel de la République française du 18 octobre 2024 (https://www.legifrance.gouv.fr/download/file/Jb5GEIw-__g4nOgkwvqUCu6ypI GEb0Xgie4-T-nS53g=/JOE_TEXTE).

Dans ce contexte, il est apparu essentiel d'améliorer les connaissances sur les flux migratoires et les fonctionnalités des zones en mer, qu'il s'agisse d'espèces résidentes, de passage, présentes durant une partie de leur cycle biologique annuel ou ponctuellement. Cette acquisition de connaissances est cruciale pour anticiper au mieux les zones d'impact potentiel liées à ces nouveaux usages.

Un travail d'identification des enjeux liés à l'acquisition de connaissances a été mené (cf. figure ci-après). Pour y répondre, l'Office français de la biodiversité (OFB) a lancé en 2021 le programme MIGRALION, prévu pour une durée de quatre ans, dont trois années consécutives ont été consacrées à l'acquisition de données.

Les objectifs de MIGRALION sont ainsi d'acquérir des connaissances sur :

- Les espaces maritimes du golfe du Lion utilisés par les oiseaux marins ;
- Les zones de passages principales (flux les plus intenses) des oiseaux migrateurs terrestres dans le golfe du Lion ;
- Les hauteurs de vol des oiseaux marins et des oiseaux migrateurs terrestres sur cet espace maritime ;
- La phénologie des migrations en mer ;
- Les caractéristiques de vol de l'avifaune en mer.

¹ Pression : Traduction des activités anthropiques dans le milieu pouvant se matérialiser éventuellement par le changement d'état, dans l'espace ou dans le temps, des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques du milieu.

² Effets : Conséquences objectives de l'introduction d'une ou plusieurs pressions susceptibles de générer un impact sur la biocénose marine

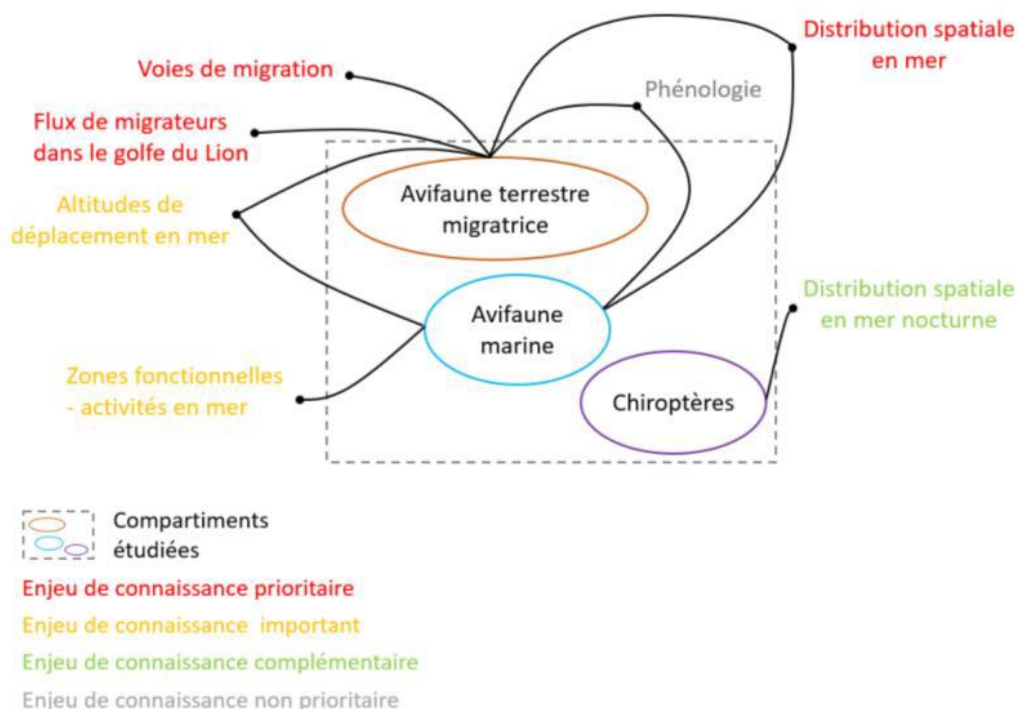


Figure 1 : Besoins de connaissance identifiés avant la mise en place de MIGRALION sur les compartiments « avifaune terrestre migratrice », « avifaune marine » et « chiroptères », et hiérarchisation de ces enjeux de connaissance.

MIGRALION s'appuie sur une large diversité de moyens humains et techniques, mobilisés pour acquérir ces nouvelles connaissances : observations visuelles à terre, baguage, suivis télémétriques, campagnes en mer (observations visuelles, radars embarqués, acoustique), ainsi que suivis par radar ornithologique à la côte. La plus-value du programme réside également dans la combinaison de ces jeux de données et dans une analyse intégrée globale, afin de répondre aux questions scientifiques.

Ce programme est structuré autour de six lots, dont un d'état de l'art des connaissances préalables (lot 1), un de coordination (lot 2), trois consacrés à l'acquisition des données (lots 3 à 5) et un dédié à l'analyse globale (lot 6) :

- Lot n°1 : Synthèse bibliographique, recensement de données, gestion de l'accessibilité des données ;
- Lot n°2 : Coordination, expertise et dissémination des résultats du programme ;
- Lot n°3 : Télémétrie migrateurs terrestres et oiseaux marins ;
- Lot n°4 : Campagnes en mer par bateau ;
- Lot n°5 : Radars ornithologiques à la côte ;
- Lot n°6 : Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets.

Chaque lot du programme a fait office d'un marché public ouvert par l'OFB. La mise en œuvre des actions de chaque lot a reposé sur la réalisation de différents livrables, tout au long du programme.

Le consortium qui a été retenu pour mettre en place les actions du programme est présenté schématiquement dans la figure ci-après. Il est composé de laboratoires, d'instituts de recherche, de bureaux d'études ainsi que d'associations naturalistes, experts sur les thématiques adressées.

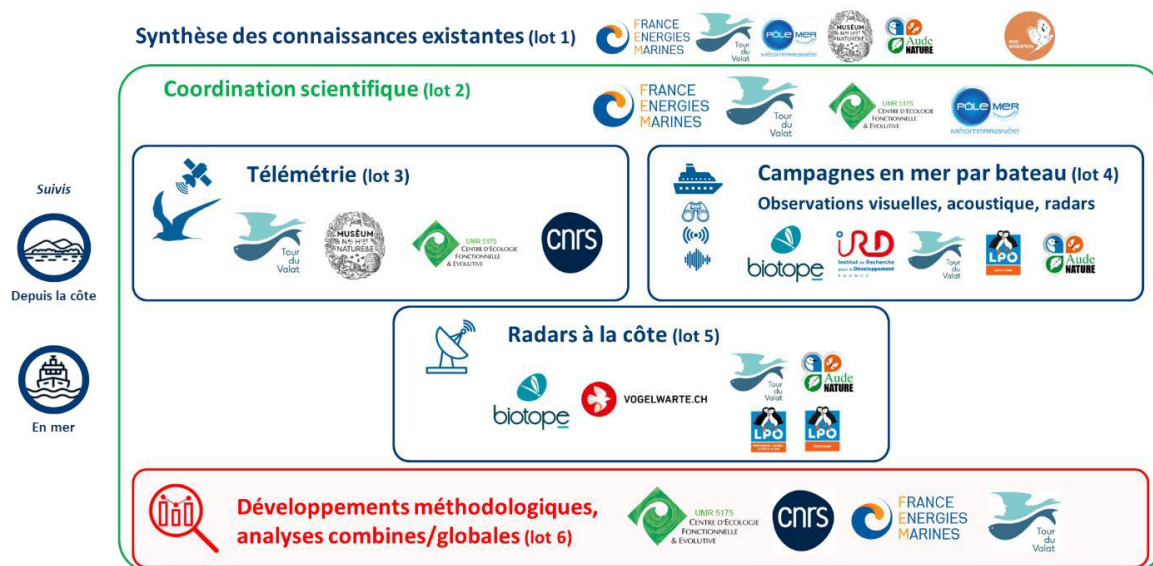


Figure 2 : Composition du consortium du programme MIGRALION (2021-2025)

MIGRALION est ainsi un programme inédit, par l'ampleur des jeux de données acquis sur l'avifaune dans le golfe du Lion. Pour la première fois en France, et plus particulièrement dans le golfe du Lion, des méthodes de suivis complémentaires de l'avifaune ont été mises en œuvre sur plusieurs années consécutives, puis les données ont été combinées pour une analyse intégrée. L'objectif de cette acquisition de connaissances est d'éclairer la mise en œuvre des politiques publiques de préservation des espèces et de leurs habitats naturels, afin de mieux évaluer et encadrer les interactions entre ces espèces et les activités humaines.

L'ensemble des livrables, ainsi que les jeux de données brutes et prétraitées, ont été rendus publics.

MIGRALION a été financé par l'Office français de la biodiversité (OFB), la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB), la région Occitanie et la région Sud. Le budget total pour la réalisation du projet était de 4,2M€.

2 LOT 3 : TELEMETRIE, MIGRATEURS TERRESTRES ET OISEAUX MARINS

Ce chapitre est une synthèse du rapport intitulé *MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrants terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Rapport final d'analyses du Lot 3 « Télémétrie, migrants terrestres et oiseaux marins »* de Champagnon et al. (2025).

2.1 OBJECTIFS

Pour répondre aux enjeux du programme MIGRALION, la télémétrie, objet du lot 3, consistait à équiper des oiseaux de balises de géolocalisation miniaturisées. Ces instruments permettent d'obtenir des données de déplacements individuels d'oiseaux marins et migrants terrestres lors de leurs passages dans le golfe du Lion. Pour les espèces marines, les objectifs généraux étaient de connaître les zones utilisées en mer (alimentation, repos), aussi bien en période de reproduction qu'en dispersion hivernale, et leurs altitudes de vol. Pour les espèces terrestres, il s'agissait de pouvoir déterminer les voies et périodes de passage et les altitudes de vol lors des trajets migratoires, à l'arrivée ou au départ des côtes du golfe du Lion.

2.2 METHODES

Au total, 40 espèces ont été équipées de balises :

- 3 espèces marines : le Puffin yelkouan, le Puffin de Scopoli, la Sterne caugek ;
- 12 espèces de zones humides : le Héron pourpré, le Crabier chevelu, le Blongios nain, le Flamant rose, la Spatule blanche, l'Ibis falcinelle, l'Echasse blanche, l'Avocette élégante, le Pluvier guignard, la Mouette mélanocéphale, le Goéland railleur, la Sterne Hansel ;
- 25 migrants terrestres dont :
 - 3 espèces de rapaces : le Faucon d'Eléonore, le Faucon crécerellette, le Petit-duc Scops ;
 - 15 passereaux : l'Hirondelle rousseline, l'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de fenêtre, le Rousserolle turdoïde, la Fauvette orphée, le Gobemouche gris, le Rougequeue à front blanc, le Monticole de roche, le Tarier des prés, le Traquet motteux, le Rossignol philomèle, la Bergeronnette printanière, la Pie-grièche à tête rousse, le Pipit rousseline et le Pipit des arbres ; et
 - La Tourterelle des bois, le Rollier d'Europe, le Coucou geai, l'Engoulevent d'Europe, le Guêpier d'Europe, la Huppe fasciée et le Glaréole à collier.

Les trois espèces d'oiseaux marins et les 18 espèces d'oiseaux terrestres de plus de 75 g ont été équipées avec des GPS-GSM permettant d'obtenir une fréquence d'acquisition élevée de positions GPS et un transfert des données via le réseau téléphonique sans avoir besoin de recapter les individus. Ces balises sont équipées de batteries alimentées par l'énergie solaire grâce à des panneaux, et collectent des positions à des intervalles pouvant varier entre 5 minutes et 1 heure selon le niveau de charge de la batterie. En plus des balises, tous les oiseaux ont été marqués avec des bagues métal fournies par le CRBPO (MNHN Paris), à l'exception du faucon d'Eléonore, marqué en Espagne avec des bagues espagnoles. Certaines espèces ont été aussi marquées de bagues colorées et/ou gravées permettant leur suivi visuel à distance.

Pour les 19 petits oiseaux migrateurs, le suivi de ces espèces a reposé sur l'utilisation de géolocalisateurs (GLS) intégrant des accéléromètres et des capteurs de pression. Les données étaient enregistrées toutes les 5 à 20 minutes et permettent de mieux comprendre les comportements migratoires, les périodes de repos, les altitudes de vol ou encore les environnements traversés. Ces géolocalisateurs nécessitent la recapture du même individu après sa migration pour télécharger les données stockées.

Entre 2021 et 2024, 40 espèces, représentant au total 824 individus, ont été équipés. Toutefois, certains oiseaux n'ayant pas transmis un volume de données suffisant, les analyses ont porté sur 38 espèces et 517 individus équipés dans le cadre du programme MIGRALION. Des données complémentaires issues d'autres programmes de télémétrie ont ensuite été intégrées pour le Puffin yelkouan, le Puffin de Scopoli, la Sterne caugek, la Mouette rieuse et le Faucon crécerellette, portant finalement le jeu de données à 39 espèces et 673 individus.

La zone d'étude a été scindée en trois zones afin d'interpréter les résultats : une zone côtière de 0 à 15 km du littoral, une zone intermédiaire 15-60 km et une zone pélagique à plus de 60 km du littoral.

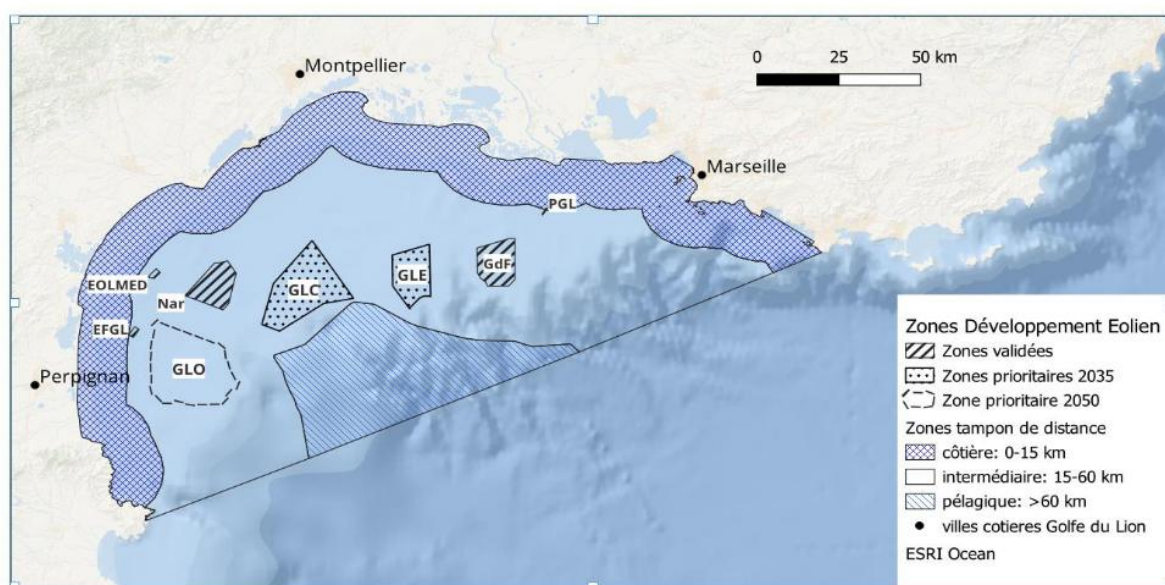


Figure 3 : Représentation des zones de développement éolien (ZDE) dans l'emprise du golfe du Lion, différenciant la bande côtière 0-15 km et la zone pélagique (au-delà de 60 km) (Champagnon et al., 2025).

2.3 PRINCIPAUX RESULTATS

2.3.1 Oiseaux marins

Les résultats soulignent qu'à l'échelle du bassin occidental méditerranéen, les Puffins yelkouan, les Puffins de Scopoli et les Sternes caugek ont utilisé essentiellement le golfe du Lion pendant la période de reproduction (Figure 4). Les Puffins yelkouan et les Puffins de Scopoli ont aussi largement utilisé les côtes catalanes pendant la saison de reproduction. En fin de saison de reproduction, lorsque les oiseaux quittaient les colonies, les oiseaux fréquentaient les côtes italiennes et espagnoles, la Corse, la Sardaigne et les côtes d'Afrique du Nord. Les Puffins de Scopoli fréquentaient la mer des Baléares avant de partir en migration en Atlantique.

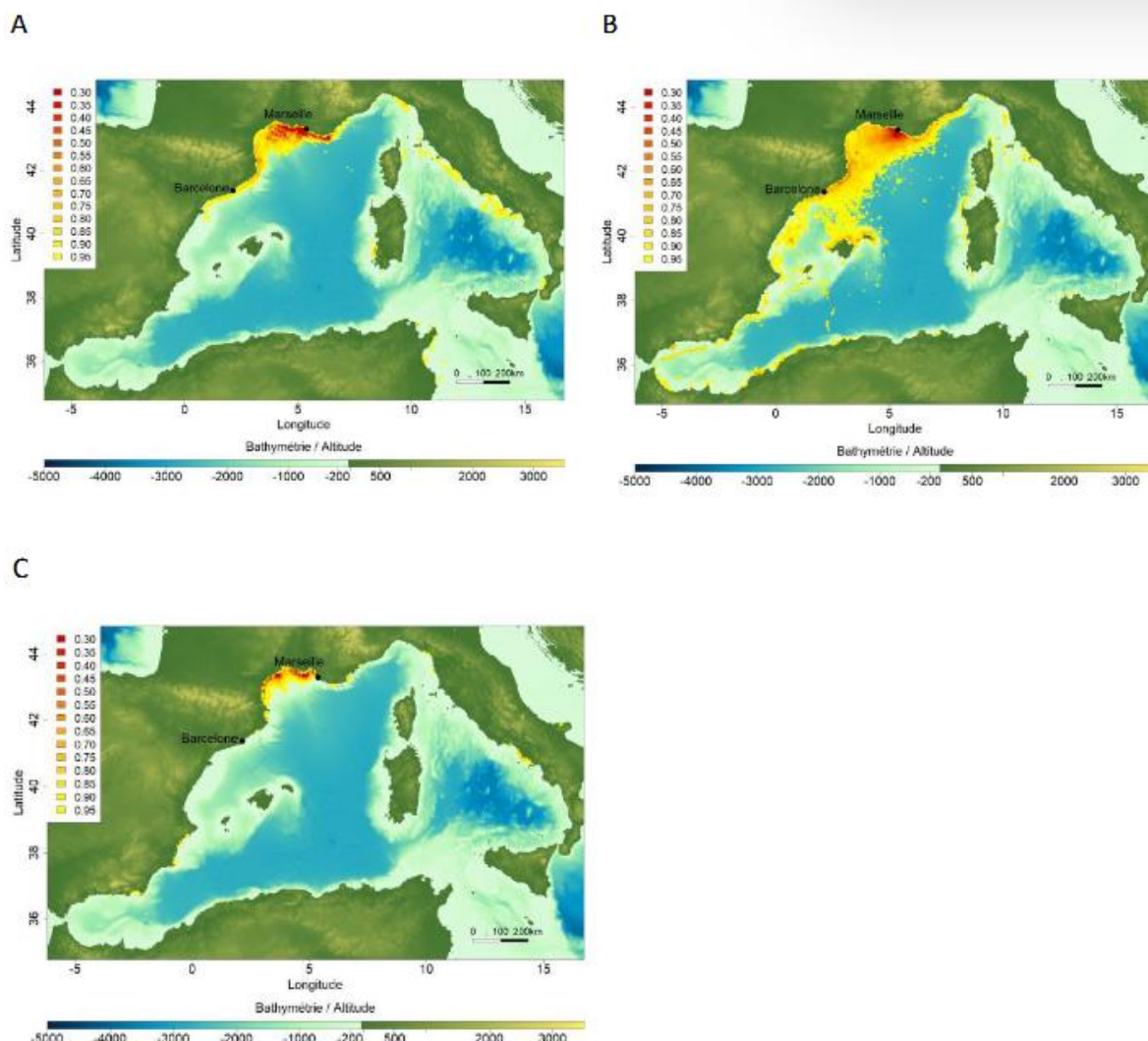


Figure 4 : Distribution d'utilisation (UD) (A) des Puffins yelkouan, (B) des Puffins de Scopoli et (C) des Sternes caugek à l'échelle du bassin occidental méditerranéen en période de reproduction (Champagnon et al., 2025).

A l'échelle du golfe du Lion, les deux espèces de puffins utilisent l'ensemble du golfe, mais avec une moindre fréquentation de la partie la plus occidentale. Les Puffins yelkouan utilisent fortement la zone située à l'ouest du delta du Rhône en période de reproduction, tandis que les Puffins de Scopoli utilisent majoritairement une zone plus large, du golfe d'Aigues-Mortes à Marseille. La Sterne caugek utilise préférentiellement la frange côtière comparée aux deux autres espèces, dont le delta du Rhône, le golfe de Fos et en face de Sète.

Un chevauchement spatial marqué est observé entre la ferme pilote PGL et l'aire de distribution préférentielle des Puffins yelkouan et des Puffins de Scopoli. Ce chevauchement est également présent, mais de manière moins prononcée, entre les zones GLE et GdF pour le Puffin de Scopoli, ainsi qu'entre les zones GdF, GLE, GLC et Nar pour le Puffin yelkouan.

La distribution globale de la Sterne caugek, davantage côtière, recoupe les zones des fermes pilotes, mais chevauche très peu les zones de développement de taille commerciale.

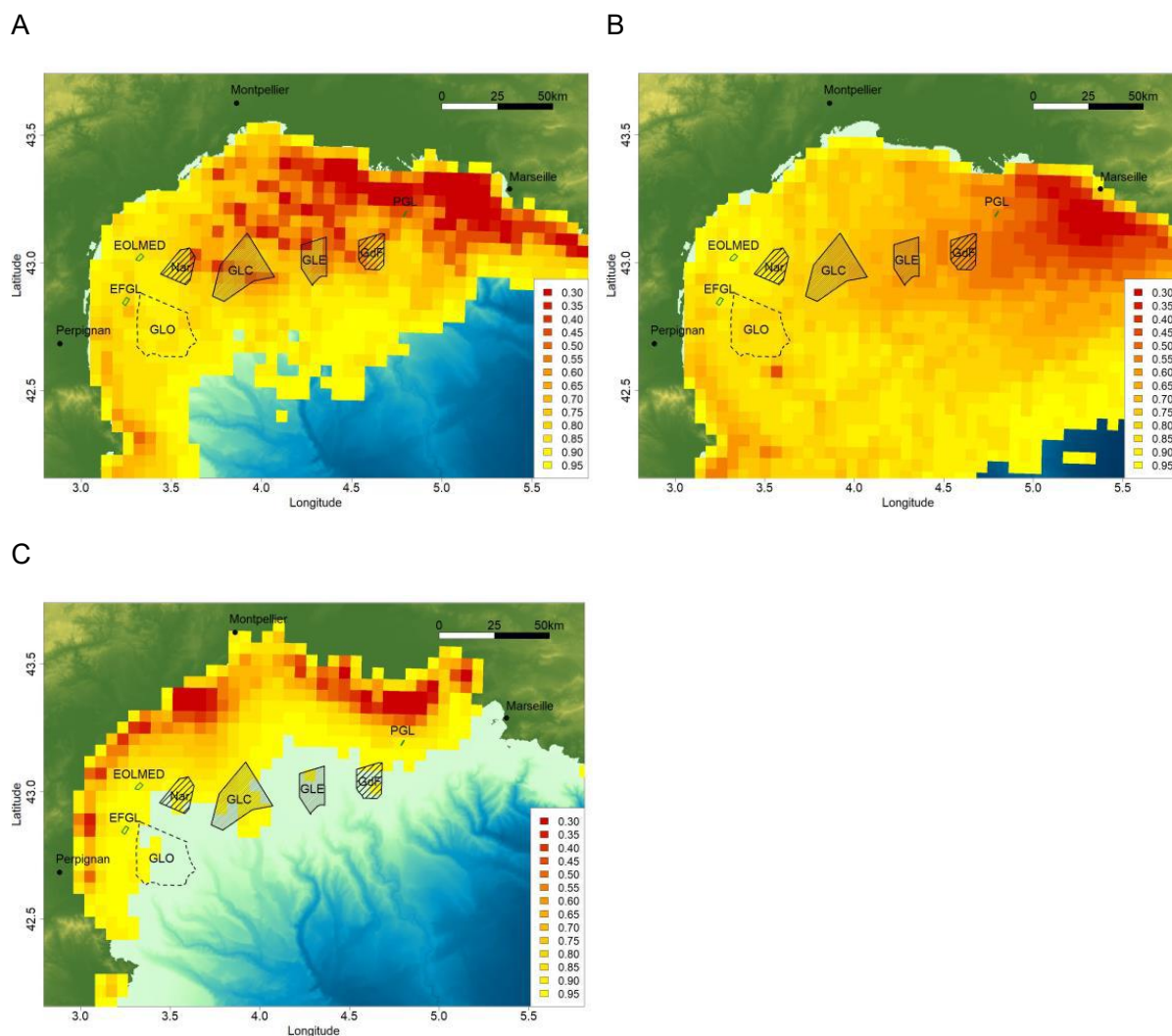


Figure 5 : Distribution d'utilisation (UD) (A) des Puffins yelkouan, (B) des Puffins de Scopoli et (C) des Sternes caugék dans le golfe du Lion en période de reproduction (Champagnon et al., 2025).

Les Puffins yelkouan et de Scopoli s'alimentent dans l'ensemble du golfe du Lion. Les Puffins yelkouan privilégient fortement certaines zones, comme le golfe de Fos et ses environs, le delta du Rhône et le Cap de Creus. Les Puffins de Scopoli privilégient davantage l'est du golfe du Lion, du golfe de Fos au cap Sicié. La Sterne caugék s'alimente principalement dans le golfe de Fos et dans la frange côtière du golfe du Lion. Les phases de recherche alimentaire des puffins chevauchent les fermes pilotes et les zones de développement.

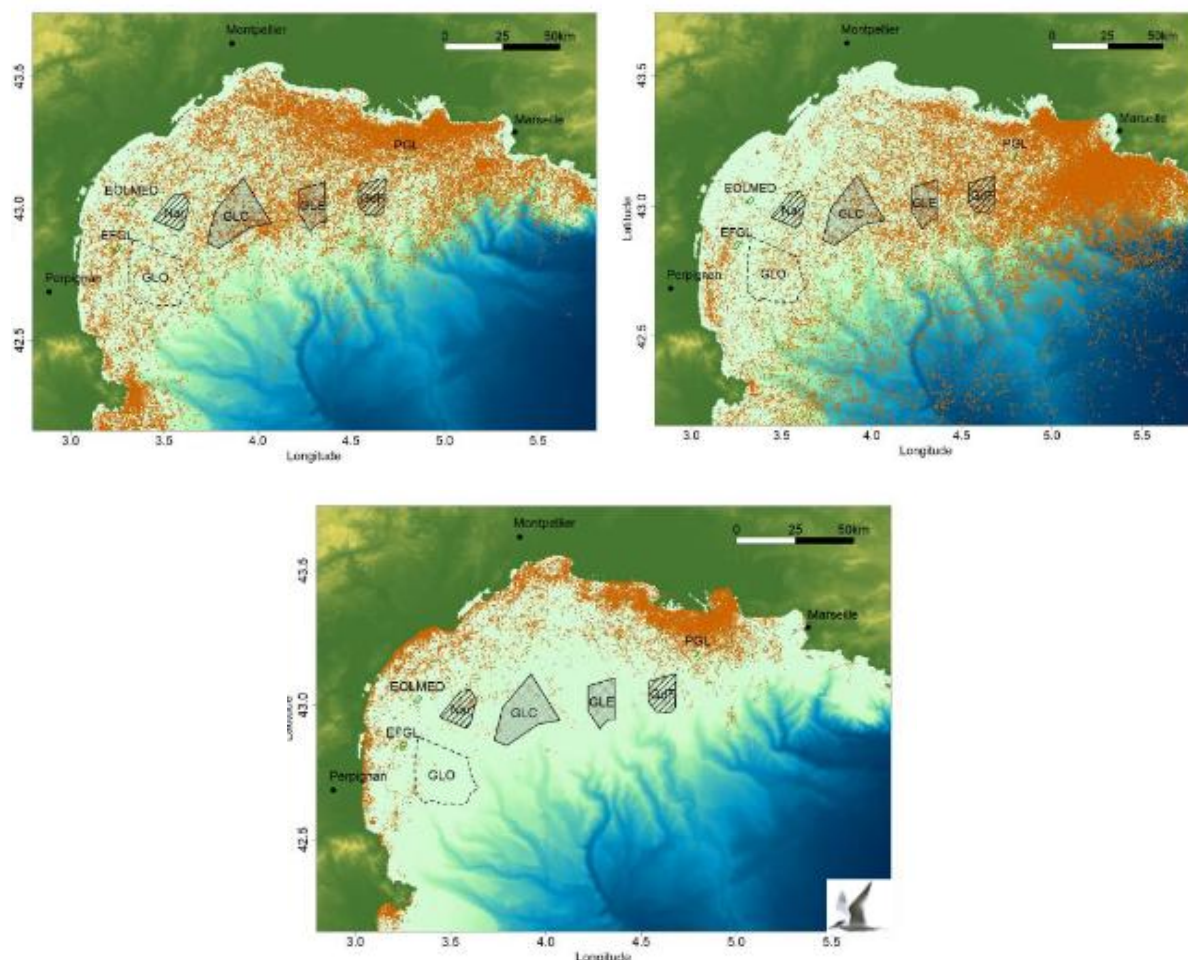


Figure 6 : Répartition spatiale des Puffins yelkouan en haut à gauche, des Puffins de Scopoli en haut à droite, et des Sternes caugek en bas, en phase de recherche alimentaire (Champagnon et al., 2025).

Les zones de repos des deux espèces de puffins sont similaires à leurs zones de recherche alimentaire (Figure 7). Les Puffins yelkouan se reposent essentiellement à la surface de l'eau la nuit lorsqu'ils restent en mer (75% de leur temps), alors que la journée, ils prospectent pour s'alimenter (70%). Les Puffins de Scopoli passent peu de temps à se reposer en mer la nuit (< 20%) au profit de longs vols de transit (> 40%). Leur temps en recherche alimentaire se déroule de nuit (> 40%) et de jour (60%). Les Sternes caugek ne possèdent pas de rythme circadien prononcé. Elles passent à peu près autant de temps au repos qu'en recherche restreinte (~40%) et le reste en vol de transit, tout au long de la journée.

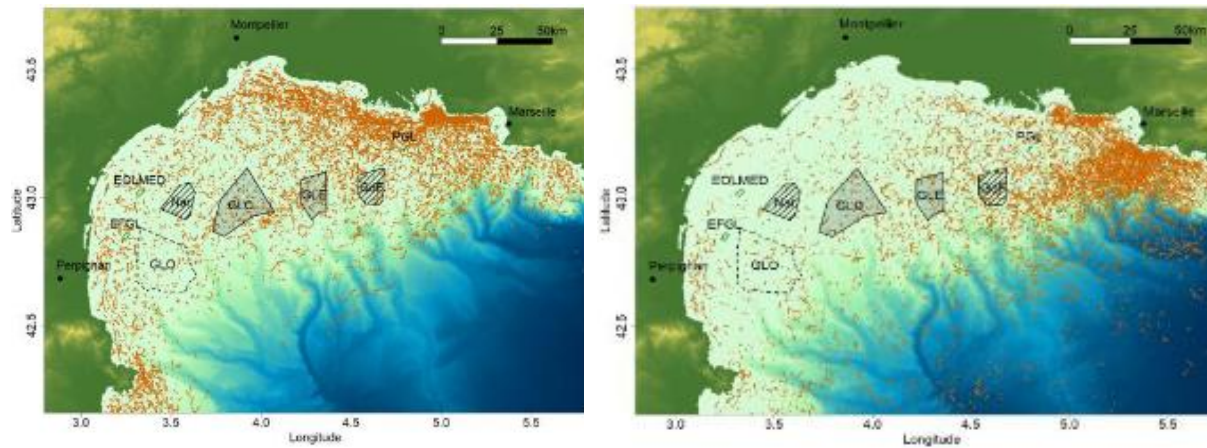


Figure 7 : Répartition spatiale des Puffins yelkouan à gauche et des Puffins de Scopoli à droite, en phase de repos (Champagnon et al., 2025).

Les conditions marines influent peu sur la distribution des hauteurs de vol des oiseaux marins étudiés, bien qu'ils passent moins de temps à se reposer mais plus de temps en vol de transit lorsque la vitesse du vent augmente, et moins de temps en recherche alimentaire lorsque la hauteur de vague augmente.

Les Puffins yelkouan et les Puffins de Scopoli volent 95% de leur temps en-dessous de 3 m, quelles que soient les conditions de vitesse de vent (et de vagues), indépendamment de la direction relative du vent. Les sternes volent plus haut que les puffins, avec une altitude médiane de 6,8 m et une altitude moyenne de 14,2 m. Les sternes volent au-dessus de 22 m dans 17% de leur temps, 11% au-dessus de 30 m, et 5% au-dessus de 50 m. Elles volent à plus faible altitude lorsque la vitesse du vent augmente, mais volent plus haut avec un vent arrière.

2.3.2 Oiseaux terrestres

2.3.2.1 Suivi par GPS

Toutes les espèces équipées de balises GPS ont permis d'enregistrer des trajets migratoires, avec cependant de fortes disparités inter-espèces. Sur les 589 individus équipés dans le cadre de MIGRALION ou par des partenaires, 57% ont fourni des données de migration, avec un record pour la Mouette mélanocéphale (95% de migrants). En revanche, la proportion des individus avec un suivi assez long pour enregistrer des migrations était minimale pour les plus petites espèces (18% pour le Blongios nain, 30% pour la glaréole et 38% pour le rollier).

Sur les 406 vols migratoires Nord-Sud, 198 (49%) se sont terminés en Europe (dont 153 en Espagne) et 84 (21%) en Afrique du Nord (répartis à part égales en Tunisie, Algérie et Maroc). Il faut toutefois noter que ces lieux de fin de suivi correspondent pour beaucoup à de petites espèces portant des balises de moins 10 g au lieu où elles n'ont plus transmis sur le réseau GSM après leurs traversées du Sahara. L'Afrique de l'Ouest était la destination de 94 (23%) oiseaux, en majorité au Mali et en Mauritanie (37 oiseaux dans chacun de ces pays), suivi du Sénégal et Gambie (10 et 6 individus). L'Afrique australe était la destination de 21 (5%) des oiseaux (rolliers en Namibie et Botswana ; et faucons d'Eléonore à Madagascar).

La date moyenne de départ en migration postnuptiale était le 30/08 et s'étalait sur une durée moyenne de 79 jours. La date moyenne de retour en France toutes espèces confondues était le 19/04.

Parmi les 19 espèces suivies, toutes ont survolé le golfe du Lion dans la direction Nord-Sud, à l'exception du Faucon d'Eléonore. En excluant cette dernière espèce, la proportion de survols est en moyenne de 74%, avec des variations entre 33% de survols pour le Coucou-geai, et 100% de survols pour 4 espèces (Crabier chevelu, Glaréole à collier, Avocette élégante et Tourterelle des bois). La moitié des individus (51%) a traversé le golfe en direction Sud ou Sud-Est. Cette stratégie "direct mer" concerne 78-100% des individus de 5 espèces (Crabier chevelu, Pluvier guignard, Glaréole à collier, Goéland railleur et Rollier d'Europe). La stratégie de traversée du golfe en "diagonale" de la Camargue vers l'Espagne concernait 29% des vols, et est employée en majorité (>60%) par les Mouettes rieuses, les Sternes hansel et les Ibis falcinelles. La stratégie "longe-côte" représentait 15% des vols, et était employée en majorité par les Mouettes mélanocéphales. Enfin, dans 4% des vols, il était difficile de définir une stratégie de survol du golfe. Pour 8 espèces, les individus ont survolé le golfe de plusieurs manières : en majorité "direct mer" pour le Héron pourpré, le Faucon crécerellette, l'Echasse blanche, le Rollier d'Europe et la Tourterelle des bois ; en "diagonale" pour l'Avocette élégante et en "longe-côte" pour le Flamant rose et la Spatule blanche.

Pour la migration prénuptiale, la proportion de survols du golfe du Lion concernait 56% des vols, avec des variations entre 17% pour le Rollier d'Europe et 100% pour la Mouette mélanocéphale. Aucun Faucon d'Eléonore n'a survolé le golfe du Lion non plus en direction Sud-Nord. Il faut toutefois noter qu'aucune donnée de migration Sud-Nord n'a été collectée pour 3 espèces (Crabier chevelu, Blongios nain et Pluvier guignard), et pour seulement un individu de Tourterelle des bois (qui a traversé le golfe). La stratégie principale de survol du golfe était la "diagonale" de l'Espagne vers la Camargue (53%), principalement pour 6 espèces (Héron pourpré, Coucou-geai, Sterne hansel, Ibis falcinelle, Avocette élégante et Tourterelle des bois). La seconde stratégie de survol (24%) était la stratégie "direct mer", principalement le Rollier, la Glaréole et le Goéland railleur. Enfin 22% des survols ont suivi la stratégie "longe-côte", principalement les Echasses blanches. Pour 5 espèces, les modalités de traversée étaient plus diversifiées : les Spatules blanches, les Mouettes rieuses et les Mouettes mélanocéphales utilisaient principalement les stratégies "diagonale" et "longe-côte", alors que les Faucons crécerellette et les Flamants roses utilisaient les stratégies "direct-mer et diagonales".

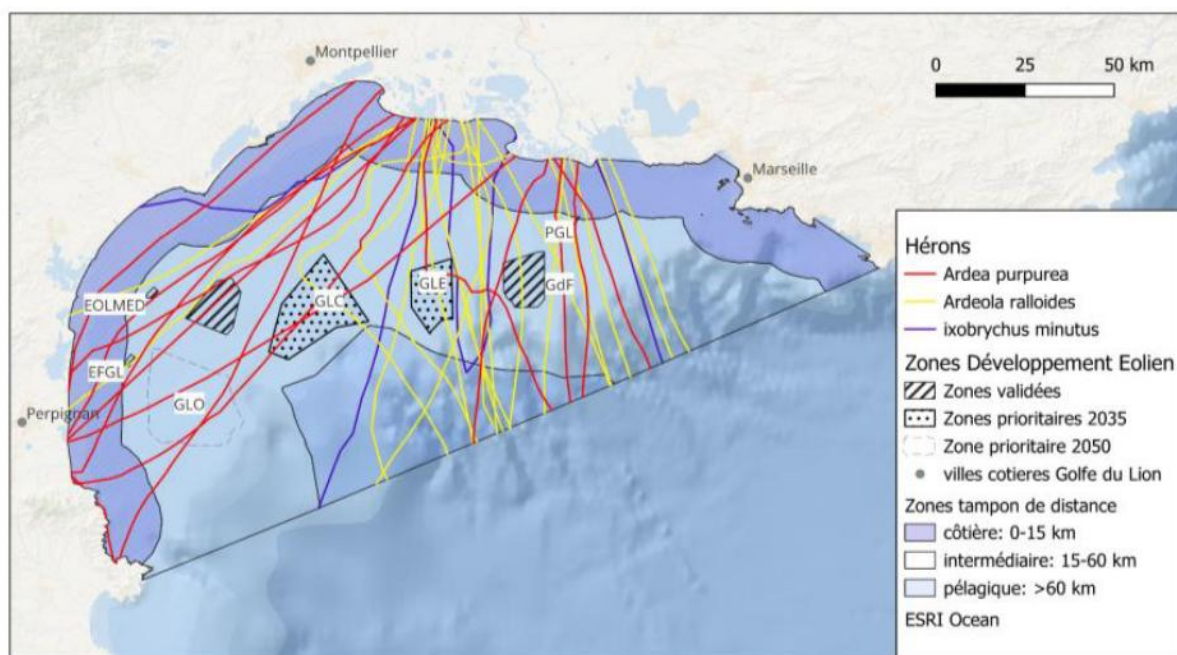


Figure 8 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des Hérons (Héron pourpré, Crabier chevelu, Blongios nain). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).

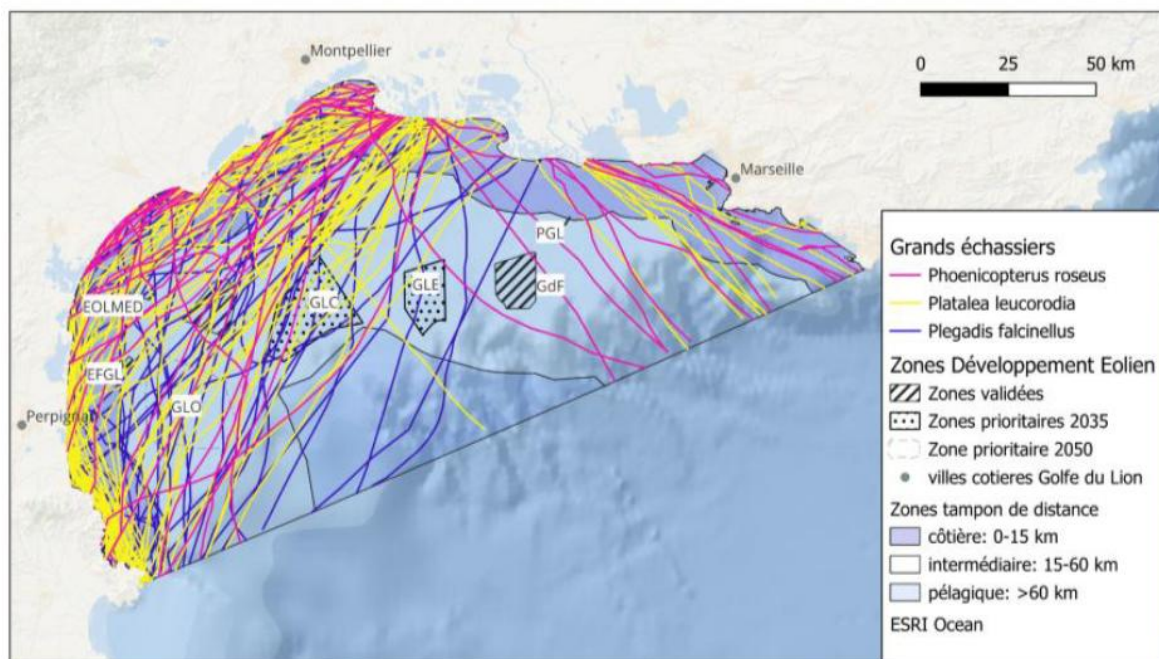


Figure 9 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des grands échassiers (Flamant rose, Spatule blanche, Ibis falcinelle). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).

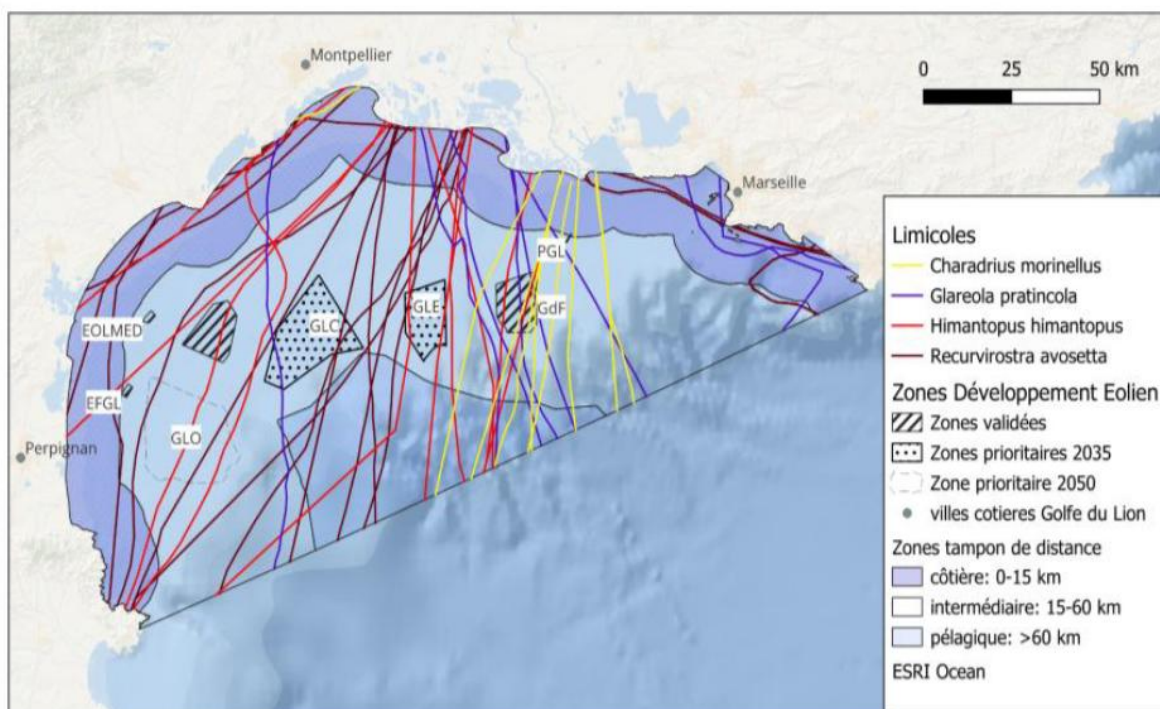


Figure 10 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des limicoles (Pluvier guignard, Glaréole à collier, Echasse blanche, Avocette élégante). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).

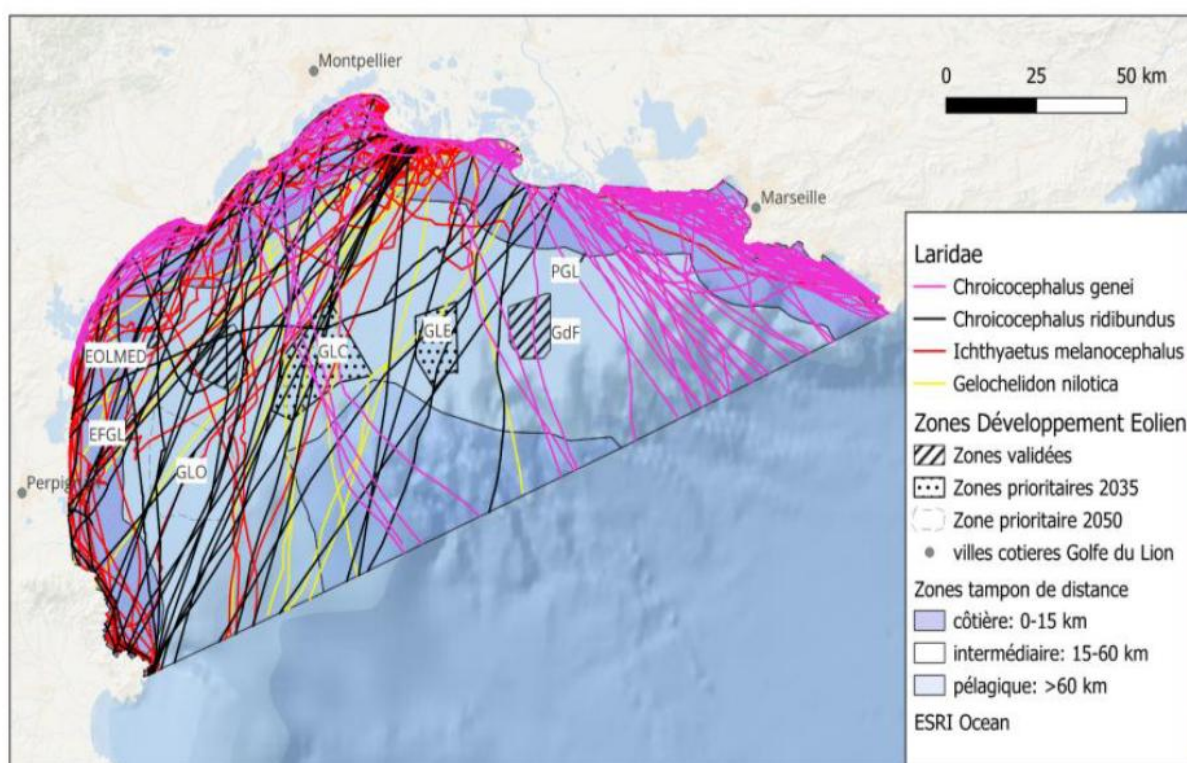


Figure 11 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des Laridés (Goéland rائلeur, Mouette rieuse, Mouette mélanocéphale, Sterne hansel). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).

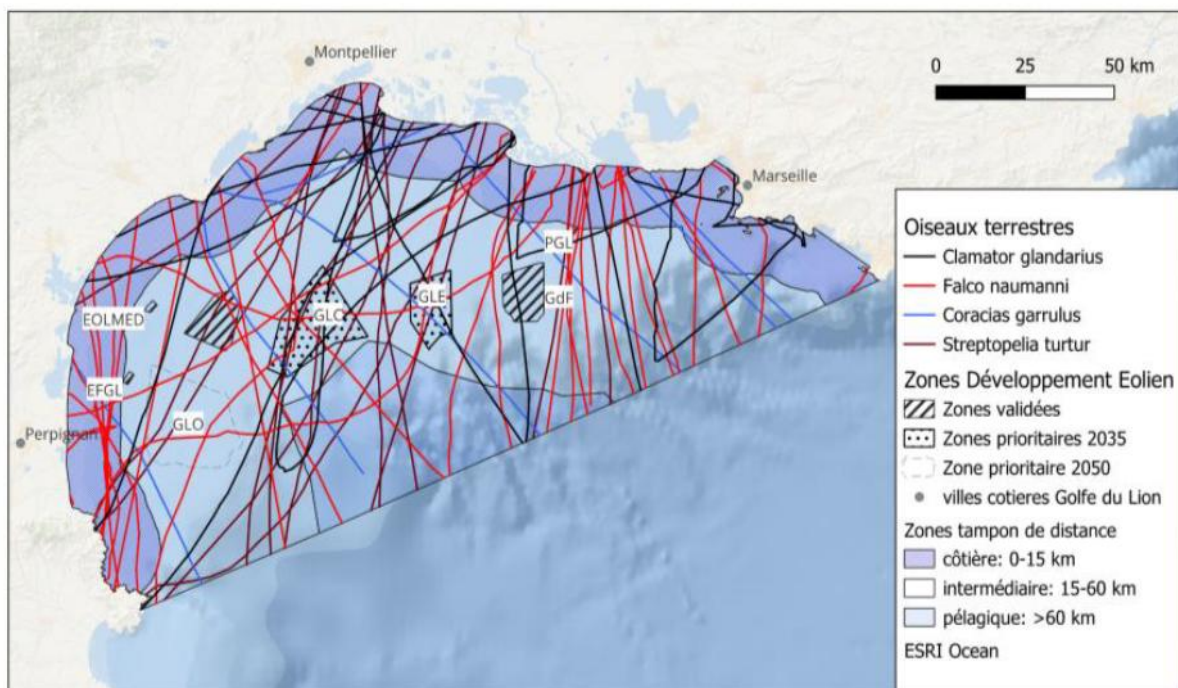


Figure 12 : Trajectoires de migration dans le golfe du Lion pour le groupe des oiseaux terrestres (Coccyzidae, Faucon crécerellette, Rollier d'Europe, Tourterelle des bois). Les directions de vol Nord-Sud et Sud-Nord ne sont pas distinguées (Champagnon et al., 2025).

Les oiseaux ont tendance à voler à plus haute altitude lors des vols Nord-Sud (automne) que lors des vols Sud-Nord (printemps). Certaines espèces montrent des comportements de vol très différents entre les deux migrations, notamment la Sterne hansel et la Glaréole à collier (entre 500 et 1 000 m en migration postnuptiale et autour de 2 000 m en migration pré-nuptiale pour la Sterne mais au ras de l'eau pour la Glaréole). Dans les zones de développement de parcs éoliens, seule la Mouette mélanocéphale a volé en moyenne sous 20 m et 10 espèces ont volé entre 20 et 300 m en direction Nord-Sud. En migration pré-nuptiale, 5 espèces ont volé sous 20 m en moyenne (Mouette rieuse, Glaréole à collier, Echasse blanche, Flamant rose, Tourterelle des bois) et 4 ont volé entre 20 et 300 m de hauteur (Goéland rieur, Mouette mélanocéphale, Spatule blanche et Ibis falcinelle). En conclusion, la majorité des espèces vole en moyenne dans la tranche 0-300 m dans les zones de développement.

En utilisant les données télémétriques de 121 vols migratoires postnuptiaux issues de 15 espèces de gros oiseaux équipés de GPS, il a pu être mis en évidence que les stratégies de vol au-dessus du golfe du Lion sont diverses et ne dépendent pas seulement de l'écologie ou de la morphologie de l'espèce mais également des conditions environnementales au moment du départ. Ainsi la stratégie qui consiste à voler le long de la côte à basse altitude (< 500 m) est favorisée lorsque le vent souffle de l'Est avant le départ. La stratégie qui consiste à voler vers le Sud-Est afin d'atteindre la Sardaigne ou la Tunisie est favorisée par la force du vent avant le départ. Enfin, une diminution de la température 24 heures avant le départ favorise des vols longs d'une vingtaine d'heures, directement en mer.

2.3.2.2 Suivis par géolocalisateurs

Sur les 315 appareils déployés sur 19 espèces différentes de petits oiseaux migrateurs, 66 GLS issus de 17 espèces ont pu être récupérés. Parmi tous les vols et trajectoires analysées, 28 vols correspondant à des traversées marines de la mer Méditerranée ont été identifiés, uniquement pour 8 des 17 espèces. Cette répartition suggère que certaines espèces sont potentiellement plus enclines que d'autres à migrer au-dessus de la mer. C'est le cas du Traquet motteux, du Pipit rousseline, de la Bergeronnette printanière, du Petit-duc scops, de l'Engoulevent d'Europe, de la Huppe fasciée, du Rossignol philomèle et du Monticule de roche. Cependant, étant donné le faible nombre de GLS récupérés pour certaines espèces (ex. 1 seul GLS récupéré pour le Monticule de roche), il reste difficile de tirer des conclusions générales sur la probabilité ou la fréquence de migration au-dessus de la mer.

La majorité des traversées ont eu lieu de nuit. Néanmoins, certains individus ont prolongé leur vol durant la journée : 16 vols sur 29 (55%) se sont prolongés au-delà de la première nuit. Il s'agit surtout des espèces comme la Bergeronnette printanière ou le Traquet motteux, qui ont effectué des traversées au-dessus de l'eau les plus longues notamment depuis les côtes méditerranéennes françaises.

Concernant l'altitude de vol, il a été observé que 10 des 28 traversées (soit 36 %) se sont déroulées à une altitude médiane inférieure à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Plus précisément, les Traquets motteux ont effectué leurs vols à une altitude moyenne de 112 ± 137 m ($n = 5$ vols), tandis que les Pipits rousseline volaient en moyenne à 572 ± 455 m ($n = 8$ vols). Ces altitudes sont particulièrement basses comparées à celles généralement observées chez les petits migrateurs lorsqu'ils survolent la terre ou d'autres types de barrières écologiques telles que les déserts.

De plus, une tendance claire à une baisse d'altitude en journée a été mise en évidence chez les individus qui prolongeaient leur vol au-delà de la nuit. En effet, les oiseaux ayant parcouru la première partie de leur vol migratoire de nuit à une certaine altitude descendent ensuite vers des altitudes plus basses, plus proches du niveau de la mer, pour achever leur migration.

2.4 CONCLUSIONS

Une large gamme de taille d'oiseaux a été équipée, depuis les Rougequeue à front blanc de 12g, aux Flamants roses de plus de 4kg, afin d'obtenir des connaissances sur le franchissement de la mer Méditerranée des oiseaux migrateurs et des oiseaux marins. Les données obtenues ont été analysées de façon plus approfondie dans le cadre du lot 6 en complétant par des jeux de données de télémétrie additionnelles issues d'autres espèces, et en intégrant des jeux de données d'observations lors de campagnes en mer (Lot 4) ainsi que de radars à la côte (Lot 5).

Même si le jeu de données, qui concerne 40 espèces, reste modeste au regard d'une estimation de 300 espèces d'oiseaux migrateurs dans la région, un certain nombre d'espèces n'avaient jamais été équipées et des informations inédites ont été obtenues sur leur passage en mer. On peut citer à titre exemple la Glaréole à collier, le Crabier chevelu, le Pluvier guignard ou la Bergeronnette printanière.

3 LOT 4 : CAMPAGNES EN MER PAR BATEAU

Ce chapitre est une synthèse du rapport intitulé *MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Rapport final d'analyses du Lot 4 « Campagnes en mer par bateau »* de Assali et al. (2025).

3.1 OBJECTIFS

Le lot 4 du programme MIGRALION « Campagne en mer par bateau » avait pour objectif de mieux comprendre les mouvements et flux d'oiseaux marins et migrateurs terrestres au sein du golfe du Lion par le biais de différentes modalités d'acquisition de données en mer. En complément, ce lot a permis d'acquérir des informations sur la présence des chiroptères, des mammifères marins et des grands pélagiques (tortues, grands poissons, etc...) présents dans le golfe du Lion.

Les espèces visées étaient :

- **Les oiseaux marins** qui séjournent et transitent dans le golfe du Lion au cours de leur cycle biologique, dont la reproduction, mais également lors des phases de halte migratoire et de migration active ;
- **Les migrateurs terrestres** (passereaux, rapaces, grands et petits échassiers, etc.) qui transitent dans le golfe du Lion lors des deux périodes de migration (prénuptiale et postnuptiale) ;
- **Les chiroptères** qui transitent dans le golfe du Lion lors des déplacements saisonniers.

3.2 METHODES

34

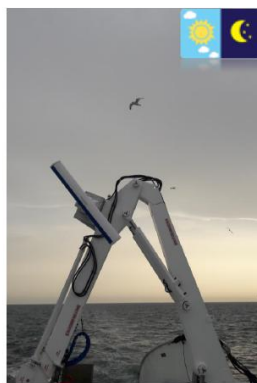
3.2.1 Technologies employées

Les différents modes d'acquisition mis en place sur le bateau ayant permis d'acquérir des données sur l'avifaune marine, l'avifaune terrestre migratrice et les chiroptères, sont résumés ci-dessous :

- Des **observations visuelles en continu** rapportant tous les oiseaux marins et migrateurs observés du lever du jour au coucher du soleil ;
- Un **enregistreur acoustique dédié aux oiseaux** et un **enregistreur acoustique dédié aux chauves-souris** pour détecter les éventuels cris émis ;
- Deux **radars embarqués**, paramétrés pour le suivi de l'avifaune en mer, équipés de moyens d'enregistrement de données en continu, de jour comme de nuit, tout au long des campagnes menées. Un radar « horizontal » déjà présent sur le bateau est dédié au suivi des trajectoires (7,4 km de rayon). Un radar « vertical » dédié à l'étude des flux et des hauteurs de vol (1,5 km de rayon) est quant à lui installé sur le pont arrière du bateau et orienté perpendiculairement à la direction principale de migration au moyen d'une grue lui servant de support.



Observateurs



Radars en mode vertical et horizontal



Acoustique oiseaux et chauves-souris

Figure 13 : Résumé des différents modes d'acquisition des données réalisées lors des campagnes en mer du lot 4 (Assali et al., 2025).

3.2.2 Plan d'échantillonnage

Les acquisitions de données en mer ont pris la forme de campagnes de 3-4 jours/ 3-4 nuits, mises en œuvre chaque année, 2 fois en saison prénuptiale (campagnes conduites entre les mois de mars et de mai) et 2 fois en saison postnuptiale (de septembre à novembre).

Avec près de 1 000 kilomètres de transects parcourus (cf. figure ci-dessous) à chaque itération, ces campagnes en mer ciblent les périodes clés de la migration de l'avifaune. Les dates des dix campagnes en mer réalisées sont les suivantes :

Campagnes	Dates
Prénuptiale 2022	28/03-29/03/2022
	25/04-28/04/2022
	02/05-04/05/2022
Postnuptiale 2022	21/09-23/09/2022
	03/10-06/10/2022
	27/10-29/10/2022
Prénuptiale 2023	20/03-23/03/2023
	18/04-21/04/2023
Postnuptiale 2023	06/09-09/09/2023
	24/09-27/09/2023
Prénuptiale 2024	12/03-15/03/2024
Postnuptiale 2024	27/08-30/08/2024

Les transects couvraient l'ensemble du plateau continental du golfe du Lion, ainsi que les têtes de canyons, et leur mise en œuvre a été optimisée de façon à parcourir au mieux la zone d'étude à la fois de jour et de nuit au cours de la période de migration visée.

MIGRALION - Lot 4 - Inventaire en mer dans le golfe du Lion Localisation des transects - Expertises nautiques 2022 à 2024

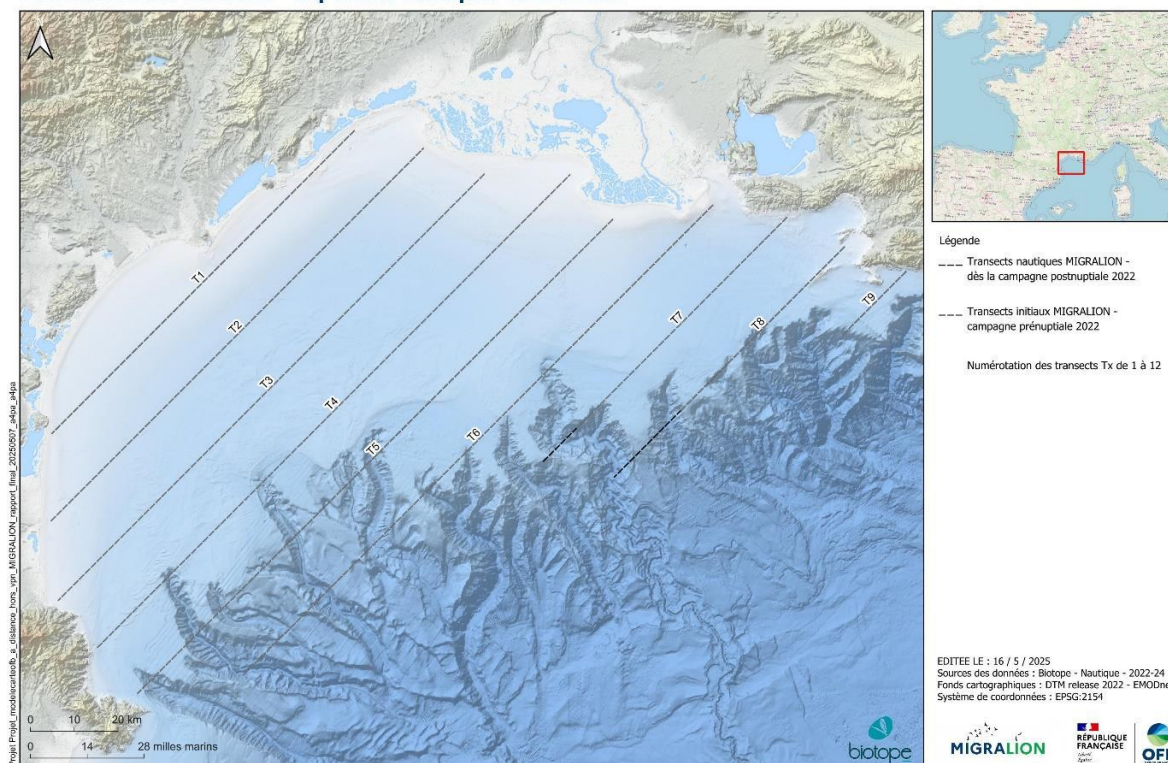


Figure 14 : Localisation des transects mis en œuvre dans le cadre des campagnes nautiques du lot 4 de MIGRALION entre 2022 et 2024 (Assali et al., 2025).

3.2.3 Limites méthodologiques

Dans le cadre des campagnes réalisées pour le programme MIGRALION, le bateau était en mouvement continu, de jour comme de nuit. Les analyses réalisées pour le suivi visuel portant sur des données uniquement collectées de jour, l'effort d'observation n'est donc pas constant le long des transects, avec des portions sans observation lors de la progression nocturne du bateau. L'interprétation des cartes doit donc se faire en intégrant cette limite et notamment le caractère discontinu des observations de jours. Les cartes produites représentent ainsi une répartition à minima n'incluant pas la possible présence d'oiseaux sur les transects parcourus de nuit.

En parallèle, des enregistrements par acoustique passive ont été réalisés pour la détection des oiseaux et des chauves-souris en migration. Des difficultés spécifiques à l'acquisition de données acoustiques en mer ont été rencontrées, en lien avec de nombreux bruits parasites (mer/houle, vibration du navire, vent etc.) qui ont altéré les capacités de détection du microphone et de la parabole.

Les données radar ont l'avantage de fournir des informations sur les déplacements d'oiseaux de jour comme de nuit, dès lors que les conditions météorologiques et les conditions de mer sont favorables (i.e. pas de pluie, houle faible à modérée).



Aux échelles auxquelles les radars embarqués ont été paramétrés, et après sélection des zones de détection maximale au sein des données enregistrées :

- le radar horizontal (4 MN de rayon, maximum de détection entre 2 et 4 km) permet de détecter tous les oiseaux de taille moyenne à grande (volant seuls et en groupe), alors que les petits oiseaux (e.g. petits passereaux) volant seuls sont peu détectés (à l'exception de conditions très favorables et s'ils volent près du radar) ;
- le radar vertical (1,5 km de rayon, maximum de détection au-dessus du radar) permet de détecter tous les oiseaux traversant le faisceau, avec néanmoins une perte de détection des petites cibles isolées aux plus hautes altitudes scannées ;
- les oiseaux posés sur l'eau ou rasant la surface de la mer doivent être considérés comme absents des données, car les échos qu'ils renvoient se confondent avec ceux renvoyés par les vagues ou la surface de la mer.

Par conséquent, (i) la classe d'altitude 1450-1500 m a été écartée des analyses du fait de l'érosion importante des détections et de la géométrie du disque radar, et les flux au-delà de 1 000m d'altitude sont en partie sous-estimés ; (ii) la classe d'altitude 0-50m doit également être considérée comme sous-représentative des effectifs réels d'oiseaux.

Enfin, rappelons que si le traitement des données a permis d'écarter les échos provenant d'insectes, de bateaux, de bouées, d'avions ou encore de la côte elle-même, les images radar à elles seules ne permettent pas de déterminer les espèces observées.

3.3 PRINCIPAUX RESULTATS

3.3.1 Observations visuelles

Lors des dix campagnes menées entre 2022 et 2024, ce sont 95 espèces et 29 taxons de mégafaune marine qui ont été notés en effort d'observation, avec un total de 8 450 observations et 42 401 individus comptabilisés.

La famille des Laridés domine largement les effectifs de chaque saison et pour les trois années de suivis consécutives. En effet, les **Larinés** (mouettes et goélands) présentent des effectifs élevés lors des campagnes prénuptiales (2022 à 2024) et lors des campagnes postnuptiales de 2022 et 2024. Les trois années cumulées, le **Goéland leucophée** et la **Mouette pygmée** sont les deux espèces les plus abondantes des Larinés (96%). Ces deux espèces comptabilisent à elles seules 60% de l'effectif global observé, toutes espèces d'oiseaux et saisons confondues. Les **Sterninés** (sternes et guifettes) sont le groupe majoritaire à l'automne 2023, et, présentent également des effectifs relativement représentatifs lors des autres campagnes. Cette forte présence de **Sterninés** à l'automne correspond à la présence de regroupements postnuptiaux et d'oiseaux en halte migratoire. Ce phénomène de concentration s'observe notamment au large de la Camargue et de l'embouchure du Rhône et concerne tout particulièrement la **Sterne pierregarin** et la **Guifette noire**. Les trois années cumulées, la **Sterne caugek** et la **Sterne pierregarin** sont les deux espèces les plus abondantes des **Sterninés** (82%) et représentent près de 12% de l'effectif aviaire global.

Les **Procellariidés** (**Puffin de Scopoli**, **Puffin yelkouan**, **Puffin des Baléares**) présentent également des effectifs importants pour les trois années de suivis. En période prénuptiale 2022, une proportion plus importante de puffins (> 30% de l'effectif aviaire global) tend à faire varier la répartition globale des effectifs printaniers. En période postnuptiale, les puffins représentent de 14% à 26% des effectifs d'oiseaux observés. Le **Puffin yelkouan** est l'espèce la plus observée avec 75% des effectifs de cette famille et près de 13% de l'effectif aviaire global.

Les **Alcidés** (**Pingouin torda** et **Macareux moine**) apparaissent plus nombreux aux printemps des années 2023 et 2024, représentant respectivement 5% et 3% des effectifs totaux d'oiseaux observés.

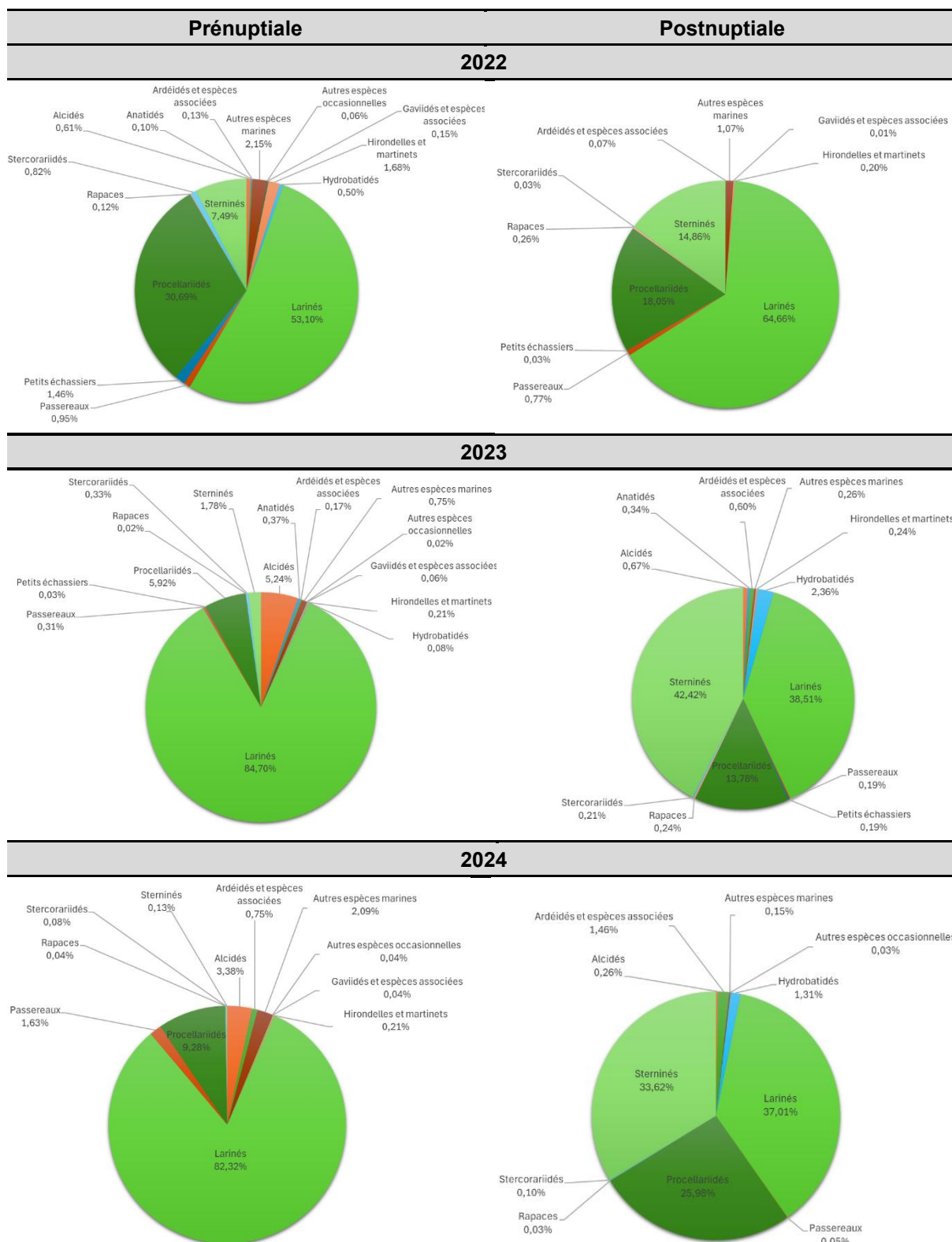


Figure 15 : Répartition des effectifs par regroupement d'espèces d'oiseaux- campagnes nautiques prénuptiales et postnuptiales (Assali et al., 2025).

La présence abondante du **Goéland leucopnée**, en toutes saisons et dans l'ensemble du golfe du Lion, ne révèle aucun mouvement migratoire marqué, sa distribution reflétant surtout l'activité des pêcheries. La **Mouette pygmée** est régulièrement détectée en migration prénuptiale, parfois en très grands effectifs, bien que la majorité des individus en halte se répartissent plus au large, du plateau continental aux canyons, selon les conditions trophiques ; l'ouest du golfe apparaît plus favorable que l'est. Les migrations de la **Mouette mélanocéphale** sont peu marquées, tant au printemps qu'en automne, et la **Mouette rieuse** reste rarement observée. La **Mouette tridactyle** est essentiellement notée en migration prénuptiale, surtout dans la partie ouest du golfe. D'autres espèces occasionnelles sont également notées dans le golfe du Lion comme le **Goéland brun**, et le **Goéland d'Audouin**.

Au printemps, la **Sterne caugek** se concentre près du littoral avant de se disperser largement en automne, notamment au large de la Camargue. La **Sterne pierregarin** forme de grands rassemblements en automne, parfois associés à la **Guifette noire**, tirant parti des ressources alimentaires locales, en particulier au large du Rhône. La Camargue joue un rôle majeur lors des haltes migratoires. La **Sterne naine** n'est observée qu'occasionnellement au large, principalement au printemps.

Les **Puffins de Scopoli** sont présents près des colonies dès mars puis se dispersent vers les canyons à l'automne. Le **Puffin yelkouan** occupe de façon homogène le plateau continental, avec deux zones principales de concentration : au large de la Camargue et entre Gruissan et Canet-Plage. Le **Puffin des Baléares** est plus fréquent dans le secteur du Parc naturel marin, ainsi qu'entre Agde et Sète, et plus ponctuellement au large de la Camargue. L'**Océanite tempête** est surtout observé en automne, parfois en effectifs importants sur les canyons.

Parmi les alcidés, le **Pingouin torda** est surtout présent en hivernage, et le **Macareux moine** est régulièrement observé au printemps, notamment dans la zone centrale du golfe et le Parc naturel marin. Les labbes montrent des passages migratoires variables, plus marqués au printemps pour le **Labbe parasite** et à l'automne pour le **Labbe pomarin**. **Grèbe huppé**, **Plongeon arctique** et **Foulque macroule** restent des espèces anecdotiques au large avec quelques données ponctuelles. Les observations se concentrent au niveau des embouchures de fleuves et des lagunes ainsi qu'au large de la Camargue. Des mouvements postnuptiaux de **Grands Cormorans** sont également notés au large, tandis que d'autres espèces marines comme le **Fou de Bassan** ou le **Puffin fuligineux** restent anecdotiques.

De nombreux passereaux traversent le golfe du Lion, les observations — souvent réalisées à l'aube et à basse altitude — correspondant à des haltes après une traversée nocturne. Les hirondelles, notamment l'**Hirondelle de fenêtre**, sont régulièrement observées au large, tout comme l'**Hirondelle de rochers** et l'**Hirondelle de rivage**, témoignant de traversées directes du golfe. Le **Martinet noir** est également noté lors de mouvements migratoires ou de prospections alimentaires. De nombreuses familles ont été observées comme les **Turdidés** (rougequeue, grives sp. etc.), les **Motacillidés** (bergeronnettes sp.), les **Alaudidés** (alouettes sp.) ou encore les **Fringillidés** (pinsons, tarins, serins etc.) traversant le golfe du Lion. La plupart des observations de passereaux ont été notées au petit matin, à faible altitude et correspondant à des oiseaux à la recherche de reposoir ou de halte à la suite d'une traversée nocturne du golfe du Lion. Les observations de petits échassiers sont diffuses et concernent essentiellement des observations en bordure de littoral ou quelques individus isolés en migration active dans le golfe.

Enfin, plusieurs rapaces migrateurs fréquentent la zone, avec une présence plus marquée au printemps. Le **Faucon crécerelle** et l'**Épervier d'Europe** sont les plus régulièrement observés, parfois jusqu'au centre du golfe. Des contacts ponctuels concernent le **Faucon kobez**, le **Faucon crécerellette** ou le **Balbusard pêcheur**. La **Bondrée apivore** est surtout notée en fin de migration prénuptiale, et des **Busards** ainsi que le **Milan noir** sont occasionnellement observés au large.

Les hauteurs de vol varient selon les espèces. Chez le **Goéland leucophée**, elles s'échelonnent entre 2 et 100 m, avec une prédominance de vols entre 10 et 20 m au printemps, tandis qu'à l'automne l'espèce évolue plus fréquemment à très basse altitude (2–5 m). La **Mouette pygmée** présente au printemps des hauteurs de vol comprises entre 2 et 20 m, alors que la **Mouette mélanocéphale** est observée entre 5 et 100 m. La **Mouette tridactyle** vole majoritairement entre 2 et 20 m, avec une préférence pour la tranche 10–20 m.

Les **Sterninés** montrent des profils distincts : la **Sterne caugék** évolue principalement entre 10 et 30 m, tandis que la **Sterne pierregarin** adopte des altitudes plus faibles, généralement entre 2 et 20 m. En halte migratoire, la **Guifette noire** est également observée entre 2 et 20 m, mais l'espèce peut occasionnellement atteindre des altitudes supérieures à 200 m lors des migrations actives, ce qui réduit sa détectabilité.

Les données issues des suivis GPS et nautiques indiquent que les **Puffins de Scopoli** et **yelkouan** volent majoritairement à très basse altitude (< 5 m), bien que des hauteurs plus importantes soient parfois atteintes en conditions de mer agitée. L'**Océanite tempête** présente également des hauteurs de vol très faibles, généralement inférieures à 5 m.

Chez les **Alcidés**, les vols se situent globalement à basse altitude, avec toutefois quelques observations printanières entre 10 et 50 m.

Les **labbes**, dotés de fortes capacités de vol, présentent une grande variabilité altitudinale, et des individus volant au-delà de 30 m sont fréquemment notés.

Les **Grands Cormorans** montrent également une forte variabilité, certaines observations atteignant 100 à 200 m selon les conditions en mer.

Les **Ardéidés** et les **rapaces** présentent les amplitudes altitudinales les plus larges, avec des vols pouvant dépasser 200 m.

Enfin, les suivis visuels ont également permis de recenser quatre espèces de mammifères marins. Le Grand Dauphin utilise l'intégralité du plateau continental ainsi que les zones de talus et plus ponctuellement les têtes de canyons alors que dans le même temps, le Dauphin bleu et blanc, plus pélagique, se cantonne strictement aux zones de canyons. Notons également la présence régulière du Rorqual commun au niveau des transects les plus pélagiques avec des intrusions sur le plateau continental comme le montrent les observations au large de la Camargue. Enfin, le Dauphin commun, rare en Méditerranée, a été observé une fois.

Trois espèces de grands poissons pélagiques ont été observées : le Poisson lune, l'Espadon, et le Requin pèlerin.

Pour finir, deux observations de chiroptères ont été réalisées de jour lors des suivis visuels.

MIGRALION - Lot 4 - Inventaire en mer dans le golfe du Lion

Données brutes d'observations - Mammifères marins - Expertises nautiques 2022 - 2024

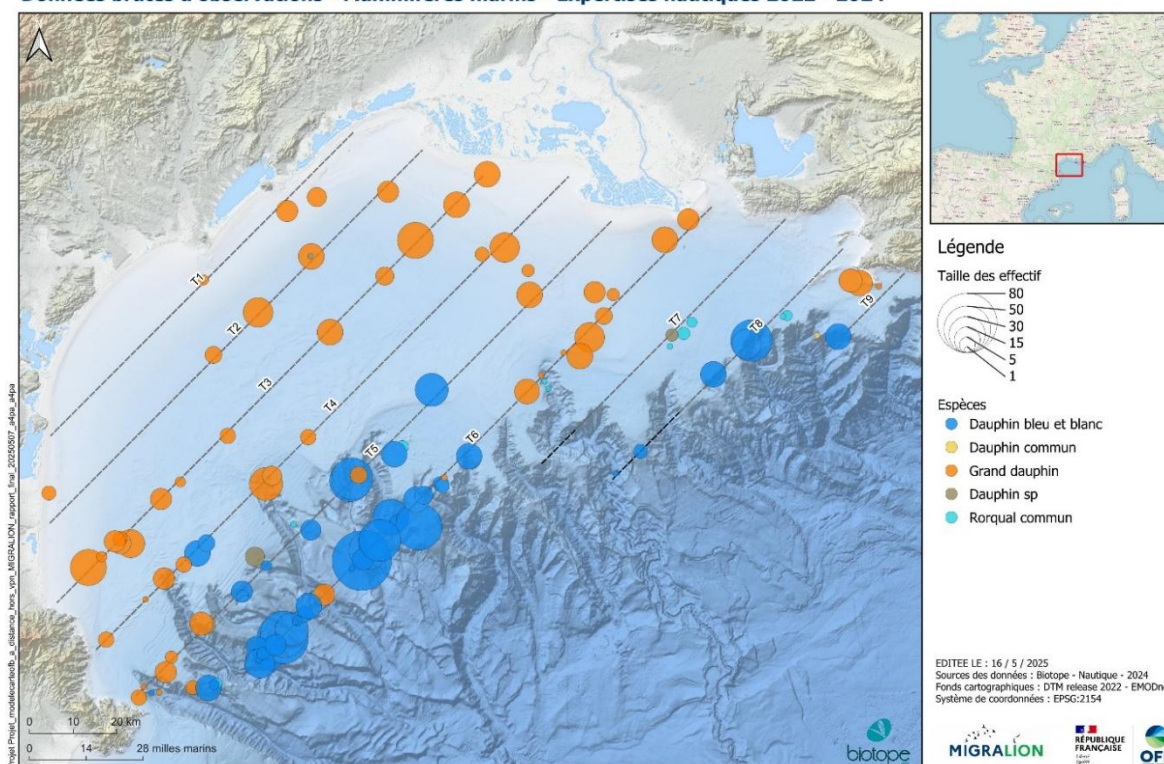


Figure 16 : Bilan des observations de mammifères marins réalisées pour les 3 années de suivi (Assali et al., 2025).

3.3.2 Acoustique oiseaux

Les contacts enregistrés lors des campagnes en mer concernent essentiellement la période de migration postnuptiale. Dix espèces d'oiseaux ont été contactées lors suivis acoustiques. Il s'agit - par ordre décroissant du nombre de contacts- de la **Grive musicienne** (457 contacts), du **Rougegorge familier** (394 contacts), du **Merle noir** (155 contacts), de la **Grive mauvis** (61 contacts), de l'**Oedicnème criard** (21 contacts) et d'autres espèces plus anecdotiques en termes de nombre de contacts (**Héron cendré**, **Rougequeue noir**, **Mouette pygmée**, **Sterne caugek**, **Bécasseau variable**).

Les résultats des 3 années de suivi pour suivi acoustique aviaire montrent une activité nocturne presque exclusivement en automne et majoritairement lors du mois d'octobre. Ce mois correspond à une période importante pour le passage des turdidés en migration nocturne et montre que la **Grive musicienne** et le **Rougegorge familier** sont les espèces les plus importantes en passage migratoire dans le golfe du Lion à cette période de l'année. La prédominance de ces deux espèces est probablement liée à l'abondance de cette espèce, de son attraction par le bateau et de ses caractéristiques de vol et d'émission sonore (de nuit et à basse altitude).

3.3.3 Acoustique chiroptères

Les campagnes ont permis de collecter des informations sur les chiroptères qui fréquentent les eaux du golfe du Lion lors la période de migration postnuptiale. Six espèces de chauves-souris ont été contactées lors des suivis acoustiques ainsi que trois groupes d'espèces indéterminées. Il s'agit - par ordre décroissant du nombre de contacts (en minutes positives) - de la **Pipistrelle commune** (40 contacts), de la **Pipistrelle pygmée** (37 contacts), de la **Noctule de Leisler** (34 contacts), du **Molosse de Cestoni** (2 contacts), de la **Pipistrelle de Kuhl** (2 contacts), de la **Grande Noctule** (1 contact), du groupe **Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius** (21 contacts), du groupe **Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée** (8 contacts) et du groupe **Sérotine sp. / Noctule sp.** (3 contacts).

MIGRALION - Lot 4 - Inventaire en mer dans le golfe du Lion Bilan des campagnes en mer - Données chiroptères 2022 à 2024

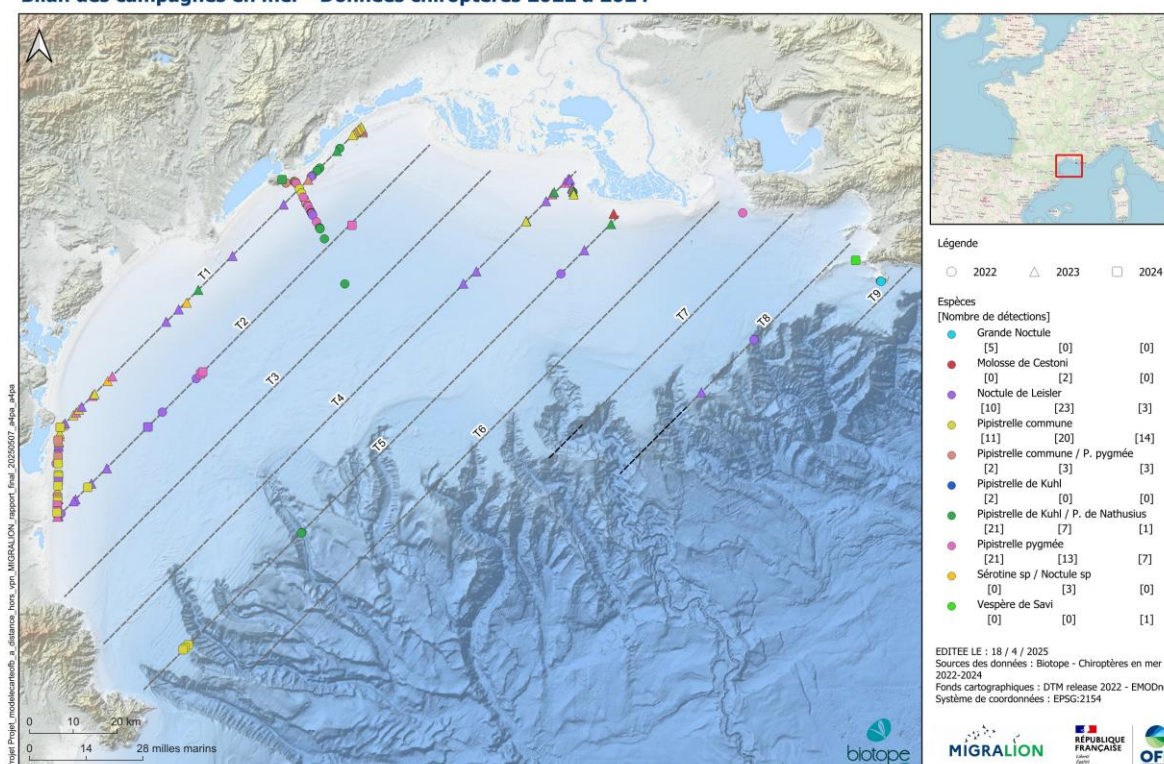


Figure 17 : Contacts de chiroptères en mer lors des campagnes MIGRALION du lot 4 entre 2022 et 2024 (Assali et al., 2025).

3.3.4 Radars embarqués

La distribution des flux horaires calculés sur l'ensemble des campagnes pré-nuptiales laisse apparaître deux modes principaux où l'activité aviaire est plus importante : 400-500 oiseaux par heure et par km en moyenne en début de nuit (20-21h) et autour de 2h UTC (Figure 18). La variabilité de ces flux est tout de même élevée, avec un coefficient de variation (écart-type/moyenne) proche de 1 à ces horaires. L'enveloppe maximale et minimale des valeurs de flux dénote aussi d'une variabilité certaine entre les nuits, bien davantage que le jour pendant lequel les valeurs de flux sont globalement plus faibles (maximum <400 oiseaux par heure et km, moyenne autour de 100 oiseaux par heure et km).

La dynamique des flux nocturnes, avec notamment le pic observé vers 2 h UTC interpelle par rapport à ce qui serait attendu lors de la migration prénuptiale. Après investigation, l'origine probable de ce pic correspond à la localisation fréquente du bateau à proximité immédiate des côtes à cette heure (environ 70% des nuits ; contrairement au créneau de 21h avec 57% des nuits), conjuguée à certaines nuits avec des profils atypiques.

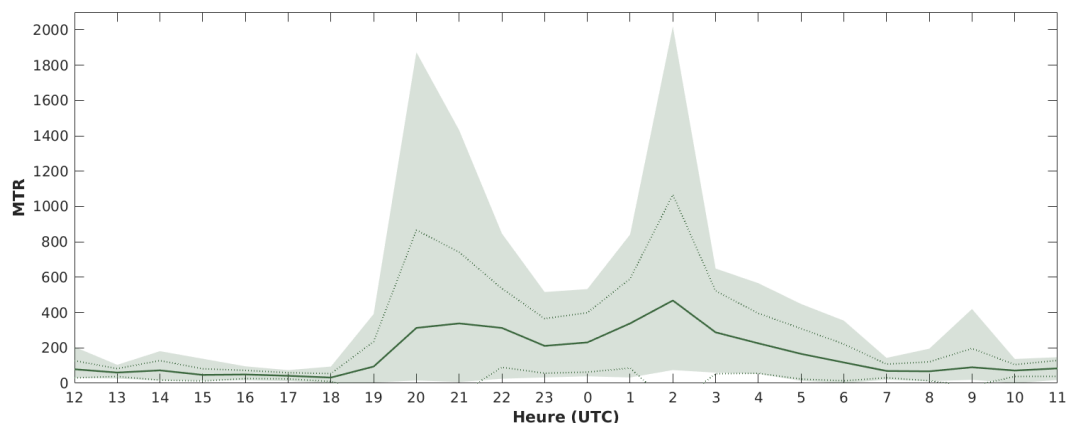


Figure 18 : Flux (MTR, en nombre d'oiseaux par heure et par kilomètre) enregistrés par radar vertical embarqué au cours des campagnes réalisées en **période prénuptiale** (années 2022, 2023, 2024). La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens $\pm$ l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales.) (Assali et al., 2025).

Les distributions directions de vol enregistrées au cours de la saison prénuptiale apparaissent très homogènes sur l'ensemble du golfe de jour, alors qu'orientées majoritairement vers le nord-est (et le nord, à l'est du golfe) de nuit (Figure 19). Les mouvements migratoires de Mouette pygmée et de sternes, nombreuses en avril, participent probablement grandement à ces directions de vol.

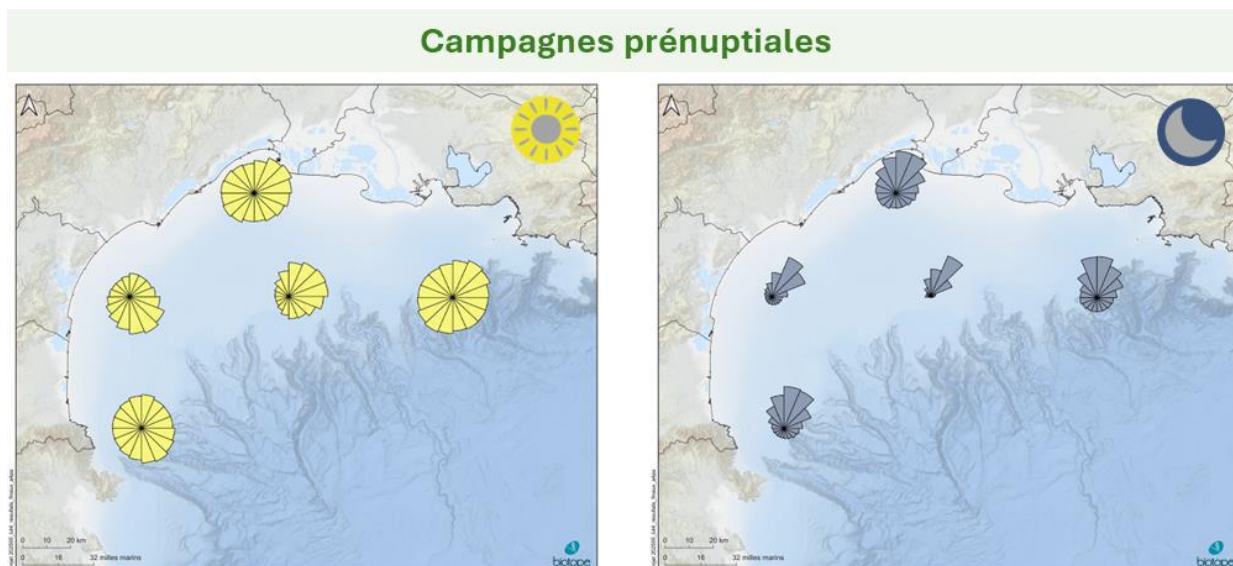


Figure 19 : Distributions des directions des trajectoires d'oiseaux obtenues par radar horizontal lors des campagnes prénuptiales, distinctement de jour (à gauche) et de nuit (à droite) (Assali et al., 2025).

Une large proportion des mouvements diurnes a été enregistrée à basse altitude (<50m) lors de la saison prénuptiale, alors même que cette classe d'altitude est sous-échantillonnée. A contrario, les altitudes des vols nocturnes sont plus étagées sur l'ensemble de la colonne d'air scannée, avec un mode entre 500 et 700m dessinant l'enveloppe maximale des flux enregistrés de jour. De nuit, la contribution des vols à basse altitude est bien plus faible, avec des modes plus fréquents autour de 400 et 700-800m (Figure 20). 61 et 72% des flux diurnes ont été enregistrés en-dessous de 300 et 400m respectivement, contre 34 et 47% des flux nocturnes.

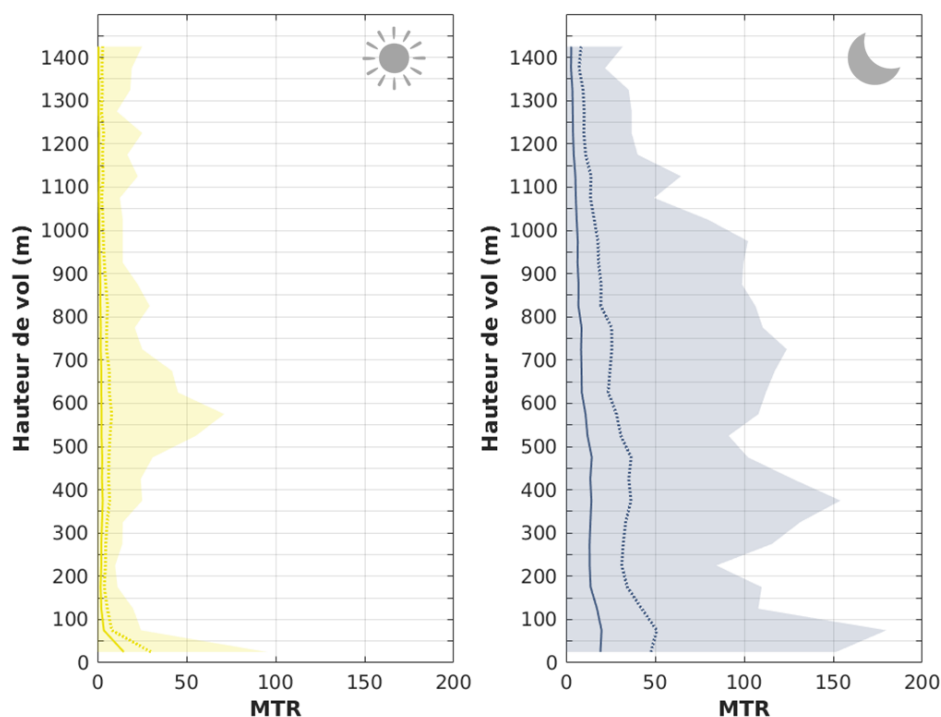


Figure 20 : Flux moyen (ou MTR pour « Migration Traffic Rate », en nombre d'oiseaux par heure et par km) par classe d'altitude, obtenu par radar vertical lors **des campagnes prénuptiales**. La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens +/- l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales (Assali et al., 2025).

Si la distribution des flux horaires calculés sur l'ensemble des campagnes postnuptiales révèle des niveaux d'activité en moyenne plus élevés la nuit que le jour, avec des flux régulièrement importants en début de nuit (18-19h UTC), les valeurs de flux nocturnes dépassent en moyenne, ainsi qu'en amplitude (valeurs maximales), celles obtenues lors de la saison prénuptiale.

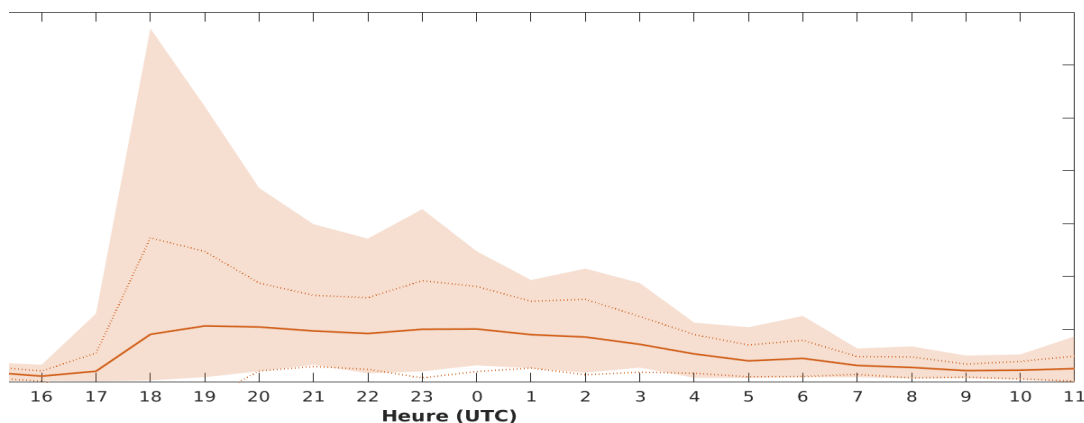


Figure 21 : Flux (MTR, en nombre d'oiseaux par heure et par kilomètre) enregistrés par radar vertical embarqué au cours des campagnes réalisées en **période postnuptiale** (années 2022, 2023, 2024). La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens $\pm$ l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales.) (Assali et al., 2025).

Si les distributions des directions de vol diurnes lors de la saison postnuptiale apparaissent relativement homogènes à l'ouest et au nord du golfe du Lion, elles présentent un mode vers le sud et le sud-sud-ouest au centre et à l'est (Figure 22). Au contraire, les déplacements nocturnes des deux secteurs centraux (ouest et centre) sont les plus directionnels (vols vers l'ouest et sud-ouest respectivement), alors qu'ils adoptent des directions très variables sur les trois autres secteurs (au droit des Albères, au droit de Sète et au droit de Marseille). Cette faible directionnalité des vols à l'automne est principalement liée au fait que les mouvements captés par le radar horizontal concernent surtout des oiseaux marins, qui ont une activité locale (repos, transit, alimentation) cumulée bien plus importante que leurs périodes de migration active. Ces périodes de migration sont souvent concentrées sur une durée faible (premières heures de la journée) et sur peu de journées (comme lors de la campagne du 27-29/10/2022 près des côtes). Les mouvements migratoires sont ainsi souvent dilués dans l'ensemble des mouvements détectés en mer par radar.

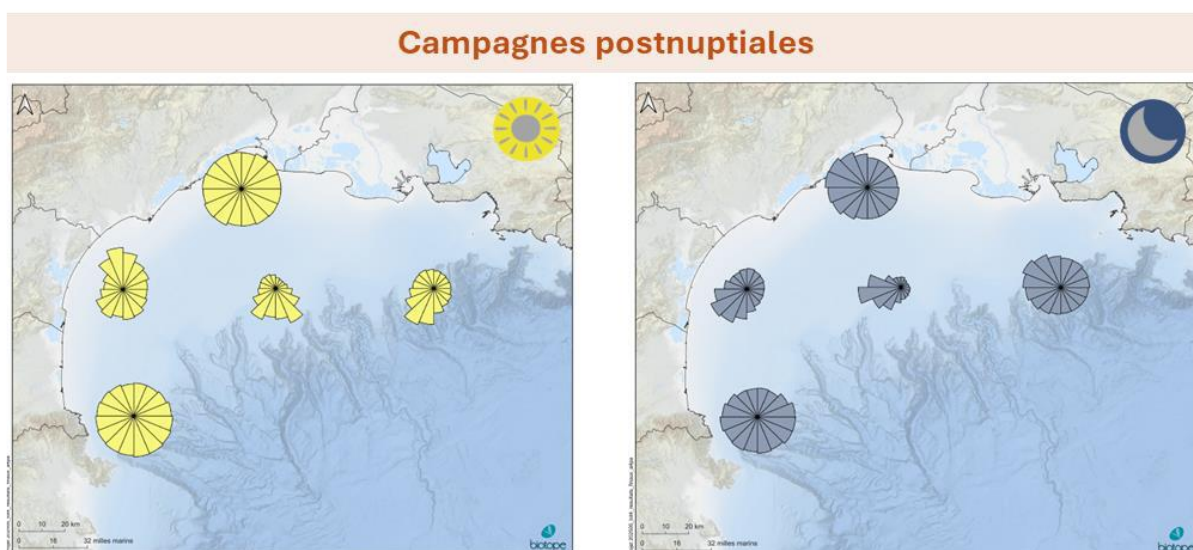


Figure 22 : Distributions des directions des trajectoires d'oiseaux obtenues par radar horizontal lors des campagnes postnuptiales, distinctement de jour (à gauche) et de nuit (à droite) (Assali et al., 2025).

Les résultats obtenus lors de la saison postnuptiale illustrent une distribution des hauteurs de vol assez similaire entre le jour et la nuit, avec une proportion de vol à basse altitude importante (prépondérante de jour) et un mode secondaire marqué entre 250 et 500m (prépondérant la nuit; Figure 23). Tout comme lors de la saison prénuptiale, l'enveloppe maximale des flux illustre plus particulièrement la variabilité entre les nuits enregistrées. 43 et 60% des flux diurnes ont été enregistrés en-dessous de 300 et 400m respectivement, contre 27 et 46% des flux nocturnes.

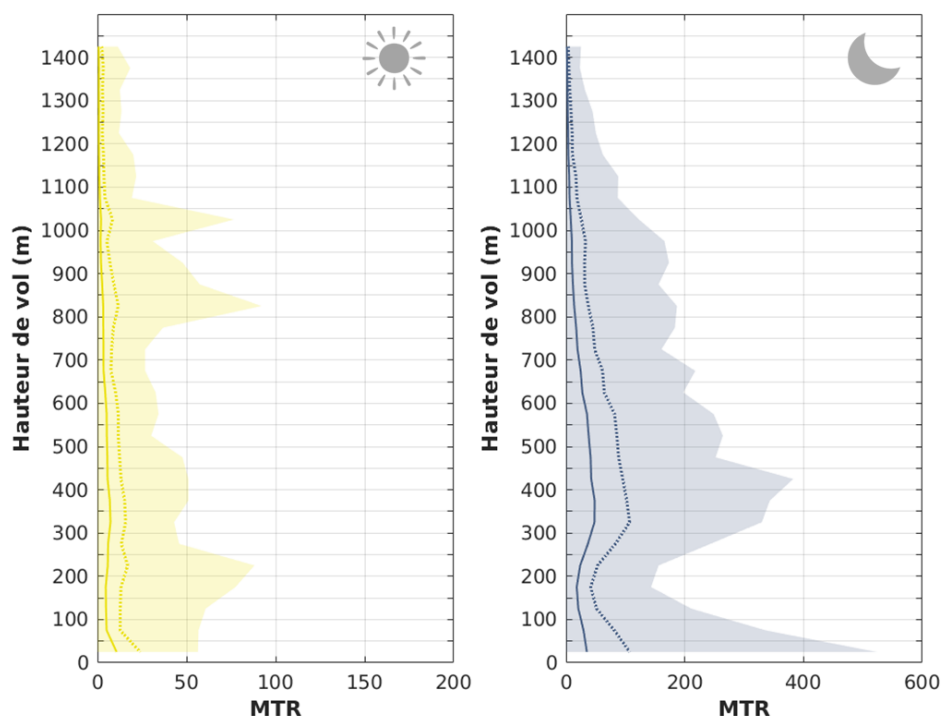


Figure 23 : Flux moyen (ou MTR pour « Migration Traffic Rate », en nombre d'oiseaux par heure et par km) par classe d'altitude, obtenu par radar vertical lors **des campagnes postnuptiales**. La ligne pleine correspond aux MTR moyens, les lignes en pointillés correspondent aux MTR moyens $\pm$ l'écart-type, et l'enveloppe pleine correspond aux valeurs minimales et maximales (Assali et al., 2025).

3.4 CONCLUSIONS

Les campagnes du lot 4 ont permis de collecter des données inédites sur la mégafaune marine et les chiroptères dans le golfe du Lion. Les observations mettent en évidence des mouvements marqués pour certaines espèces marines, comme les afflux de **Mouette pygmée** en fin d'hiver/début de printemps et les rassemblements postnuptiaux de **Sternes** et **Guifettes noires** au large de la Camargue, ainsi que des flux migratoires diurnes pour des espèces terrestres, incluant **hirondelles**, **rapaces** et divers **passereaux**. Les hauteurs de vol varient selon les espèces et les phases biologiques des individus.

Certaines zones se révèlent particulièrement importantes pour la conservation des oiseaux migrateurs : la frange côtière (<10 MN), les embouchures de fleuves (Hérault, Aude...), le delta de la Camargue et les têtes de canyons pour les rassemblements postnuptiaux de **Sterne pierregarin** et **Guifette noire**, ainsi que le Parc naturel marin du golfe du Lion pour les alcidés (**Macareux moine**, **Pingouin torda**), le **Puffin des Baléares** et la **Mouette pygmée**.



Les suivis radar ont révélé une forte variabilité spatio-temporelle des flux d'oiseaux, en fonction de l'heure de la nuit, des conditions météorologiques et de l'altitude. Les radars horizontaux et verticaux se complètent : l'activité prénuptiale en période diurne pour les oiseaux de moyenne et grande taille est près de trois fois supérieure à l'activité postnuptiale. L'activité nocturne atteint des niveaux comparables à ceux de la journée, indiquant une part significative de déplacements nocturnes, correspondant à la fois à des mouvements locaux et à des migrations orientées principalement nord-est au printemps et ouest-sud-ouest à l'automne.

Les déplacements diurnes se concentrent majoritairement à basse altitude, bien que certains vols soient enregistrés jusqu'à 500–700 m au printemps et 800–1000 m en automne. Les déplacements migratoires nocturnes se situent principalement entre 300 et 600 m, mais les hauteurs de vol varient fortement au cours de la nuit et d'une nuit à l'autre, probablement sous l'influence de facteurs météorologiques.

4 LOT 5 : RADARS ORNITHOLOGIQUES A LA COTE

Ce chapitre est une synthèse du rapport intitulé *MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Rapport final d'analyses du Lot 5 « Radars ornithologiques à la côte »* de Delcourt et al. (2025).

4.1 OBJECTIFS

L'objectif principal de ce lot était de caractériser et de quantifier les flux d'oiseaux migrateurs qui traversent le golfe du Lion chaque année. Ce lot repose essentiellement sur des données radar qui fournissent de longues séries temporelles avec un dénombrement précis d'oiseaux, complétées par des suivis parallèles permettant de décrire les cortèges d'oiseaux détectés (suivis acoustiques, suivis visuels et capture d'oiseaux).

4.2 METHODES

L'acquisition des données radar a été effectuée à partir de deux radars BirdScan MR1, spécialisés dans l'étude de la migration des oiseaux. Ce radar détecte toutes les espèces d'oiseaux volant au-dessus du radar, entre 50 et 1 500 mètres d'altitude (800 mètres pour les plus petites espèces), de jour comme de nuit.

Pour chaque cible, sont enregistrées les hauteurs de vol, directions de vol, vitesse, caractéristique des échos, mais aussi la fréquence de battement d'ailes qui permet de classer les oiseaux en grandes catégories (petits et grands passereaux, oiseaux d'eau, grands oiseaux, groupes d'oiseaux, etc.).

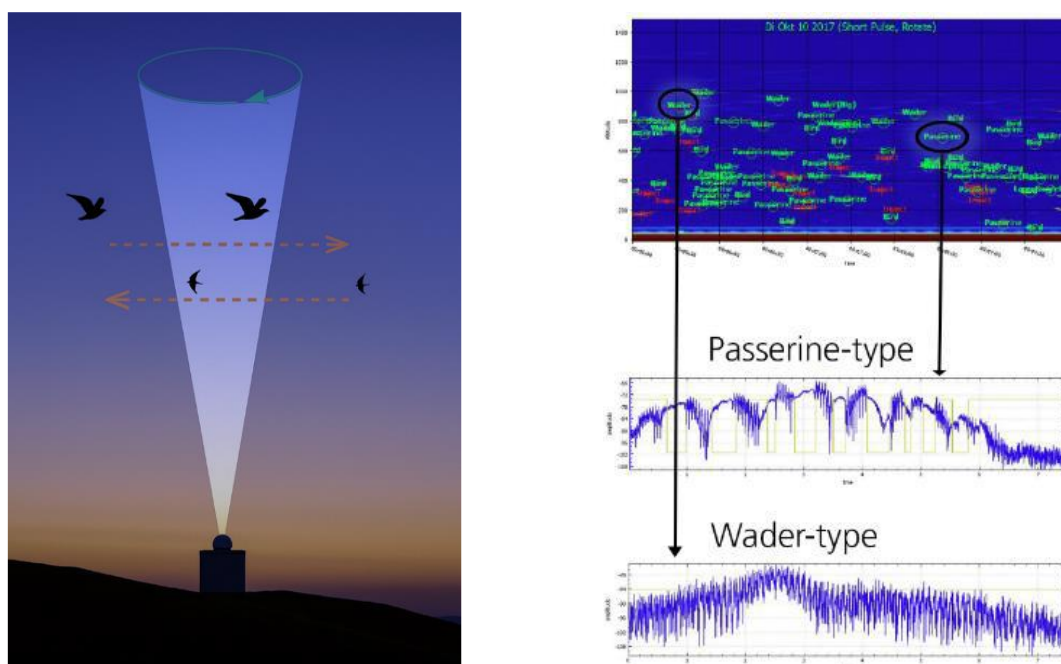


Figure 24 : Schéma de fonctionnement (détection et classification) du radar BirdScan MR1 (Delcourt et al., 2025).

Afin d'étudier les flux migratoires au sein du golfe du Lion, le suivi a été réalisé à l'aide de deux unités radar réparties le long de la côte. En 2022 et 2023, le choix a été fait de privilégier la couverture spatiale, en suivant sept sites le long du golfe du Lion à raison de sessions de sept jours d'acquisition en continu par site, répétées deux fois par saison (deux sessions en migration prénuptiale, et deux sessions en migration postnuptiale). Ce suivi a été mené avec un radar installé dans une remorque autonome en énergie et facilement déplaçable.



Figure 25 : Dispositifs déployés pour les suivis par radars ornithologiques à la côte. A gauche, l'unité radar mobile et à droite le radar fixe installé au domaine de la Palissade (Camargue) (Delcourt et al., 2025).

En parallèle de ce suivi par unité mobile, des données ont été acquises depuis un radar fixe installé en Camargue au domaine de la Palissade, pour obtenir des données de référence sur un site et sur une longue durée. Ce radar a fonctionné en continu (7j/7, 24h/24) sur ce site en 2022, 2023 et 2024. En 2024, la remorque a été installée de manière à fonctionner en continu au sein de la Réserve Naturelle Nationale du Bagnas à proximité d'Agde, pour avoir deux enregistrements longue durée à l'est et à l'ouest du golfe du Lion.

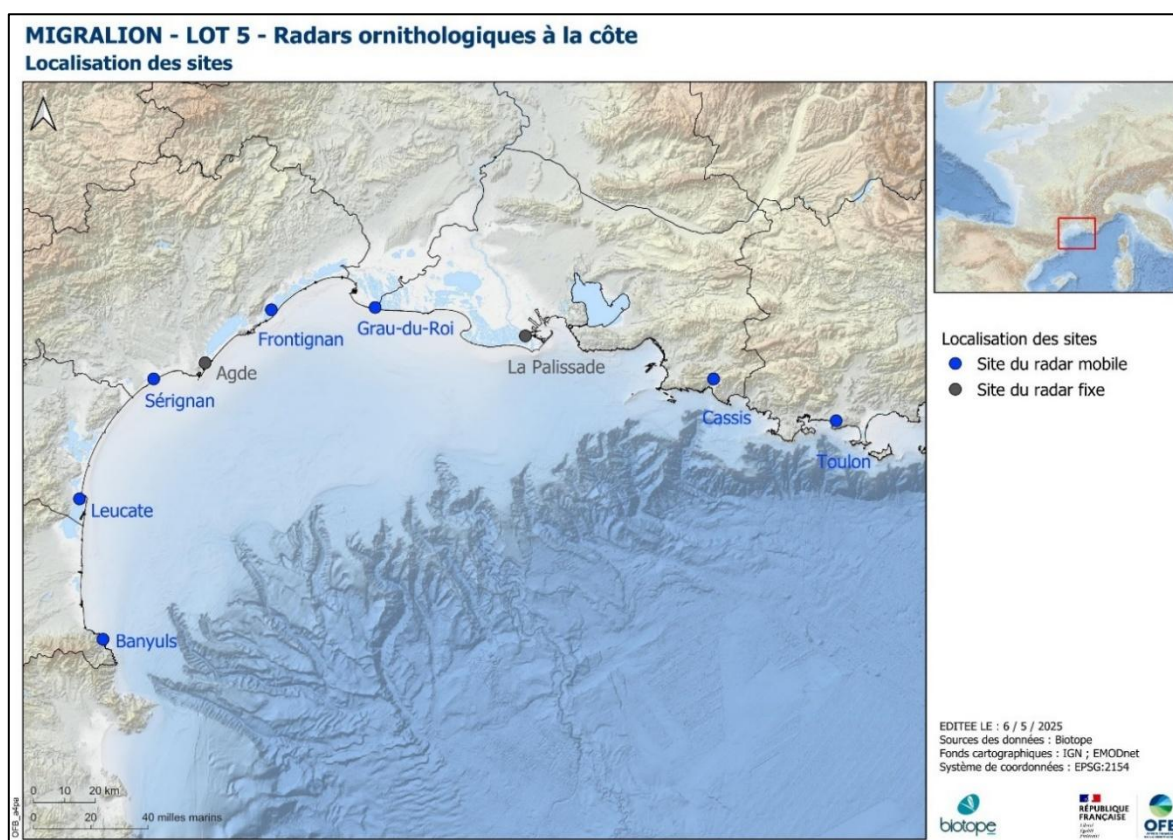


Figure 26 : Sites de suivi par radar à la côte : en bleu, les stations suivies par radar mobile (2022-2023), en gris, les stations suivies par radar fixe (La Palissade 2022-2024, Agde 2024) (Delcourt et al., 2025).

Compte-tenu de la localisation des radars le long de la côte, les oiseaux détectés sont principalement des oiseaux terrestres (par opposition aux oiseaux marins migrant strictement uniquement au-dessus de la mer).

En parallèle des acquisitions de données par radar, des suivis acoustiques des oiseaux migrateurs (cris nocturnes) et des chauves-souris ont été menés au niveau du radar fixe à La Palissade, ainsi qu'une campagne de baguage au printemps 2023 sur ce même site. En 2023 et 2024, des suivis visuels de la migration et des haltes migratoires ont été réalisés sur différents points de la côte entre la frontière espagnole et Toulon, afin d'étudier les cortèges d'oiseaux migrant en mer ou le long de la côte.

4.3 PRINCIPAUX RESULTATS

Les suivis par radar ont permis de récolter plus de 40 000 heures de données. La majorité des oiseaux détectés en migration sont des passereaux. En intégrant les oiseaux non-identifiés qui concernent en grande partie des passereaux, le groupe des passereaux cumule plus de 80% des flux enregistrés. La proportion plus importante d'oiseaux non-identifiés à l'automne est liée au fait que les passereaux volent en moyenne plus haut à cette période, entraînant une diminution de la performance de la classification. Les oiseaux au vol battus (Type oiseau d'eau) représentent un dixième du flux de migrateurs total. Les grands oiseaux et groupes d'oiseaux représentent moins de 1% des flux détectés, mais ces valeurs sont sous-estimées car le radar ne peut dénombrer les oiseaux volant au sein d'un groupe (un groupe compte alors pour un écho).

Les mouvements migratoires sont prépondérants entre mi-février et fin-avril, et entre août et fin novembre. Les mois de mai et juillet présentent des mouvements mixtes, avec un mélange de mouvements migratoires et d'activité locale.

En analysant plus en détail les flux journaliers par année, les dates de début et de fin de migration sont assez stables même si elles présentent une certaine variabilité interannuelle. De manière schématique, la **migration prénuptiale** débute au niveau du golfe du Lion autour du **15 février** pour s'achever vers le **20 mai**, et la **migration postnuptiale** se déroule **du 20 juillet au 30 novembre**.

De jour, les flux sont plus faibles et présentent une variabilité interannuelle plus importante qu'au cours de la nuit. L'activité diurne est importante entre avril et novembre, quand les flux nocturnes les plus élevés sont concentrés entre septembre et novembre. Au printemps, la moitié des flux migratoires se concentrent sur une vingtaine de nuits (19 à 22 nuits selon les années, sur 93 nuits). À l'automne, la variabilité interannuelle est plus importante, et la moitié des flux sont enregistrés sur 14 à 22 nuits (sur 133 nuits). Le flux maximum horaire a été enregistré sur le site d'Agde le 28/10/2024 à 18h UTC, avec plus de 26 000 oiseaux.km-1.h-1.

La comparaison des données de 2024 entre La Palissade et Agde montre que le flux total d'oiseaux migrateurs est nettement plus important à l'ouest qu'à l'est du golfe du Lion (Figure 27). De nuit, au printemps comme à l'automne, le nombre total d'oiseaux migrateurs est 2,5 fois plus important à Agde (555 000 contre 225 000 oiseaux.km-1 au printemps, 1 790 000 contre 705 000 oiseaux.km-1 à l'automne). Les données du radar mobile en 2022 et 2023 confirment cette différence est/ouest, avec les 4 sites les plus à l'ouest (Banyuls, Leucate, Sérignan, Frontignan) ayant enregistré les flux les plus importants, notamment au printemps.

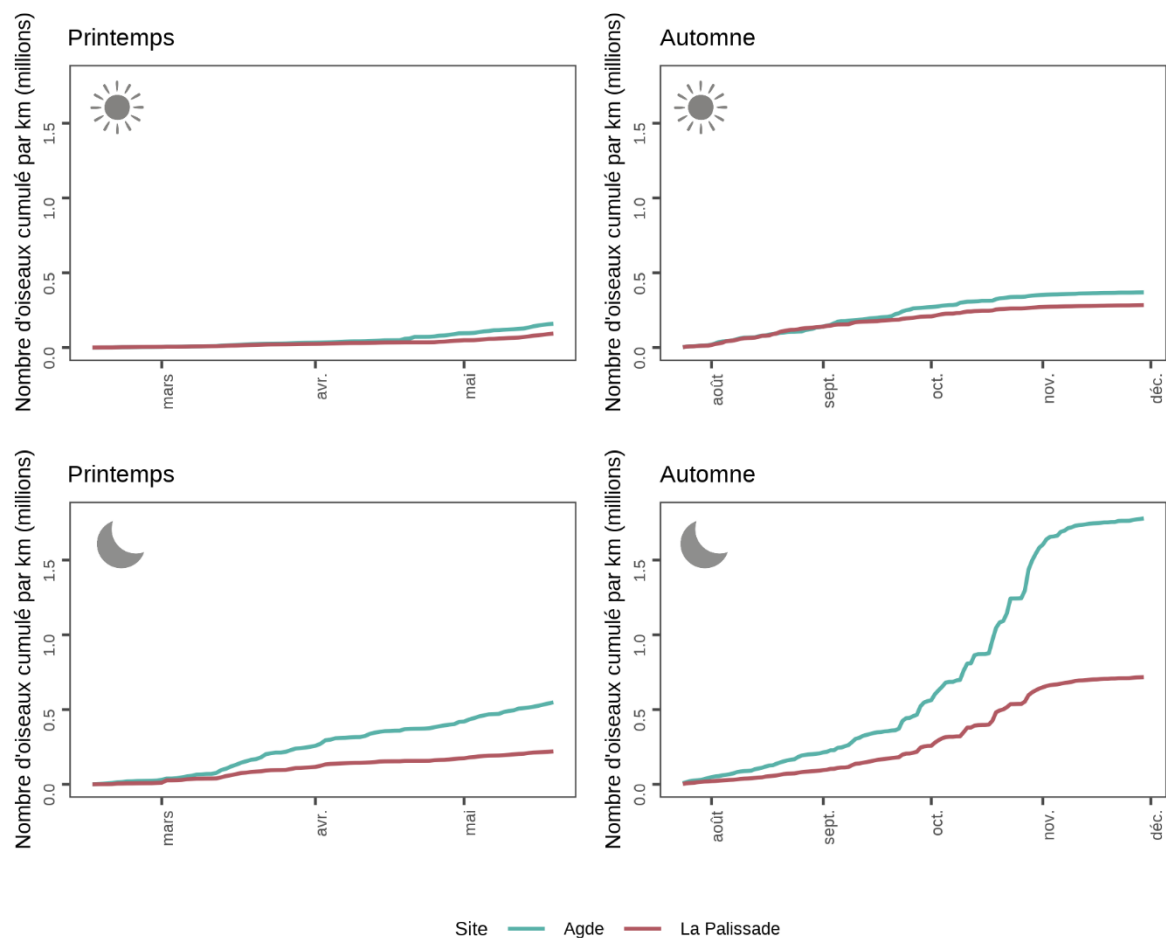


Figure 27 : Nombre d'oiseaux cumulé (par km) par saisons (printemps à gauche, automne à droite) en 2024, comparant le site de La Palissade (rose) et celui d'Agde (bleu). Les graphiques en haut représentent les mouvements de jour, ceux d'en bas les mouvements de nuit (Delcourt et al., 2025).

La figure suivante détaille les flux moyens par heure détaillés sur les 10 mois de migration, pour les sites de La Palissade et Agde. Comme vu ci-dessus, les flux les plus importants se concentrent à l'automne en début de nuit, avec un pic très net une heure après le coucher du soleil, puis diminuent progressivement jusqu'au lever du jour. Au printemps les flux sont plus étalés tout au long de la nuit, à l'exception du mois d'avril. En périodes de migration, les flux nocturnes représentent 49 % (août) à 90 % (octobre) des déplacements enregistrés. Les mois qui enregistrent les proportions de flux nocturnes les plus importantes sont les mois de février, mars, avril, et septembre, octobre et novembre. Au printemps, les flux nocturnes représentent 70% des flux totaux enregistrés, avec une répartition des mouvements tout au long de la nuit. Cet étalement des flux est lié au temps que mettent les oiseaux pour atteindre les côtes selon leurs zones de décollage (Afrique, Espagne, côtes languedociennes). A l'automne, 75% des flux sont enregistrés la nuit, avec une concentration de la migration en début de nuit. A l'inverse du printemps, les oiseaux qui décident de partir en mer s'engagent dans leur migration au cours des premières heures de la nuit, et peu en milieu ou fin de nuit.

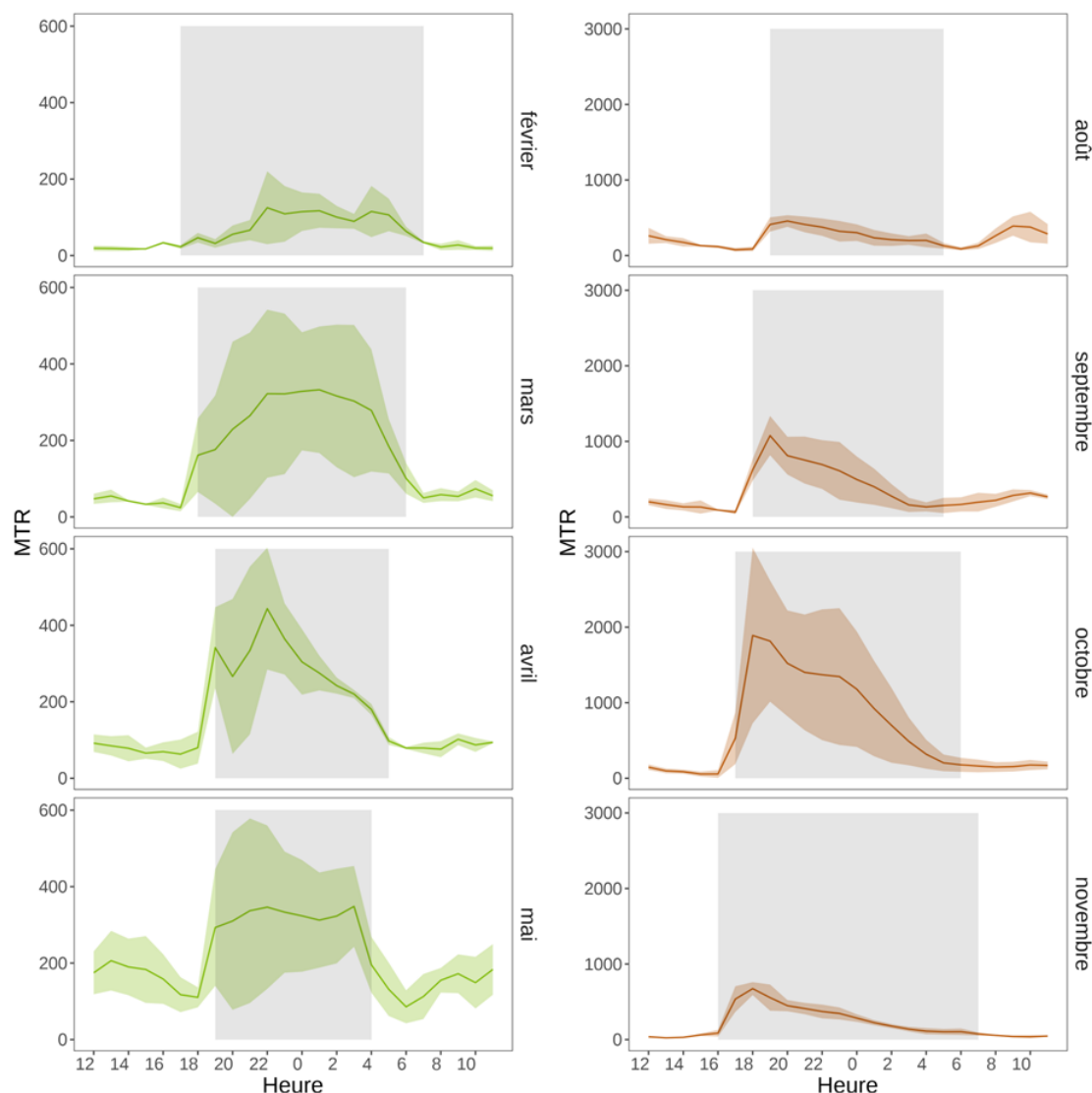
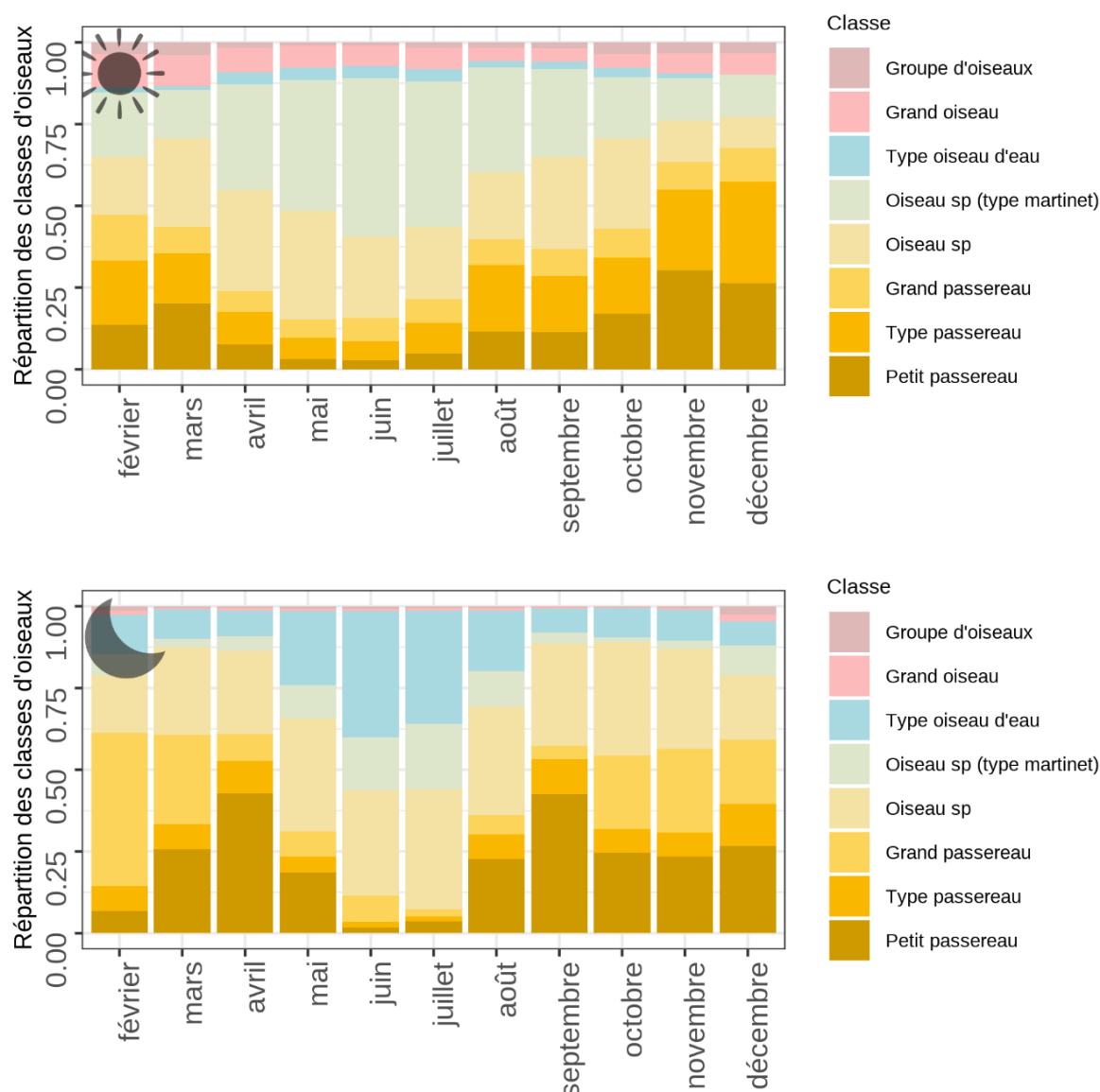


Figure 28 : Phénologie horaire mensuelle des oiseaux migrateurs, calculée à partir des MTR moyens sur les sites de La Palissade et Agde (Delcourt et al., 2025).

La phénologie horaire au cours de l'année est assez similaire entre les sites d'Agde et de La Palissade, avec toutefois certaines différences selon les mois. Au printemps, et particulièrement en mars et avril, les flux sont plus importants en début de nuit à l'ouest du golfe du Lion, alors qu'ils sont plus étalés au cours de la nuit à l'est. Cette différence peut s'expliquer par le fait qu'à l'ouest les mouvements concernent à la fois des migrateurs traversant la mer (qui sont les mouvements majoritaires à l'est), mais aussi une part importante d'oiseaux coupant le golfe du Lion, et donc partant de sites de haltes terrestres proches en début de nuit. A l'automne l'inverse est observé, avec des flux plus étalés à l'ouest, probablement lié au fait que les oiseaux décident de s'engager en mer préférentiellement en début de nuit, et qu'au fil de la nuit de plus en plus d'oiseaux coupent le golfe du Lion vers le sud-ouest, augmentant leur détection à l'ouest.

Selon l'avancement de la migration, la proportion des cortèges d'oiseaux diffère. Une proportion plus importante de grands passereaux est notée en début de migration prénuptiale (février-mars) et en fin de migration postnuptiale (octobre-novembre), laissant ensuite la place aux petits passereaux en fin de migration de printemps et début de migration d'automne. Les grands passereaux (notamment les grives et alouettes qui constituent la majorité des effectifs de ce groupe) sont principalement des migrateurs courte-distance qui hivernent dans le sud de l'Europe ou au nord de l'Afrique, et sont observés entre février et mars, et en octobre et novembre. Les petits passereaux sont majoritairement des migrateurs longue-distance (ou migrateurs transsahariens), qui traversent le Sahara chaque année pour leur migration, et qui sont surtout observés en avril et mai, et août et septembre. Les oiseaux d'eau sont notés en proportions variables selon les mois. En début de migration prénuptiale et fin de migration postnuptiale, les anatidés (e.g. canards) constituent une part importante des flux. À l'inverse, en fin de migration de printemps et en début de migration d'automne, ce sont surtout les limicoles (bécasseaux, gravelots, chevaliers, barges, etc.) qui concentrent les flux d'oiseaux d'eau. Entre ces périodes, et de manière schématique, les familles des Ardéidés (hérons, aigrettes, etc.) et rallidés sont représentées.



Les profils altitudinaux sont différents entre les deux saisons de migration, et entre le site d'Agde et de la Palissade. Les hauteurs de vol sont en moyenne plus élevées à l'automne par rapport au printemps, ce qui est une spécificité locale car la bibliographie montre généralement l'inverse. Cette différence pourrait être liée au fait qu'au printemps une partie des oiseaux qui traversent la Méditerranée décident de se poser près du littoral après leur voyage pour faire une halte, impliquant une diminution des hauteurs de vol mesurée à la côte.

En migration postnuptiale, les flux les plus importants sont notés en dessous de 150 mètres à La Palissade, et en dessous de 300 mètres à Agde. Sur ce dernier site, de nombreux mouvements migratoires sont détectés entre 300 et 900 mètres d'altitude, alors que la proportion de vol à haute altitude est plus faible à la Palissade. Les analyses des altitudes de vol montrent ainsi que, au sein de la classe 50-1 000m, 45% des mouvements migratoires ont lieu entre 50 et 300 mètres d'altitude au printemps, et 37% à l'automne.

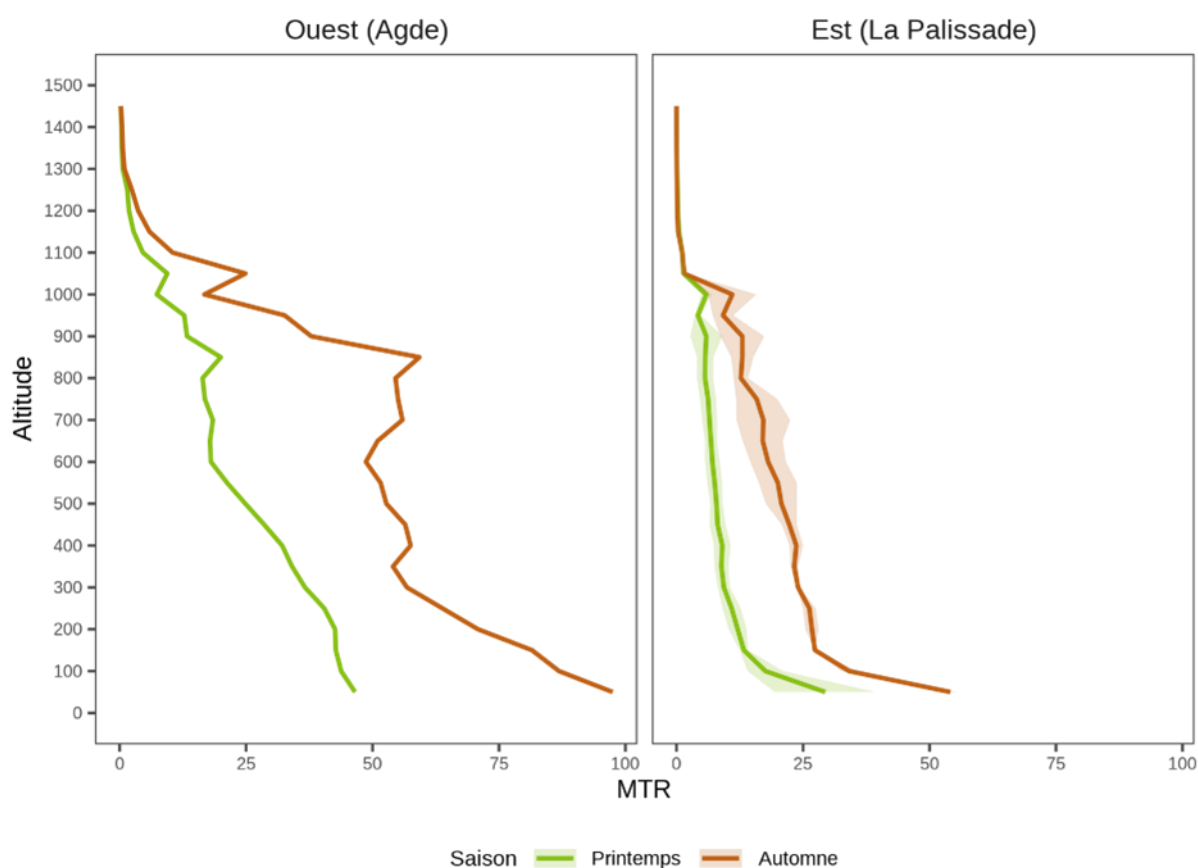


Figure 30 : Distribution des hauteurs de vol calculée à l'aide du MTR moyen par altitude et par saison, à La Palissade et Agde (Delcourt et al., 2025).

Au niveau des directions de vol, celles-ci s'étalent au printemps entre le nord (oiseaux arrivant directement de la mer) et l'est (oiseaux longeant la côte) au niveau de la Camargue, avec une proportion importante d'oiseaux venant du sud-ouest, probablement en provenance des côtes catalanes ou sud languedociennes et qui ont ainsi coupé le golfe du Lion. A l'ouest (Agde), les directions sont plus marquées nord ou nord-est, avec des oiseaux arrivant ainsi de la mer ou longeant la côte, mais peu décident de couper le nord du golfe du Lion en direction de l'est.

A l'automne, les déplacements sont encore plus focalisés et parallèles à la côte à l'ouest (Agde), alors qu'à l'est (Camargue) les directions sont plus étalées et essentiellement en direction de la mer, du sud-ouest vers les côtes espagnoles, le sud vers l'Afrique, et le sud-est vers la Sardaigne.

L'analyse des directions de vol issues des données du radar mobiles de 2022 et 2023 confirme cette différence, avec des mouvements préférentiellement parallèles à la côte pour les sites situés à l'ouest du golfe du Lion (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault), et des directions plus orientées en mer pour les sites à l'est (Gard, Bouches du Rhône, Var).

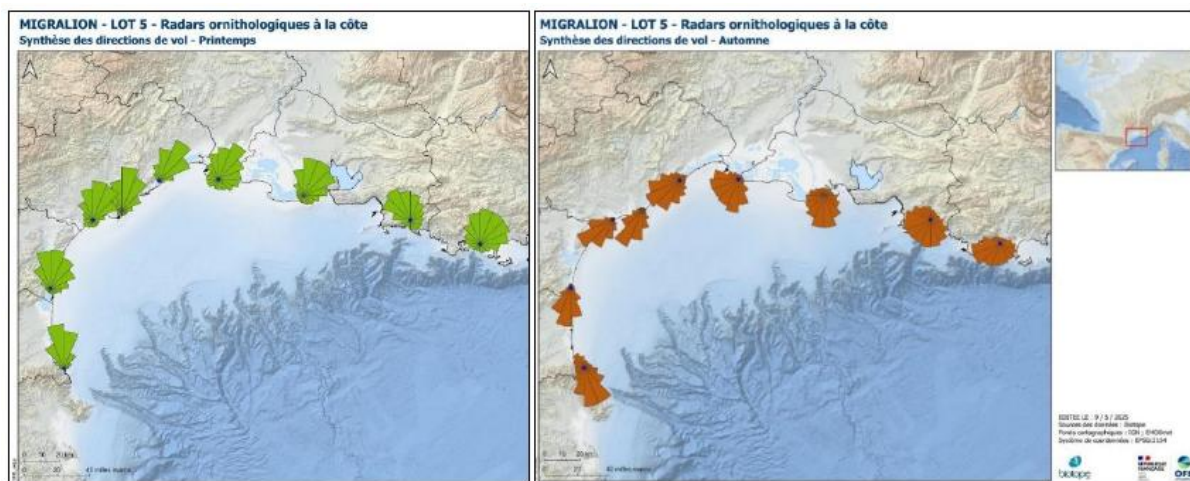


Figure 31 : Synthèse des directions de vol (printemps à gauche, automne à droite) (Delcourt et al., 2025).

La répartition des directions de vol change aussi au cours de la nuit, avec des flux principalement orientés vers le nord-est au printemps en début de nuit à la Palissade, issus d'oiseaux ayant coupé le golfe du Lion depuis les côtes languedociennes ou espagnoles. Cette direction change progressivement pour s'orienter vers le nord en milieu et fin de nuit, avec des oiseaux qui arrivent directement de la Méditerranée et probablement d'Afrique. Cette tendance est aussi visible mais beaucoup moins marquée au niveau d'Agde. A l'automne, la situation inverse est observée à La Palissade : en début de nuit les oiseaux partent directement au sud en mer, puis s'orientent progressivement vers le sud-ouest ou l'ouest avec l'avancement de la nuit.

Enfin, la dernière partie des analyses s'est concentrée sur la modélisation du nombre d'oiseaux traversant le golfe du Lion chaque année, pour la migration de printemps et la migration d'automne. Les résultats indiquent que le flux total d'oiseaux migrateurs traversant chaque année le golfe du Lion, à moins de 1 000 mètres d'altitude, est estimé entre 45 et 90 millions d'oiseaux au printemps, et entre 140 et 210 millions d'oiseaux à l'automne.

4.4 CONCLUSIONS

Ce lot a permis d'apporter des connaissances nouvelles sur le comportement des oiseaux migrant en mer au niveau du golfe du Lion, notamment :

- Les mouvements migratoires, notamment nocturnes, s'étalent globalement sur 8 mois : entre mi-février et fin mai, et entre mi-juillet et fin novembre
- La migration nocturne est nettement plus importante que la migration diurne, avec plus de 70% des flux enregistrés au cours de la nuit
- Les flux présentent une variabilité inter-journalière importante, avec des pics de migration intenses alternant avec des périodes calmes (50 % des déplacements sont enregistrés au cours de 14 à 22 nuits)
- Les pics de migration peuvent compter plus de 25 000 oiseaux par heure et par kilomètre, et 140 000 oiseaux par nuit et par kilomètre
- Les flux d'oiseaux migrateurs sont plus importants à l'ouest du golfe du Lion



- Les flux sont plus orientés vers ou en provenance de la mer à l'est du golfe, et parallèles à la côte sur la partie ouest
- La proportion d'oiseaux volant à basse altitude (moins de 300 mètres) est importante
- Les passereaux représentent la majorité des flux, suivis des oiseaux d'eau
- La diversité d'espèces migratrices est très élevée, le golfe du Lion se situant sur un couloir de migration majeur
- Au total, entre 50 et 200 millions d'oiseaux traversent le golfe du Lion chaque année à moins de 1000 m d'altitude

5 LOT 6 : DEVELOPPEMENT DE METHODES PERMETTANT L'ANALYSE DES DIFFERENTES DONNEES PRODUITES DANS LE CADRE DU PROGRAMME ET ISSUES D'AUTRES PROJETS

Ce chapitre est une synthèse du rapport intitulé *MIGRALION Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrants terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Rapport final du Lot 6 « Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets »* de Canonne et al. (2025).

5.1 OBJECTIFS

À ce jour, aucune technologie ne permet de collecter l'ensemble des informations nécessaires pour décrire de façon précise l'utilisation du golfe du Lion par l'avifaune en quatre dimensions (longitude, latitude, altitude et temps) à l'échelle d'une zone aussi grande. Les objectifs des lots 3 à 5 de MIGRALION ont consisté à déployer différentes technologies permettant de collecter des informations complémentaires les unes des autres, pour décrire la migration en Méditerranée et l'utilisation du golfe par les oiseaux marins. Néanmoins, prises indépendamment, ces données ne fournissent qu'une information partielle sur l'utilisation du golfe, chaque méthode présentant des limites. L'objectif du lot 6 était de développer des méthodologies de traitement et d'analyses statistiques combinées afin de les appliquer sur les données collectées dans les lots 3, 4 et 5 de manière à caractériser de manière robuste la migration de l'avifaune terrestre et l'utilisation de l'espace par l'avifaune marine dans le golfe du Lion. Plus spécifiquement, le but était de répondre aux questions suivantes :

1. Comment les oiseaux marins utilisent-ils l'espace marin du golfe du Lion ?
2. Quelles sont les zones présentant les flux d'oiseaux migrants les plus intenses au sein du golfe du Lion ?
3. À quelle hauteur volent les migrants terrestres lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?

5.2 METHODES & PRINCIPAUX RESULTATS

5.2.1 Utilisation du golfe du Lion par les oiseaux marins

L'objectif du programme MIGRALION était de renseigner sur l'utilisation du golfe du Lion par les oiseaux marins, notamment lors de deux périodes clés, celle de la reproduction et de l'hivernage à partir de ces différentes sources de données. Un premier objectif consistait donc à développer un modèle statistique permettant de prendre en compte, dans une même analyse, des données provenant de sources hétérogènes (comptages en mer, localisations obtenues par télémétrie GPS).

Ce modèle statistique se décompose en deux compartiments dont le lien se fait via les paramètres des courbes de réponses aux variables de l'environnement et permet de corriger la détection imparfaite des individus lors des comptages. Un premier sous-modèle estime combien d'oiseaux sont présents dans chaque cellule de la grille à partir des données de comptage, tandis que le second sous-modèle analyse comment ces animaux utilisent leur environnement en se basant sur leurs déplacements enregistrés par GPS.

Enfin, l'utilisation relative de l'espace géographique d'étude prédite par le modèle est cartographiée et sa représentation est accompagnée d'une mesure d'incertitude (coefficient de variation) pour chaque cellule de la grille. L'utilisation relative prédite pour chaque espèce a été pondérée par un coefficient de vulnérabilité vis à vis de l'éolien pour aboutir à une carte synthétique de la vulnérabilité relative sur la zone d'étude. A noter que la mesure d'incertitude (CV) transcrit le degré de confiance spatial dans les cartes prédites, c'est à dire leur stabilité vis à vis des variations d'échantillonnage ou des choix du modèle. Dans le cas de carte pondérées de vulnérabilité relative, il mesure la variabilité relative de l'indice de vulnérabilité, en tenant compte des incertitudes de toutes les couches qui ont servi à le construire. Elle ne prend donc pas en compte, par exemple, l'incertitude associée aux espèces non considérées dans l'analyse.

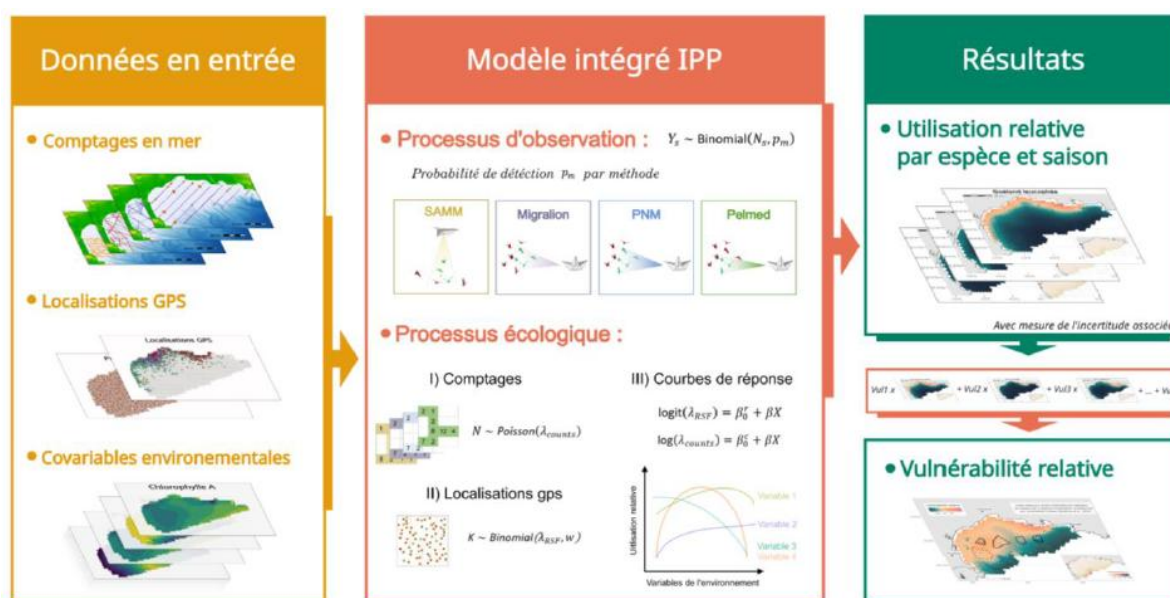


Figure 32 : Modélisation intégrée de l'utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux marins (Canonne et al., 2025).

La combinaison de données de comptages visuels en mer provenant de quatre programmes (MIGRALION lot 4, PELMED, Parc Naturel Marin du golfe du Lion, SAMM) a permis d'élaborer des cartes d'utilisation relative du golfe du Lion pour 17 espèces d'oiseaux : Goéland leucophaée, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse, Mouette tridactyle, Mouette pygmée, Sterne caugek, Sterne pierregarin, Puffin des Baléares, Puffin yelkouan, Puffin de Scopoli, Océanite tempête, Pingouin torda, Macareux moine, Fou de Bassan, le groupe des labbes (Labbe parasite, Labbe pomarin, Grand labbe). Neuf d'entre elles n'ont été étudiées que pendant la période hivernale car elles ne sont pas présentes en quantité suffisante en période de reproduction, trois sont uniquement présentes et étudiées pendant la période de reproduction et enfin cinq ont été étudiées aux deux périodes

Plusieurs espèces hivernantes ou nicheuses du golfe du Lion n'ont pas pu être prises en compte dans ce travail en raison d'un manque de données. C'est notamment le cas d'espèces côtières telles que les cormorans, les plongeurs et les grèbes, ainsi que de certains laridés nicheurs, comme le goéland railleur ou la sterne naine.



Ces données ont ensuite été combinées à des localisations de suivis GPS (MIGRALION lot 3 et d'autres programmes extérieurs) pour quatre espèces nicheuses, dont trois espèces hivernantes : le Puffin de Scopoli, le Puffin yelkouan, le Goéland leucophée et la Sterne caugek.

Les covariables environnementales utilisées dans les modèles sont la bathymétrie, la distance à la côte, la température de la surface de la mer et la concentration en chlorophylle a.

Les résultats montrent, en dehors de la saison de reproduction, que le Goéland leucophée et le Fou de Bassan présentent des répartitions majoritairement côtières (Figure 33).

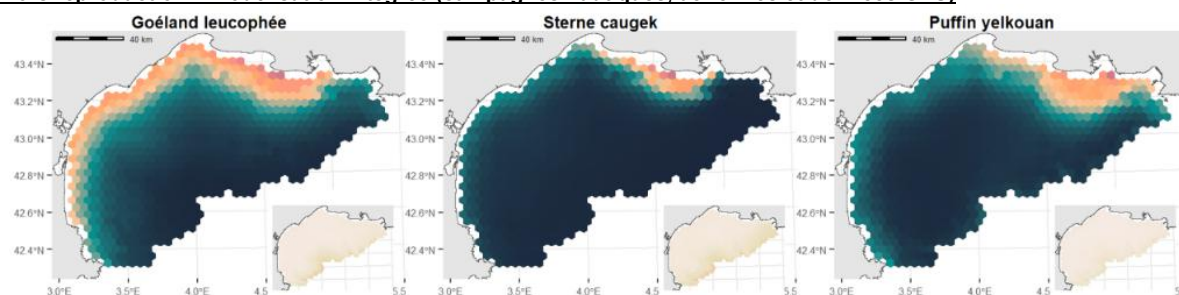
À l'inverse, la Mouette pygmée, la Mouette tridactyle, ainsi que les deux espèces d'Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda) se concentrent plutôt au large, particulièrement dans la moitié Ouest du golfe pour ces trois dernières. La distribution du Pingouin torda semble plus côtière que celle du Macareux moine, qui semble utiliser des eaux plus profondes.

La Mouette rieuse, la Sterne caugek et les deux espèces de puffins (Baléares et yelkouan) montrent une préférence pour les zones côtières dans l'Est du golfe du Lion, notamment en bord de Camargue et le golfe de Fos.

Les labbes (3 espèces groupées) affichent une répartition plus hétérogène, combinant une forte présence côtière et une occupation des zones profondes au large.

Enfin, la Mouette mélanocéphale est répartie de manière diffuse sur l'ensemble du golfe. Il est important de noter que les estimations associées au Fou de Bassan, à la Mouette rieuse et au Puffin des Baléares présentent une incertitude élevée avec l'ensemble des cellules de la grille ayant un coefficient de variation supérieur à 40%.

Hors reproduction – Modélisation intégrée (campagnes nautiques, aériennes et données GPS)



Hors reproduction – Modélisation simple (campagnes nautiques, aériennes)

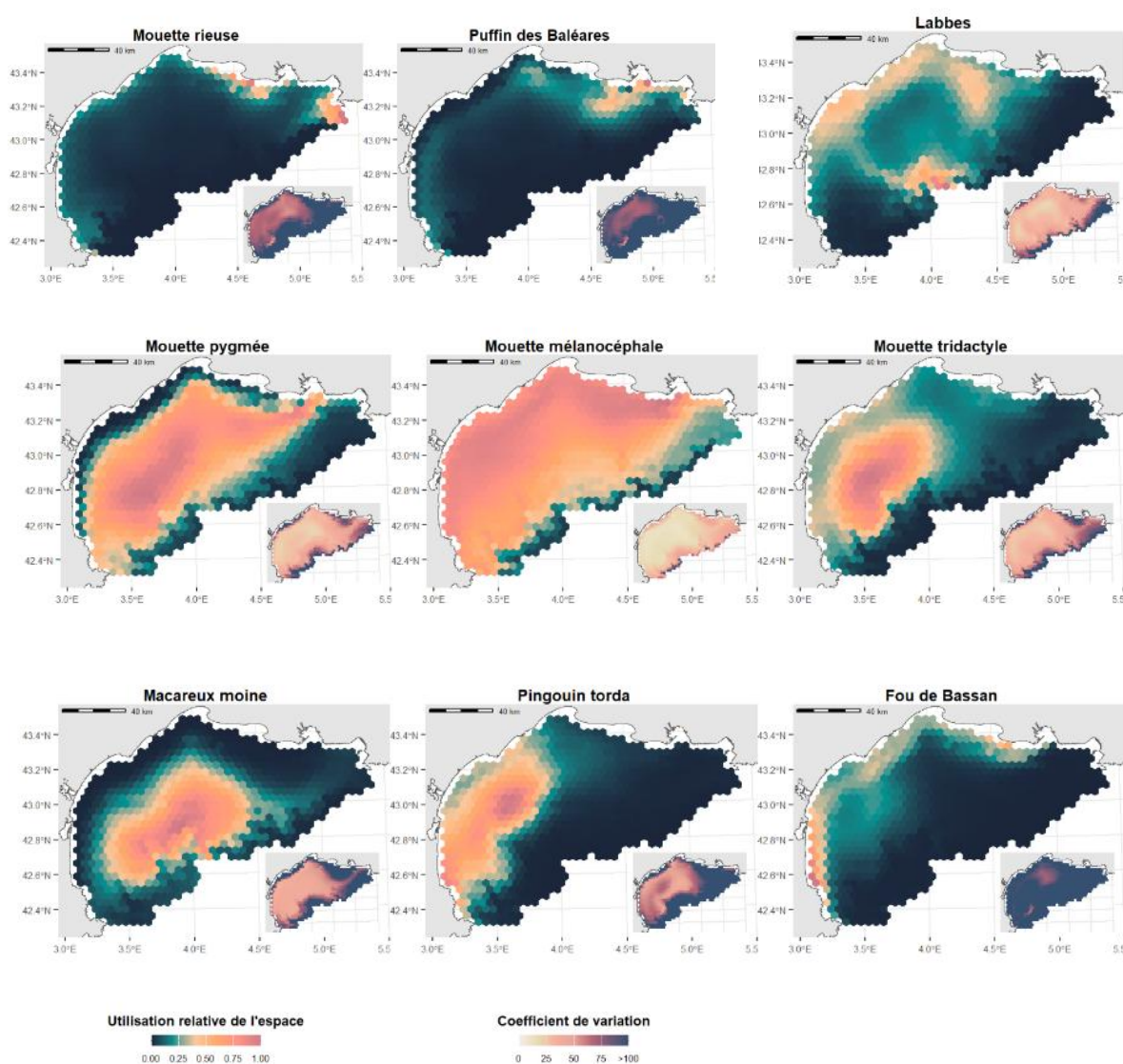


Figure 33 : Utilisation relative de l'espace par 12 espèces d'oiseaux marins en dehors de la période de reproduction, dans le golfe du Lion, estimée à partir de données issues des campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts en bas à droite de chaque carte illustrent l'incertitude associée aux estimations, exprimée par le coefficient de variation (Canonne et al., 2025).



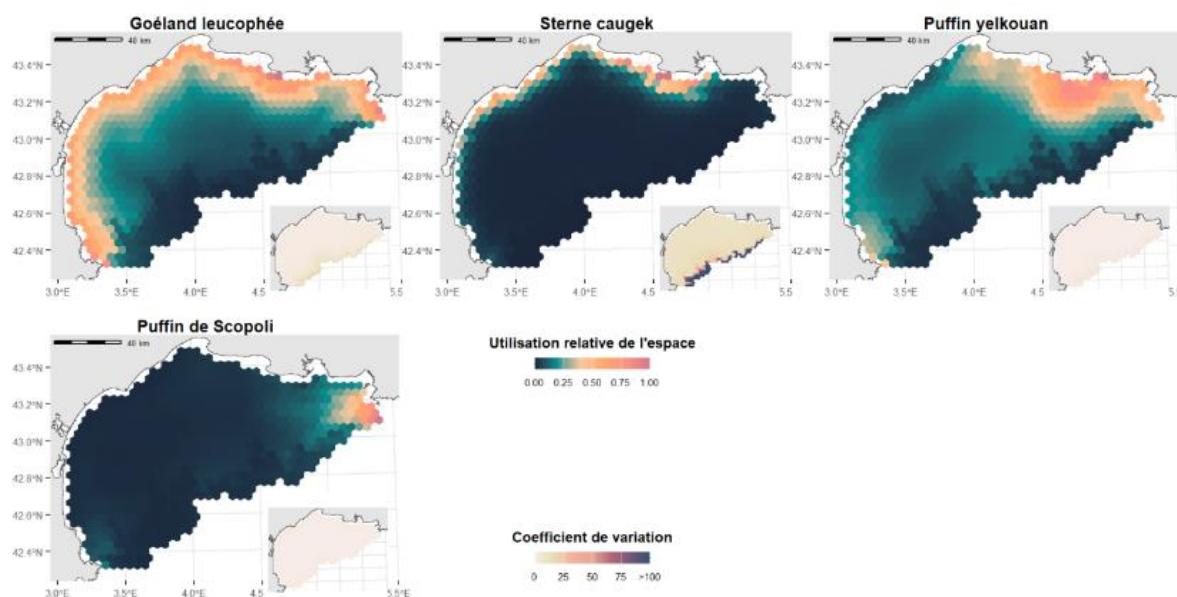
Les résultats montrent, en période de reproduction, des répartitions côtières pour le Goéland leucophaea, la Mouette mélanocéphale, les deux espèces de sternes (caugek et pierregarin) et le Puffin des Baléares (Figure 34). La Sterne pierregarin montre une utilisation marquée du golfe de Beauduc et ses environs et des embouchures du Rhône.

Le Puffin yelkouan et le Puffin de Scopoli sont majoritairement présents dans la partie Est du golfe, en cohérence avec la localisation de leurs colonies de reproduction. Toutefois, le Puffin de Scopoli semble rester plus proche de ses colonies et utiliser moins largement le golfe du Lion, tandis que le Puffin yelkouan exploite de manière marquée la frange côtière allant du golfe d'Aigues-Mortes jusqu'à ses colonies.

Enfin, les Océanites tempêtes montrent une présence relativement uniforme sur l'ensemble de la zone étudiée.

Il convient de noter que certaines zones de forte présence estimées en milieu pélagique, notamment pour les Océanites, la Mouette mélanocéphale et les deux espèces de petits puffins, correspondent à des secteurs caractérisés par une forte incertitude, liée au manque de données disponibles dans des conditions environnementales peu échantillonnées (grandes profondeurs, loin des côtes). Ces résultats, dans ces zones d'habitat, doivent donc être interprétés avec précaution.

Reproduction – Modélisation intégrée (campagnes nautiques, aériennes et données GPS)



Reproduction – Modélisation simple (campagnes nautiques, aériennes)

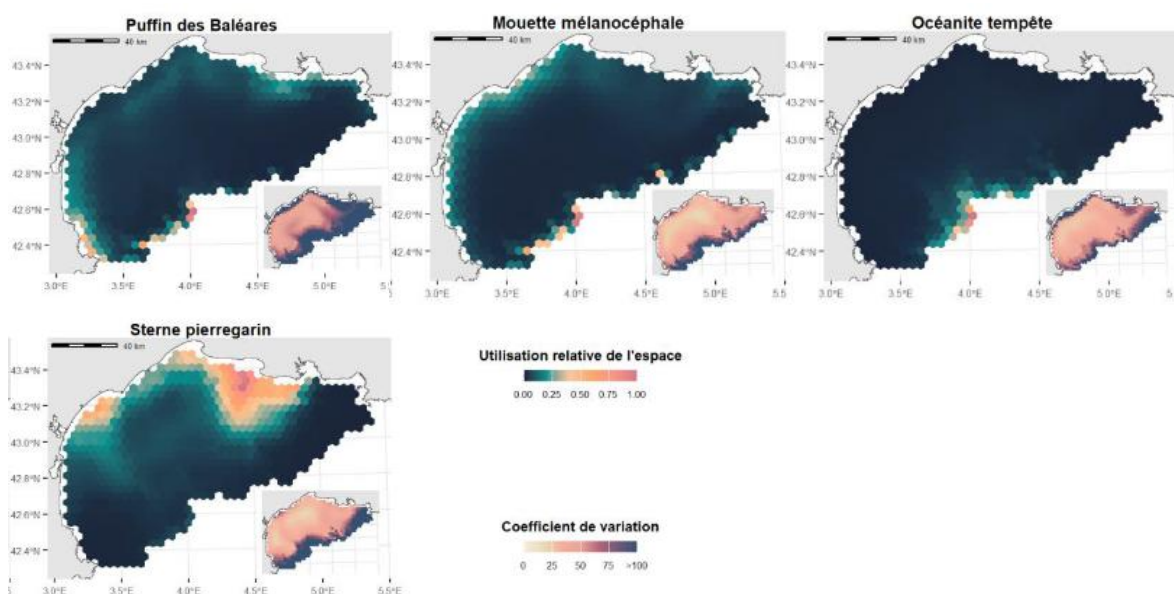


Figure 34 : Utilisation relative de l'espace par 8 espèces d'oiseaux marins pendant la période de reproduction, dans le golfe du Lion, estimée à partir de données issues des campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts en bas à droite de chaque carte illustrent l'incertitude associée aux estimations, exprimée par le coefficient de variation (Canonne et al., 2025).

5.2.2 Utilisation du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs terrestres

Dans le but d'étudier l'utilisation du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs, un modèle de spatialisation des flux migratoires a été construit (Figure 35), permettant de combiner les données issues du radar vertical embarqué lors des campagnes en mer du lot 4 de MIGRALION (pondérés par les données issues des radars ornithologiques de type BirdScan déployés dans le lot 5), les données de télémétrie GPS récoltées dans le cadre du lot 3 de MIGRALION ainsi que des données de télémétrie GPS issus de programmes de recherche extérieurs.

Un modèle statistique a été utilisé pour estimer l'intensité migratoire relative au sein du golfe du Lion. Ce modèle se décompose en deux compartiments dont le lien se fait via les paramètres de la fonction de réponse reliant l'intensité migratoire relative aux coordonnées géographiques (longitude et latitude). Un premier sous-modèle estime combien d'oiseaux sont présents dans chaque cellule des transects à partir des échos enregistrés par radar, tandis que le second sous-modèle analyse comment ces animaux utilisent l'espace en se basant sur leurs déplacements enregistrés par GPS, puis une extrapolation est faite sur l'ensemble de la zone à partir de ces liens à la longitude et latitude. Enfin, les distributions d'intensité migratoires au sein des zones considérées pour le développement éolien sont comparées avec l'ensemble de la bande de mer favorable à la construction de parcs dans le golfe du Lion (de 0 à 60 km de la côte).

A noter que dans ce modèle, contrairement à celui effectué pour les oiseaux marins, l'utilisation relative de l'espace par les migrateurs terrestres est à l'échelle du groupe d'espèce des migrateurs terrestres.

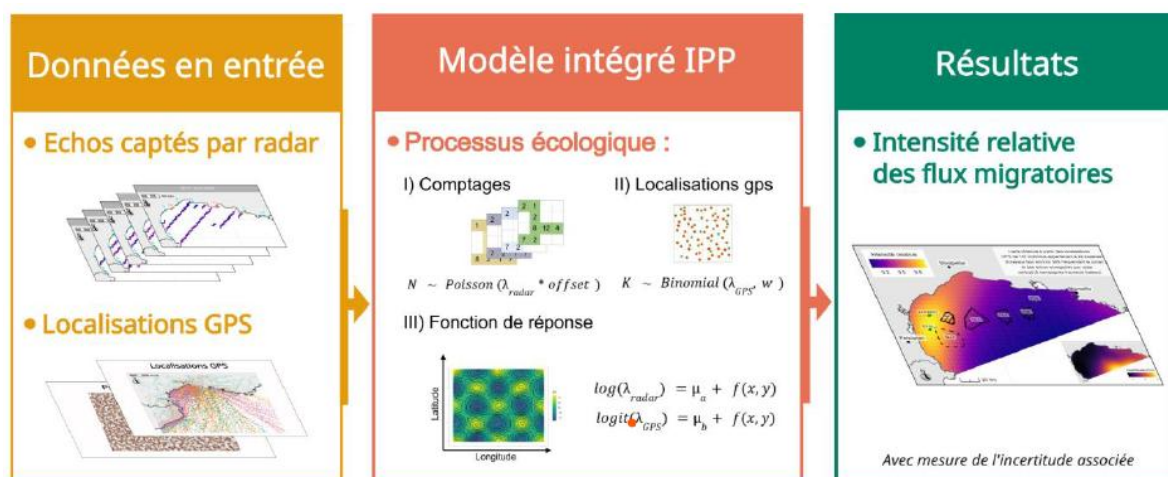


Figure 35 : Modélisation intégrée de l'intensité migratoire relative au sein du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs terrestres. Les modèles d'intensité migratoire relative développés dans le cadre de MIGRALION permettent de produire des cartes à une résolution relativement fine (mailles de 4 km* 5,5 km, soit 23 km²) à l'échelle du golfe du Lion (15 000 km²). Les cartes expriment quelles portions de l'espace sont utilisées plus ou moins fréquemment, sans fournir de valeurs absolues de densité ou de temps passé (Canonne et al., 2025).

Les résultats montrent que l'intensité migratoire est plus importante, durant la migration postnuptiale, dans une bande entre 0 et 50 km de la côte, et plus particulièrement dans le centre du golfe, en face de Montpellier et dans une moindre mesure, l'Ouest du golfe. Dans cette bande, on voit se dessiner un axe assez large partant de la Camargue et longeant la côte jusqu'à la frontière espagnole. Les zones de passages plein sud en mer en direction de l'Afrique et vers l'est pour rejoindre les îles Sardaigne et Corse ressortent également, mais avec une intensité plus faible.

Si l'on s'intéresse maintenant à la migration prénuptiale, le patron général de migration présente des similitudes avec celui estimé pour la migration postnuptiale. Le flux est encore plus côtier et les intensités migratoires sont plus importantes dans la partie Ouest du golfe du Lion.

A noter que cette approche se base sur la modélisation de l'utilisation relative au sein du zone, et ne modélise pas les déplacements des individus. Il n'y a donc pas directement de notion de direction.

Les résultats confirment deux aspects de la migration dans le golfe du Lion qui étaient partiellement observés ou attendus de par l'historique du suivi de la migration diurne dans cette région. D'une part, les sites de suivi de la migration diurne à travers un comptage visuel direct enregistrent les flux les plus importants sur la façade Ouest du golfe du Lion (trektellen.org, migration.net), traduisant un nombre plus important de migrants dans ce secteur du golfe du Lion (Bon et al., 2021; Deyna & Champagnon, 2021). Les résultats indiquant un flux plus important à l'Ouest du golfe du Lion sont donc cohérents avec ce qui est observé à terre depuis plusieurs décennies. D'autre part, l'intensité du flux migratoire qui diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte est aussi cohérent avec ce qui était partiellement observé depuis le site de suivi de la migration diurne sur le site de Leucate dans les premiers kilomètres de mer (Roques & Caucal, 2020).

La configuration en arc du golfe du Lion constitue vraisemblablement un déterminant géographique influençant l'orientation des trajectoires migratoires, notamment postnuptiales. Les individus amorçant leur déplacement depuis les secteurs occidentaux du golfe semblent susceptibles de suivre des routes côtières en direction du sud-ouest, gardant en visuel le littoral vers la péninsule Ibérique. À l'inverse, les départs depuis la frange orientale tendraient à favoriser une orientation plus maritime, en direction des systèmes insulaires de Corse et de Sardaigne. Les individus partant depuis la Camargue sont plus à même de suivre des itinéraires diagonaux en direction de la côte espagnole et des traversées directes en mer ouverte. La représentation limitée d'individus provenant de régions plus septentrionales de France ou d'Europe continentale constitue dans ce cadre un biais structurel de l'échantillon, limitant l'analyse des comportements migratoires en phase d'escale ou de traversée. Ces individus, non nicheurs dans la zone d'étude, pourraient présenter des stratégies de navigation différentes des nicheurs proches de la côte, potentiellement conditionnées par des impératifs énergétiques ou temporels spécifiques, qui demeurent non quantifiables à ce stade (Hedh & Hedenström, 2023).

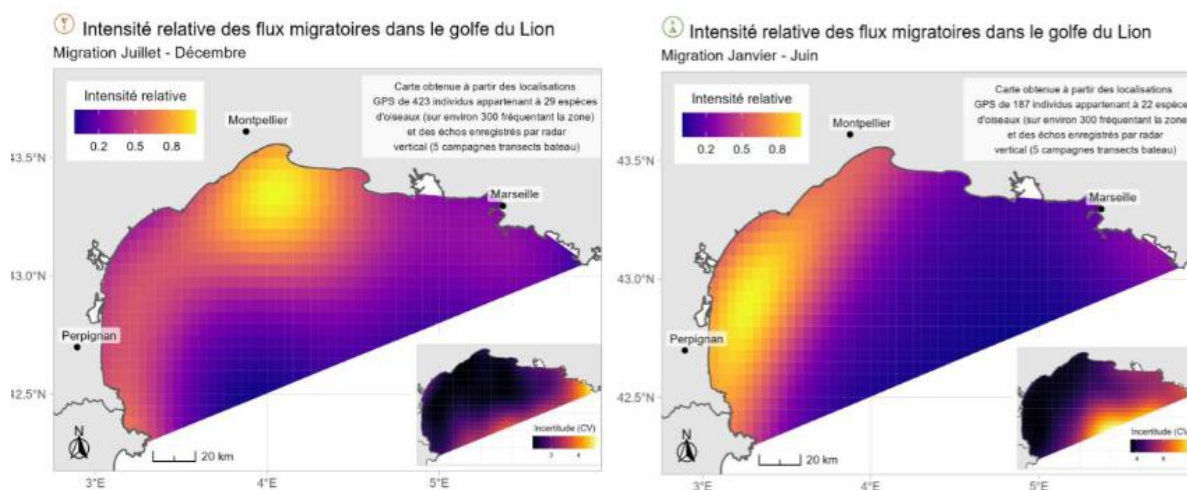


Figure 36 : Carte représentant l'utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants ainsi que la mesure des incertitudes associées (en bas à droite de chaque carte), lors de la période Juillet-Décembre à gauche, et lors de la période Janvier-Juin à droite. Ces cartes sont issues de modélisations réalisées avec des données acquises de 2014 à 2025 (dont 95% entre 2021 et 2024) (Canonne et al., 2025).

Afin d'étudier les hauteurs de vol des oiseaux migrateurs terrestres, un modèle intégré a été construit permettant de combiner les hauteurs de vols mesurées par suivis GPS (Lot 3 + programmes extérieurs) avec les altitudes des échos enregistrés à la côte par radar ornithologiques de type BirdScan (Lot 5). Le principe de ce modèle est de faire l'hypothèse d'une distribution commune, considérée réelle, qui est résumée par sa moyenne et sa variance. Puis, deux sous-modèles renseignent sur ces paramètres tout en prenant en compte les différences d'observation (erreurs de mesure des GPS, altitudes échantillonnées par le radar). A noter que dans le modèle intégré, la distribution des hauteurs de vol est modélisée pour l'ensemble de la zone d'étude, et non en fonction de la distance à la côte.

Un second modèle a également été construit en n'utilisant cette fois que les altitudes mesurées par GPS, pour tirer profit de l'information spatiale et biologique (espèce/individu) qu'elles contiennent. Ce modèle a permis d'explorer comment les hauteurs de vol varient entre groupes d'espèces, et comment la distribution évolue en fonction de la distance à la côte.

Les analyses portent uniquement sur les oiseaux de grande taille du fait des contraintes associées aux différentes sources de données.

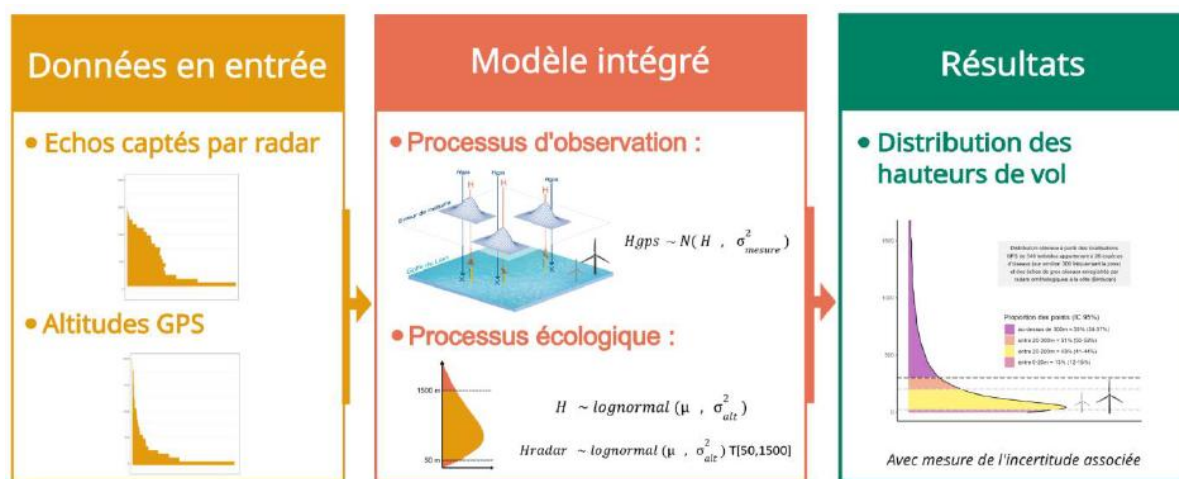


Figure 37 : Modélisation intégrée de la distribution des hauteurs de vol des oiseaux migrateurs terrestres de grande taille au-dessus du golfe du Lion (Canonne et al., 2025).

Les résultats montrent une hétérogénéité assez forte des hauteurs de vol estimées selon les groupes d'espèces et la période de migration (Figure 38).

Le groupe des grands échassiers vole bas quel que soit la période de migration, avec 50% de la distribution des hauteurs de vol (du quantile 25% à 75%) comprise entre 31 [Intervalle de Crédibilité à 95%, IC 95% 28-35] mètres et 158 [146-171] mètres d'altitude en migration postnuptiale et entre 17 [13-21] mètres et 107 [89-123] mètres d'altitude en période prénuptiale.

Les laridés présentent des hauteurs de vol médianes basses (prénuptiale = 89 [57-131] mètres, postnuptiale = 74 [61-93] mètres), proches de celles des grands échassiers. Cependant, la dispersion autour de cette médiane est plus grande, en particulier lors de la migration prénuptiale (Q75% 387 [272-575] mètres), c'est-à-dire qu'ils utilisent une plus grande gamme d'altitudes lors de leurs vols.

Le groupe des ardéidés présente une distribution également comparable entre période mais à des hauteurs de vol intermédiaires, la hauteur de vol médiane est de 154 [129-189] mètres en migration postnuptiale et de 210 [122-322] mètres d'altitude en période prénuptiale.

La distribution des hauteurs de vols des limicoles et des migrateurs terrestres est proche de celle des ardéidés en période postnuptiale, avec des hauteurs médianes respectivement de 207 [186-230] mètres et 163 [140-190] mètres. La distribution des hauteurs de vol des migrateurs terrestres lors de la migration prénuptiale est plus élevée, la médiane étant de 238 [163-319] mètres, mais surtout plus dispersée.

Quant aux hauteurs de vol des limicoles, elles sont plus basses en migration prénuptiale 27 [17-38] mètres.

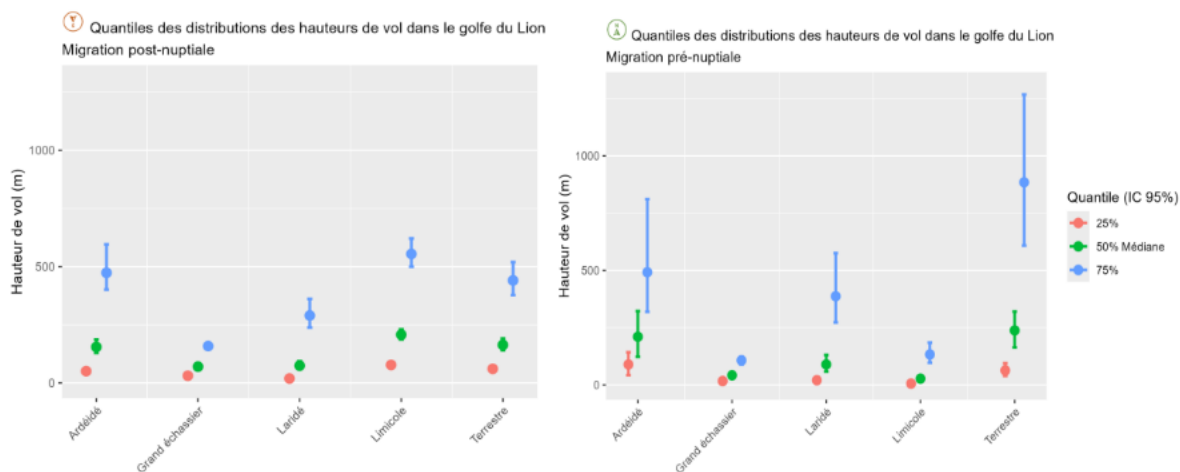


Figure 38 : Comparaison des hauteurs de vol au-dessus du golfe du Lion par groupe d'espèces étudiées, lors de la migration postnuptiale à gauche, et prénuptiale à droite. Les distributions des hauteurs de vols sont résumées par leurs quantiles à 25%, 50% et 75%, les barres d'erreurs associées correspondent aux intervalles de crédibilité de ces quantiles. Le quantile à 25% est la valeur en dessous de laquelle se situent 25 % des hauteurs de vol estimées et au-dessus de laquelle se situent 75 % des hauteurs de vol estimées. Le quantile à 50% correspond à la médiane de la distribution, avec donc autant de valeurs au-dessus et en dessous (Canonne et al., 2025).

Distribution des hauteurs de vol dans le Golfe du Lion

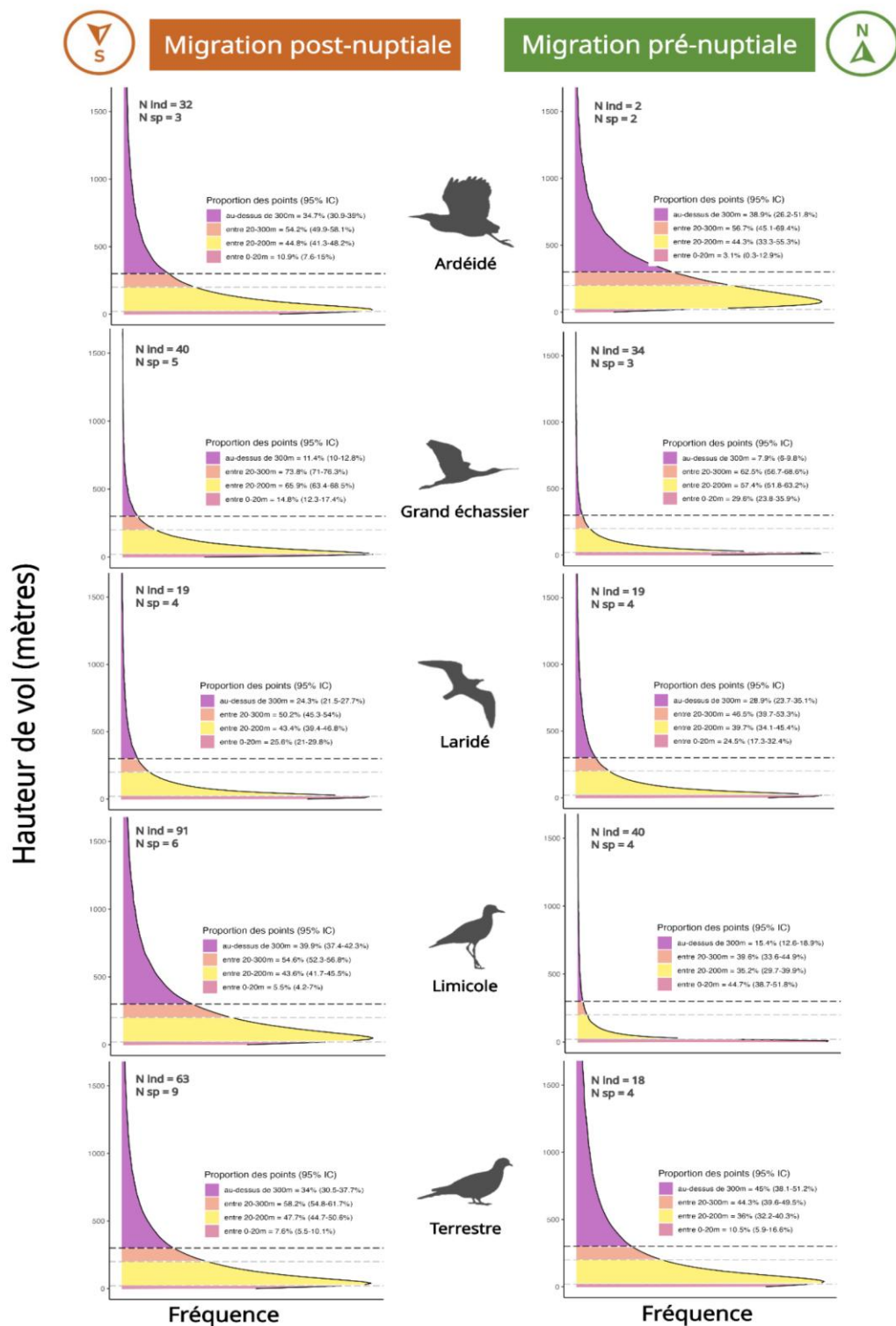


Figure 39 : Distribution de la hauteur de vol à partir du modèle basé sur les localisations GPS. Résultats présentés par périodes de migration (Canonne et al., 2025).

La proportion de points en vol estimée à moins de 300 mètres d'altitude varie selon la distance à la côte, avec des différences marquées entre les saisons (Figure 40). Pendant la migration postnuptiale à l'automne, lorsqu'ils partent vers la mer, certains groupes comme les ardéidés, les grands échassiers et les migrateurs terrestres volent en moyenne plus haut quand ils se trouvent près des côtes. En effet, une plus faible proportion de vols sous les 300 m à proximité du littoral que plus loin en mer est observé. À l'inverse, chez les limicoles et les laridés, cette proportion est plus élevée près des côtes, indiquant un vol plus bas dans cette zone. Malgré ces variations, on constate que, pour tous les groupes, plus de la moitié des vols se déroulent à moins de 300 mètres d'altitude.

Lors de la migration prénuptiale, les tendances sont plus contrastées. La majorité de points en vol se situe sous les 300 m pour tous les groupes, sauf pour les ardéidés et les laridés à plus de 20–50 km des côtes. Il faut toutefois noter que les incertitudes sont plus importantes durant cette saison, en raison d'un nombre de données plus limité. Chez les migrateurs terrestres, les grands échassiers et les laridés, les tendances observées sont assez similaires à celles de l'automne. En revanche, les ardéidés et les limicoles présentent des comportements différents selon la saison. Les limicoles volent très bas, avec plus de 75 % des observations sous les 300 mètres, quelle que soit la distance à la côte. Les ardéidés, au contraire, arrivent en volant relativement haut loin en mer, mais perdent rapidement de l'altitude en approchant du littoral.

Les Ardéidés et les migrateurs terrestres présentent des proportions de points en vol estimées à moins de 20 mètres relativement faibles, peu importe la saison de migration (prénuptiale = 3,1% [Intervalle de crédibilité à 95%, IC 95% 0,3-12,9] & 10,5% [5,9-16,6], postnuptiale = 10,9% [7,6-15] & 7,6% [5,5-10,1], respectivement). À l'inverse, cette proportion est élevée pour les laridés (prénuptiale = 24,5% [17,3-32,4], postnuptiale = 25,6% [21-29,8]). Concernant les deux derniers groupes, les grands échassiers et les limicoles, ces proportions de points en vol estimées à moins de 20 mètres semblent plus basses lors de la période prénuptiale que lors de la période postnuptiale (prénuptiale = 29,6% [23,8-35,9] & 44,7% [38,7-51,8], postnuptiale = 14,8% [12,3-17,4] & 5,5% [4,2-7], respectivement).

L'écart type d'erreur de mesure des GPS estimé par le modèle est de 34 mètres [31-37] pour la migration postnuptiale et de 39 mètres en saison prénuptiale [36-42].

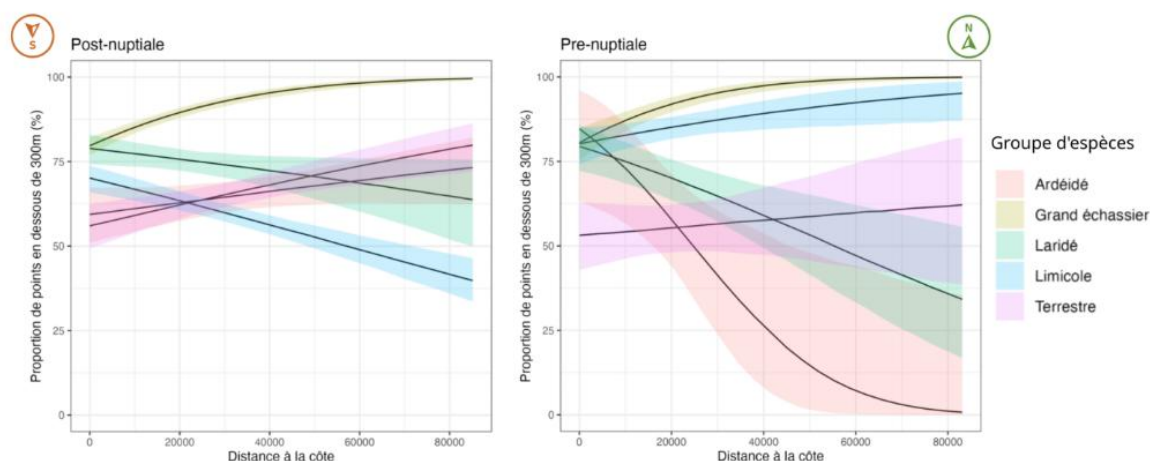


Figure 40 : Évolution de la proportion des points de la distribution des hauteurs de vol en dessous de 300 mètres (en %) en fonction de la distance à la côte. La courbe noire indique la tendance moyenne prédite par le modèle pour chaque groupe, tandis que la plage colorée autour de cette courbe représente l'intervalle de crédibilité à 95 %, illustrant l'incertitude autour des estimations du modèle. La largeur de ces plages de couleurs reflète la quantité de données utilisées pour les estimations (moins de points en migration prénuptiale et moins de points loin de la côte). (Canonne et al., 2025).



5.3 CONCLUSIONS

La combinaison des données de comptages visuels en mer provenant de quatre programmes de suivi de la mégafaune marine a permis d'élaborer des cartes d'utilisation relative du golfe du Lion pour huit espèces (ou groupes d'espèces) d'oiseaux marins en période de reproduction, et 14 espèces en période hivernale. Ces données ont ensuite été combinées à des localisations de suivis GPS pour quatre espèces nicheuses, dont trois espèces hivernantes, grâce à la construction d'un modèle intégré, permettant d'améliorer la précision des estimations. Les résultats permettent de renforcer considérablement l'utilisation du golfe du Lion par les oiseaux.

Concernant les migrateurs terrestres, la combinaison des données issus de suivis par balise GPS avec les échos enregistrés par radar verticaux embarqués a permis de produire les premières cartes de flux migratoires en mer dans le golfe du Lion. Les résultats ont permis de confirmer certains patrons identifiés dans des études antérieures, et d'affiner les zones préférentielles de passage en migration décrites dans les études précédentes concernant les migrateurs terrestres passant par le golfe du Lion (Guilherme, 2022 ; Programme Migration; étude du Cerema). Des différences marquées dans les routes migratoires empruntées entre saisons sont observées. Lors de la migration postnuptiale, pour rejoindre les quartiers d'hivernage au sud, une majorité des oiseaux semble suivre une bande de mer situées entre 0 et 50 km de la côte, notamment à travers un axe assez large partant du delta de Camargue et longeant la côte jusqu'à la frontière espagnole km. Lors de la remontée vers les zones de reproduction durant la première moitié de l'année, le flux est encore plus côtier et plus concentré sur la partie Ouest du golfe du Lion.

Les résultats ont également mis en évidence une grande diversité de stratégies de traversée, parfois même au sein d'une même espèce. La majorité des grands oiseaux migrateurs volent à des altitudes relativement basses.

PARTIE B – CONTEXTUALISATION DES CONNAISSANCES SUR LES ZONES DE DEVELOPPEMENT EOLIENS EN MEDITERRANEE

1 ZONE 1 - OCCITANIE – PARCS D'EOLIENNES EN MER FLOTTANTES NARBONNAISE SUD-HERAULT

1.1 LIMITES METHODOLOGIQUES DE L'INTERPRETATION DES RESULTATS

Du fait des lacunes de connaissances relatives aux oiseaux marins et migrateurs terrestres qui fréquentent le golfe du Lion lors des différentes périodes du cycle biologique, l'interprétation des résultats au niveau des zones de développement des parcs éoliens en Méditerranée reste difficile et peut faire l'objet de discussion.

A titre d'exemple, cela concerne notamment l'interprétation des résultats des lots suivants :

- Lot 3 du programme MIGRALION : suivis télémétriques des oiseaux marins et migrateurs terrestres pour lequel le nombre d'espèce ou le nombre d'individus équipés peu apparaître relativement restreint. L'échantillonnage restreint peut ainsi contraindre l'interprétation des résultats, notamment en termes de fréquentation des zones de projets par les différentes espèces ;
- Lot 4 du programme MIGRALION : les campagnes d'observations en mer et par radar sont limitées et fortement contraintes par les conditions météo-océaniques d'acquisition des données en mer (absence de houle) et donc non représentatives de la variabilité des conditions marines observées en période de migration pré et post nuptiales.

A partir de ces limites méthodologiques, le lecteur doit prendre du recul sur l'interprétation des résultats proposés. Le programme MIGRALION reste néanmoins un programme d'ampleur et essentiel pour une meilleure compréhension des flux d'oiseaux marins et migrateurs terrestres au sein du golfe du Lion.

1.2 OISEAUX MARINS

1.2.1 Goéland leucophée

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Goéland leucophée est l'espèce la plus observée avec 13 203 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 32% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces nombreuses observations de Goélands leucophées se répartissent sur tout le golfe du Lion y compris sur la zone de projet de la Narbonnaise où il est omniprésent, comme le souligne la Figure 41 ci-dessous.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise, 3 681 individus ont été observés lors des 10 campagnes, ce qui représente 28% du total des Goélands leucophées observés à l'échelle du golfe du Lion. Ces individus représentent 21% et 38%, respectivement en période prénuptiale et postnuptiale, de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée.

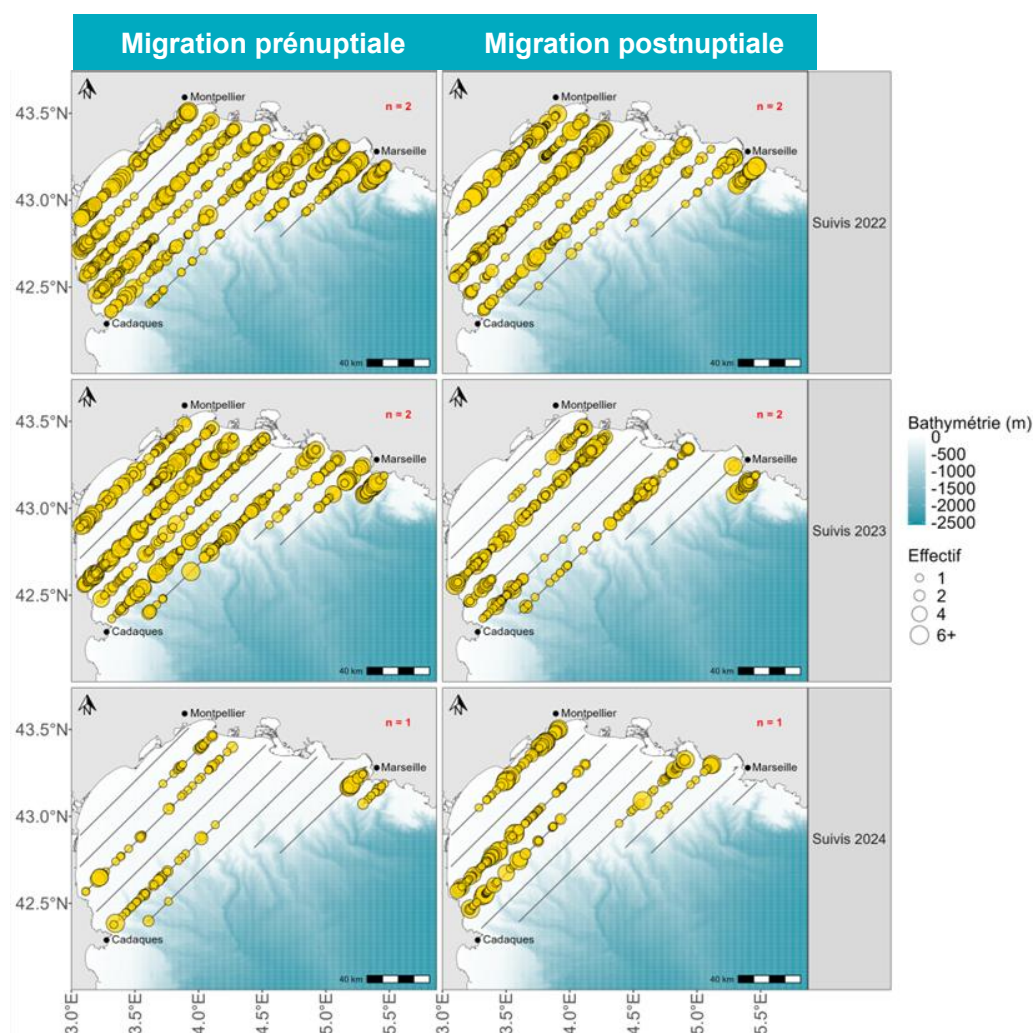


Figure 41 : Cartographie de synthèse des observations de Goéland leucophée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

Ces résultats mettent en évidence la présence de nombreux individus, en période prénuptiale comme postnuptiale, et ne permettent pas de détecter de mouvement migratoire marqué au sein de la zone de projet ni à l'échelle du golfe du Lion. Les densités maximales sont observées au printemps avec 2.25 ind.km⁻² au mois de mars et des densités moindre au printemps autour de 1 ind.km⁻². A noter que la distribution de cette espèce en mer est largement influencée par l'activité de pêche et le chalutage.

Les données télémétriques de 49 Goélands leucophées adultes et juvéniles équipés à Planasse (proche Narbonne), aux îles du Frioul (au large de Marseille) et dans l'Anse de Carteau (Camargue/Fos-sur-Mer) sont présentées ci-dessous. La Figure 42 montre que la zone de projet de la Narbonnaise n'est que rarement traversée par les 49 individus suivis par télémétrie.

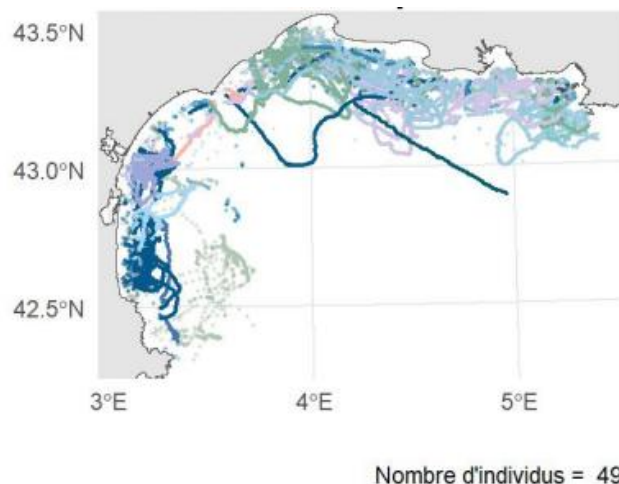


Figure 42 : Localisations GPS utilisées pour les analyses portant sur l'utilisation relative du golfe du Lion pour les Goélands leucophées suivis par télémétrie dans le cadre de programmes complémentaires au lot 3 de MIGRALION. Les localisations situées en dehors de l'aire dans laquelle les analyses sont effectuées ne sont pas conservées. Chaque point représente une localisation, les couleurs représentent différents individus (Canonne et al., 2025).

En effet, le Goéland leucophée présente une répartition plutôt côtière, notamment en période hors reproduction comme le soulignent les cartes ci-dessous.

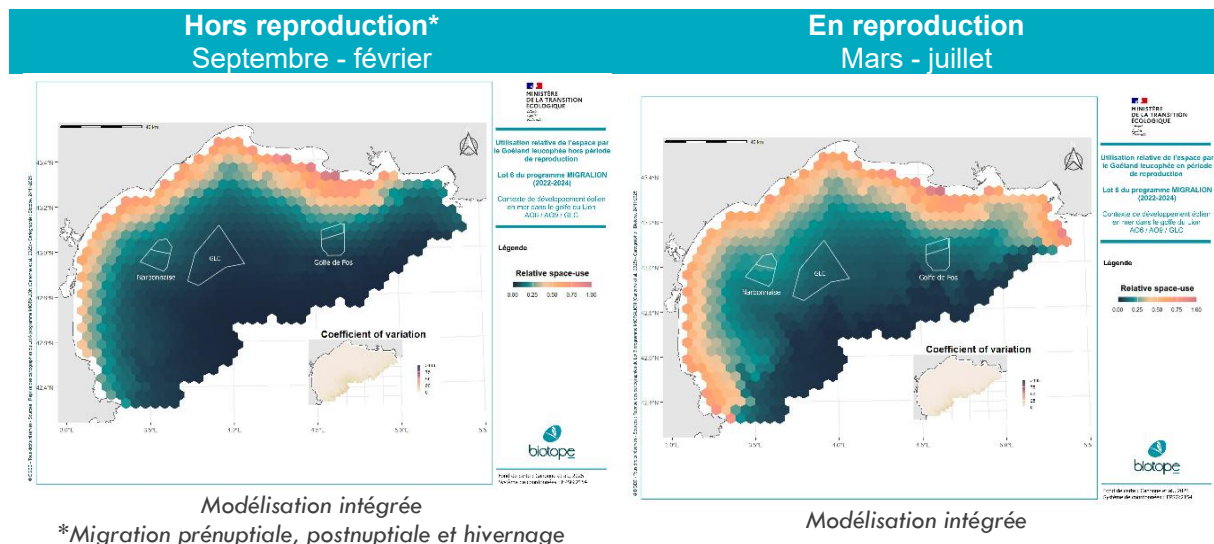


Figure 43 : Utilisation relative de l'espace par le Goéland leucophée en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et données GPS. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation (Canonne et al., 2025).

Les résultats du lot 6 de MIGRALION ont utilisé des co-variables environnementales pour caractériser l'utilisation du golfe du Lion par le Goéland leucophée. Parmi les covariables qui influencent le plus la distribution de l'espèce, on retrouve :

- La bathymétrie : détermination de la localisation des fronts de plateau continental, où les oiseaux marins et leurs proies ont tendance à s'agréger.
- La distance à la côte : essentielle pour les espèces étroitement liées à leurs sites de reproduction.
- La température de surface de la mer (SST) : effet sur la production primaire, la structuration des écosystèmes pélagiques et donc la répartition des proies.
- La concentration en chlorophylle a, indicateur de productivité primaire car elle reflète l'abondance de phytoplancton à la base des chaînes alimentaires marines.

Les relations entre la sélection d'habitat du Goéland leucophée en période de reproduction et ces différentes covariables environnementales sont détaillées Figure 44.

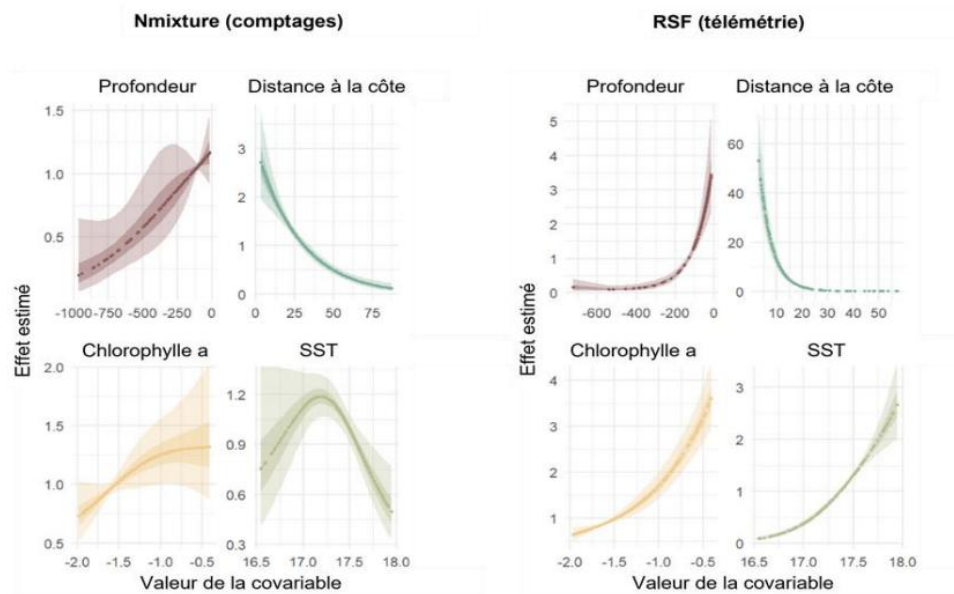


Figure 44 : Relations estimées entre la sélection d'habitat du Goéland leucopée en période de reproduction et différentes covariables environnementales à partir d'un modèle de Nmixture (à gauche) et d'un modèle RSF (à droite). Les points représentent la médiane estimée et les aires colorées les intervalles de crédibilité de 50% et 95% (Canonne et al., 2025).

La zone de projet de la Narbonnaise, avec notamment une distance à la côte élevée et des concentrations en chlorophylle a moins importantes que celles à la côte, ne semble pas représenter un habitat privilégié pour le Goéland leucopée en reproduction. Par ailleurs, la distribution en mer du Goéland leucopée semble très fortement dépendante du rythme des activités des pêcheurs professionnels puisque les petits poissons pélagiques constituent un aliment non seulement indispensable pour les adultes mais de toute première nécessité pour le nourrissage des très jeunes poussins (Beaubrun, 1988, Thezenas, 1993).

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol observées s'étalent entre 2 et 100 mètres dans le golfe du Lion (Figure 45), avec la gamme de hauteur de vol entre 10 et 20 mètres plus importante au printemps et des hauteurs de vol plus faible à l'automne (entre 2 et 5 m). Ces différences de hauteurs de vol observées entre les saisons sont difficilement interprétables dans l'état des connaissances actuelles mais reflètent peut-être des comportements alimentaires plus marqués en automne.

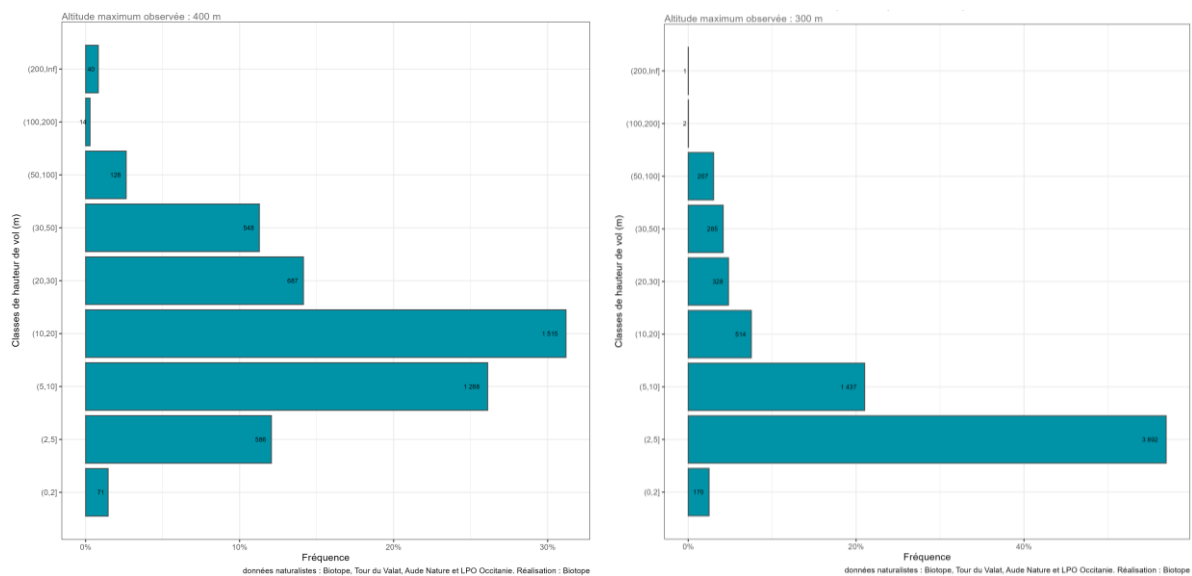


Figure 45 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Goéland leucophée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.2 Mouette mélanocéphale

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette mélanocéphale est une espèce régulièrement observée avec 883 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 2,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces observations de Mouette mélanocéphale se répartissent sur tout le golfe du Lion au printemps, y compris sur la zone de projet de la Narbonnaise, comme le souligne la

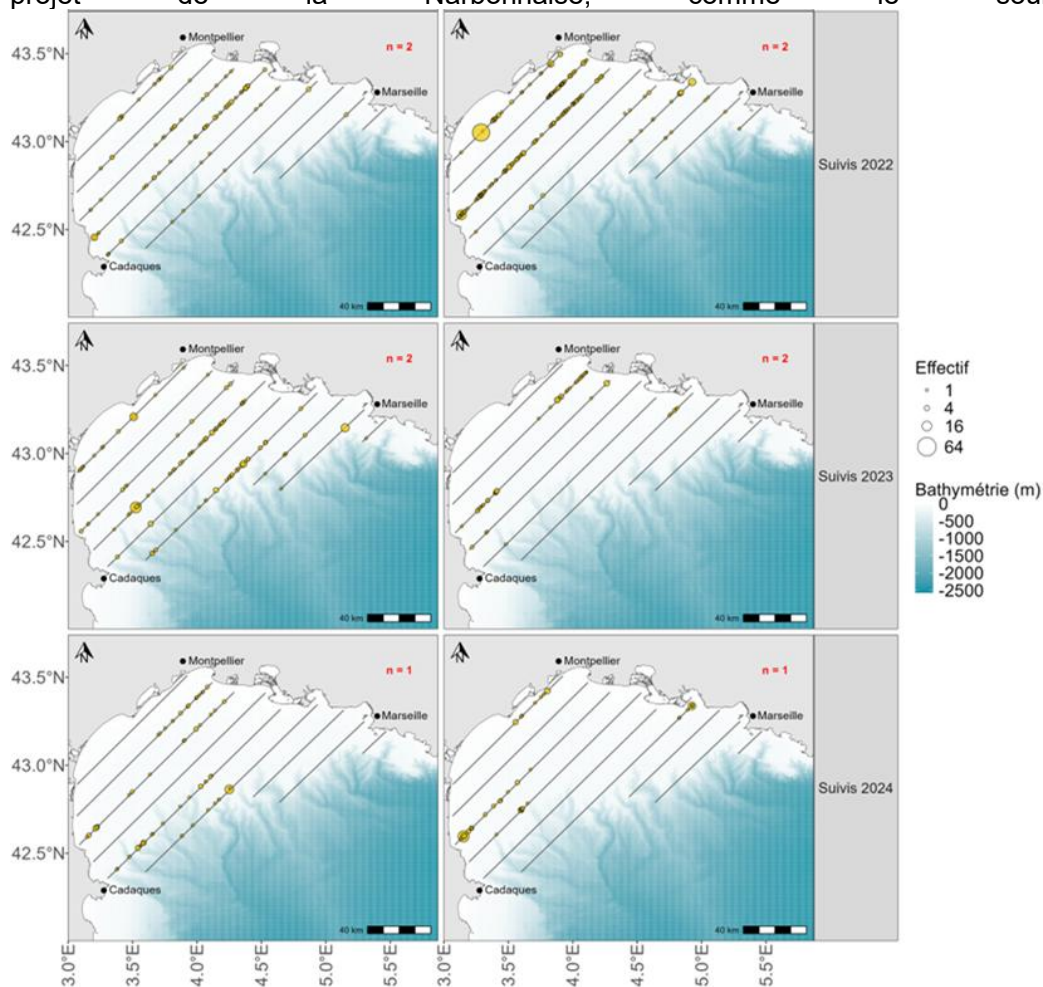


Figure 46 ci-dessous. Elles semblent plus localisées sur la moitié côtière du plateau continental à l'automne, toujours incluant la zone de projet de la Narbonnaise.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise, 396 individus ont été observés lors des 10 campagnes, ce qui représente 45% du total des Mouettes mélanocéphales observées à l'échelle du golfe du Lion. Ces individus représentent 1% et 6%, respectivement en période prénuptiale et postnuptiale, de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée.

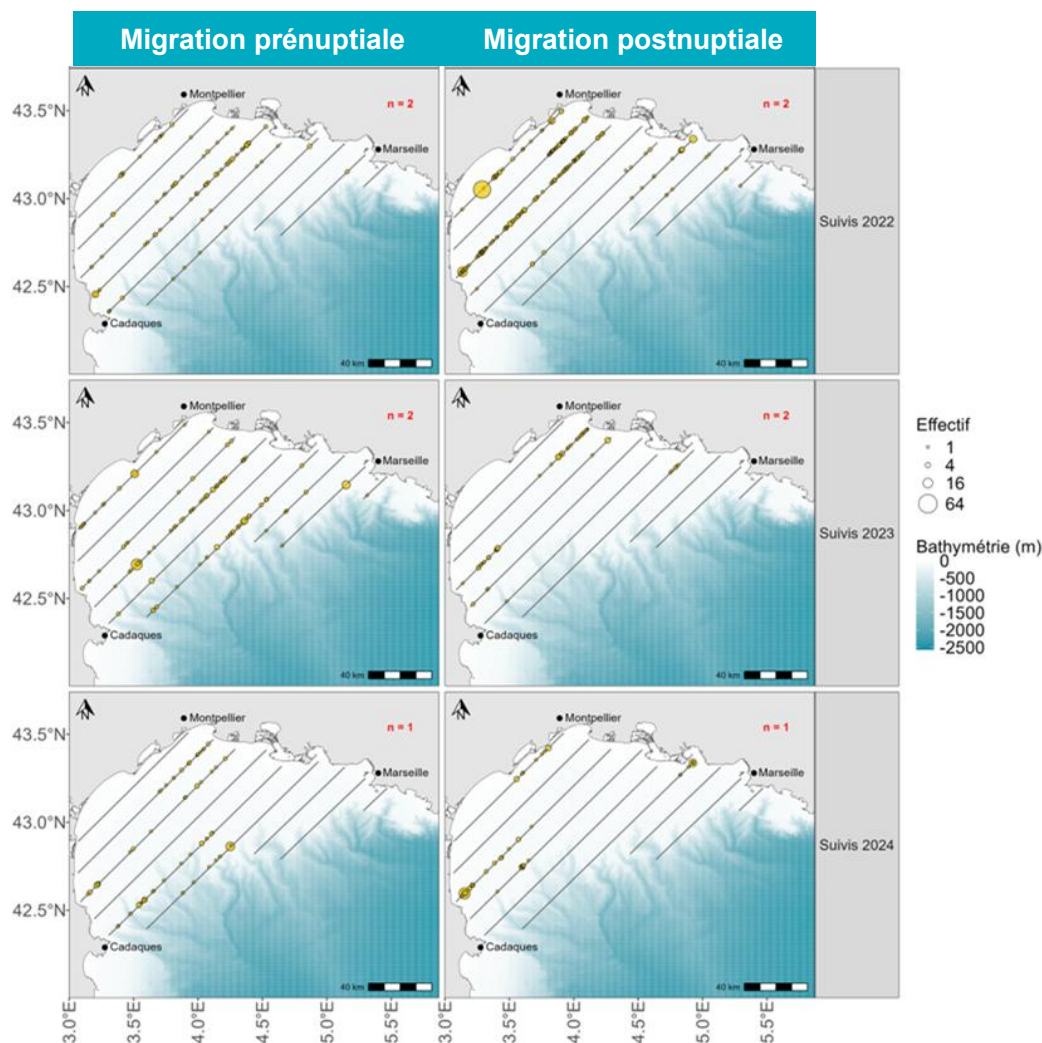


Figure 46 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette mélanocéphale a été estimée, avec une répartition diffuse en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) incluant la zone de la Narbonnaise et une répartition plus côtière en période de reproduction en lien avec la présence de colonies de reproduction au niveau des lagunes et le nourrissage des jeunes, comme le soulignent les cartes suivantes.

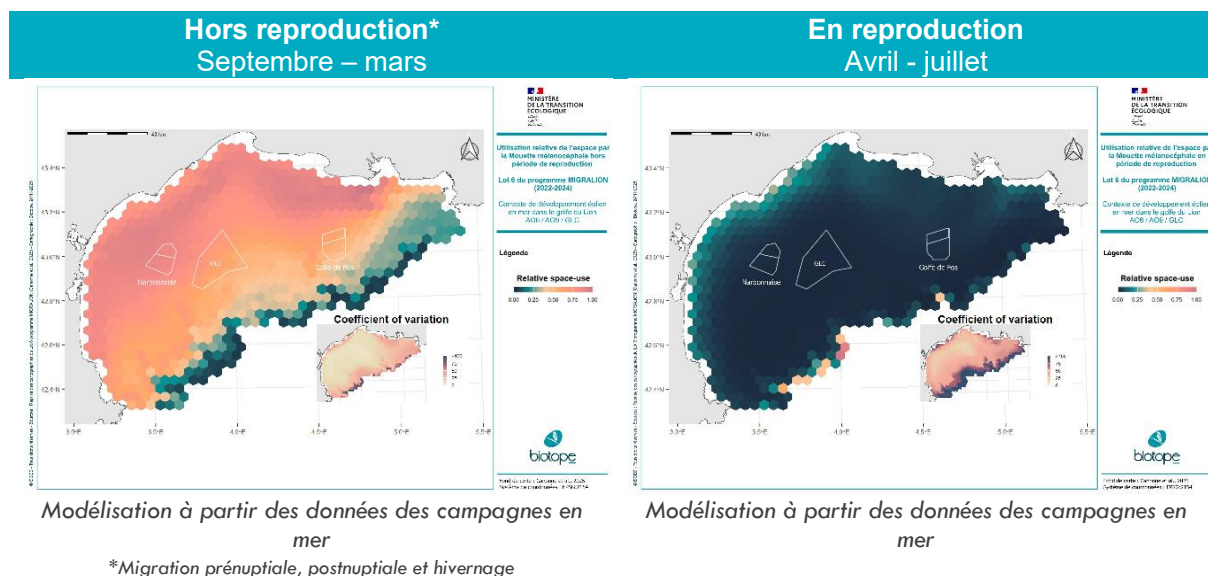


Figure 47 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette mélanocéphale en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

En Méditerranée, la Mouette mélanocéphale arrive sur les sites de reproduction dès le mois d'avril. Sitôt la reproduction terminée, les colonies sont désertées et les oiseaux rejoignent directement les lieux d'hivernage, en mer Méditerranée et dans l'Atlantique depuis le Maroc jusqu'au Pays-Bas et la Grande-Bretagne. Les migrations de la Mouette mélanocéphale au cours du printemps et de l'automne sont relativement peu marquées au sein de la zone de projet de la Narbonnaise voire même à l'échelle du golfe du Lion. Ceci se reflète par l'observation de petits groupes d'oiseaux ou d'individus isolés lors des campagnes en mer. Ainsi, l'espèce s'observe en mer quasiment toute l'année avec un pic de présence entre février et avril. De nombreuses observations sont également réalisées en juillet et septembre. Durant la migration prénuptiale, il est observé un flux migratoire de retour vers les colonies depuis la côte (Leucate). La migration postnuptiale n'est pas détectée et est sûrement très diffuse aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Les densités maximales, à l'échelle du golfe du Lion, sont observées au printemps (février/mars) avec des densités proches de 0.25 ind.km⁻².

D'après les résultats des suivis télémétriques MIGRALION (Lot 3), lors de la migration postnuptiale Nord-Sud, la stratégie de la Mouette mélanocéphale (n=62) privilégiée pour traverser le golfe du Lion est de longer la côte, ce qui induit des passages plus à l'Ouest de la zone de projet de la Narbonnaise (Figure 48). La Mouette mélanocéphale utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour plus de 92% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (<8%). La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs inférieures 20 m d'altitude (pour plus de 85% du temps total enregistré), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (moins de 14% du temps total enregistré). Quelques infimes exceptions ont montré des hauteurs de vols à plus de 300 m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. Aucun des 62 individus suivis n'a traversé la zone lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1). Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence dans la zone de développement.

Pour cette migration postnuptiale, les suivis télémétriques de la Mouette mélanocéphale (n=16) ont montré une date de départ plutôt début août (entre le 1er juillet et le 7 novembre) pour une arrivée fin septembre (entre le 2 juillet et le 20 décembre).

Lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (n=43), cette même stratégie « longe-côte » est utilisée par la Mouette mélanocéphale, voire la stratégie « diagonale » de traversée de l'Espagne vers la Camargue : cela induit des trajectoires au sein ou légèrement à l'Est de la zone de la Narbonnaise. Plus globalement à l'échelle des différentes espèces suivies par télémétrie, les stratégies peuvent varier selon les conditions environnementales au moment du départ. La Mouette mélanocéphale utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 85% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (<15%). Une infime partie des enregistrements ont montré des exceptions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs inférieures 20 m d'altitude (un peu moins de 80 % du temps total enregistré), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (environ 20% du temps total enregistré). Quelques infimes exceptions ont montré des hauteurs de vols à plus de 300m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. Quelques individus équipés ont brièvement utilisé la zone de développement de la Narbonnaise lors de leur migration, à des hauteurs inférieures à 20 m/300m d'altitude. La zone représente moins de 1% de la surface utilisée par les 43 individus suivis lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (Annexe 1). Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence plus importante dans la zone de développement.

Pour la migration prénuptiale (n=9), la Mouette mélanocéphale part autour de début mars (entre le février et le 30 mars) pour une arrivée après la mi-mars (entre le 4 février et le 15 avril).

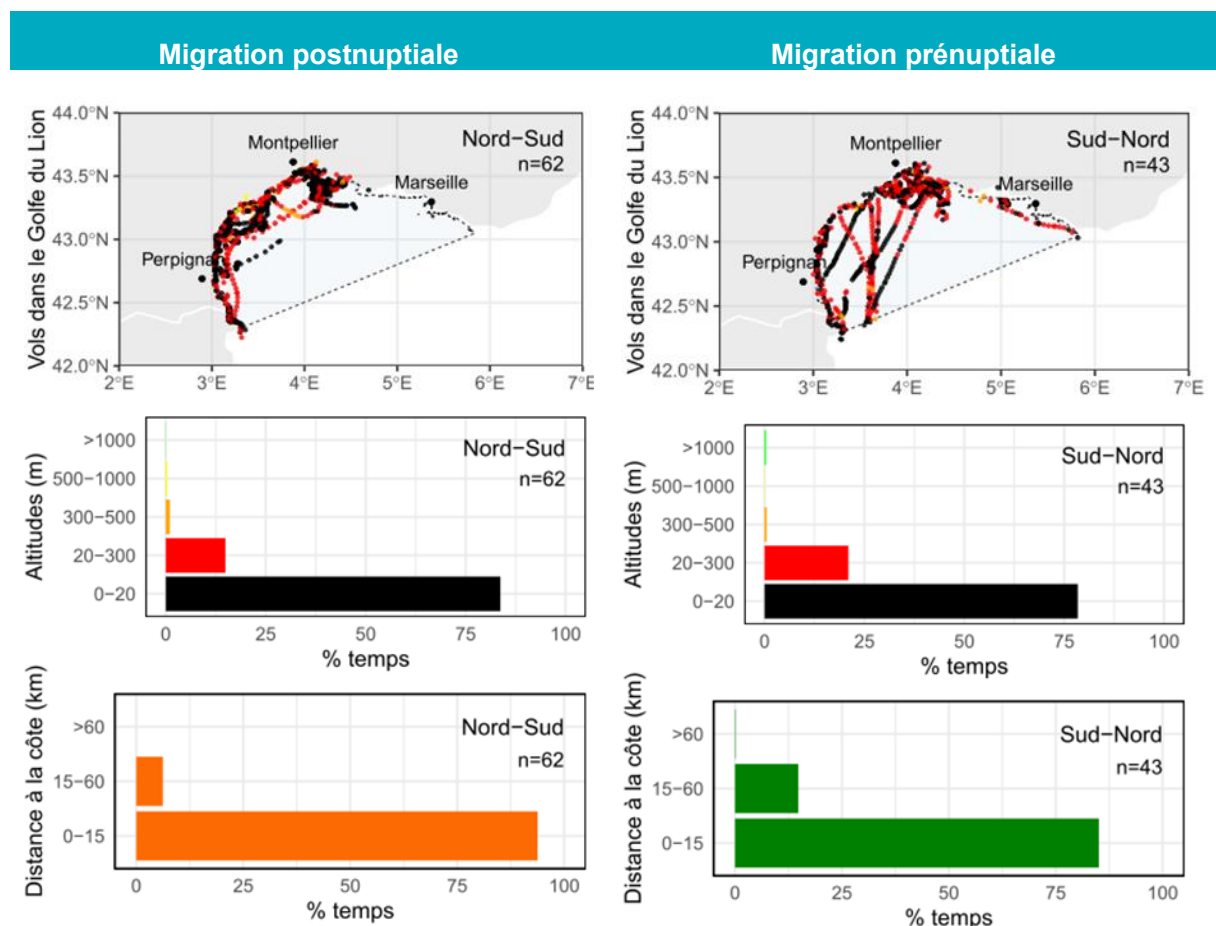


Figure 48 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Mouette mélanocéphale (tiré de Champagnon et al., 2025).

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les hauteurs de vol observées s'étalent entre 5 et 100 mètres dans le golfe du Lion (Figure 49), avec la gamme de hauteur de vol entre 10 et 20 mètres plus importante au printemps et des hauteurs de vol plus faible à l'automne (entre 2 et 5 m). Ces différences de hauteurs de vol observées entre les saisons sont difficilement interprétables dans l'état des connaissances actuelles mais reflètent peut-être des comportements alimentaires plus marqués en automne.

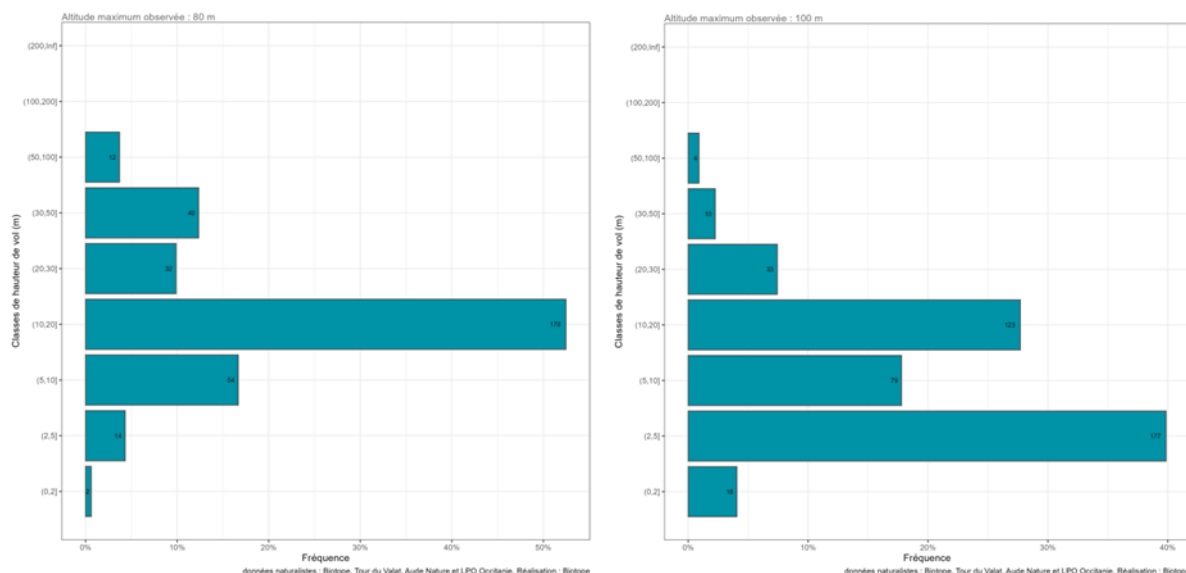


Figure 49 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.3 Mouette rieuse

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette rieuse a été peu observée avec 86 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). 93% de ces individus ont été observés en 2022 (55 individus en période prénuptiale et 25 en période postnuptiale), les 7% restant en 2023 (3 individus en période prénuptiale et 3 en période postnuptiale), et aucune observation n'a été faite en 2024. Ces chiffres indiquent une forte hétérogénéité inter-annuelle sur trois ans. L'essentiel des observations sont côtières et quelques individus isolés ont été notés au large au cours des suivis postnuptiaux. Ces derniers ont été aperçus à moins de 1 km de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise. Un seul individu a été observé au sein de l'aire d'étude éloignée, en dehors des transects et des temps d'effort d'observation, à environ 1 km en face de l'étang de Leucate.

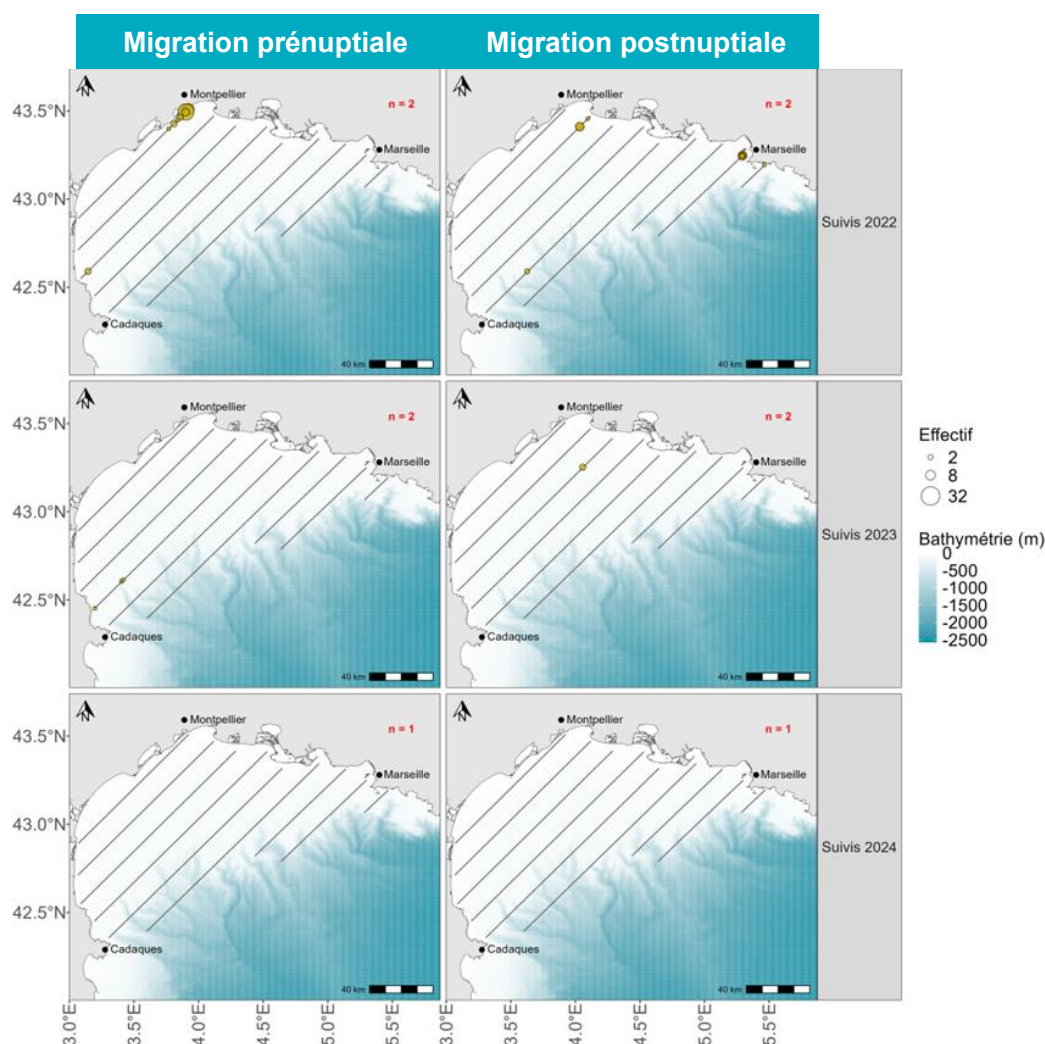
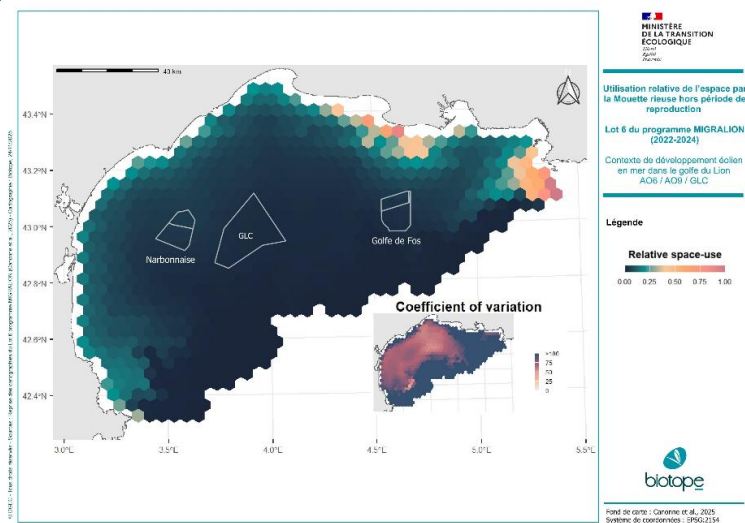


Figure 50 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette rieuse a été estimée en période hors reproduction (migration pré-nuptiale, post-nuptiale et hivernage) et montre une préférence pour les zones côtières, avec une présence plus marquée dans la partie Est (Figure 51 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 52 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour les Mouettes rieuses.

Hors reproduction* Septembre – mars



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 51: Utilisation relative de l'espace par la Mouette rieuse en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette rieuse est très grégaire en période de reproduction 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. À partir du mois de septembre et en octobre, une migration peut être entreprise qui pousse 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.

D'après les résultats des suivis télémétriques MIGRALION (Lot 3), lors de la migration postnuptiale Nord-Sud, la stratégie privilégiée par la Mouette rieuse (n=16) est de couper le golfe du Lion en diagonale de la Camargue vers l'Espagne. La Mouette rieuse utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 63% de son temps, la partie intermédiaire (15-60 km) pour environ 35% de son temps, avec quelques portions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs comprises entre 500 et 1000 m d'altitude (environ 45% du temps total d'enregistrement), une bonne partie a également volé entre 20 et 300 m d'altitude (environ 30% du temps total d'enregistrement). Environ 10% des enregistrements indiquent des hauteurs de vols à plus de 1000 m, 10% indiquent des hauteurs de vols comprises entre 300 et 500 m, et enfin 5% indiquent des hauteurs de vol inférieures à 20m. La zone représente moins de 2% de la surface utilisée par les 16 individus suivis lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1).

Pour cette migration postnuptiale, les suivis télémétriques de la Mouette rieuse (n=34) ont montré une date de départ plutôt mi-août (entre le 6 juin et le 30 octobre) pour une arrivée entre mi et fin août (entre le 6 juin et le 31 octobre).

Lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (n=13), la Mouette rieuse utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 60% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (40%). Une infime partie des enregistrements ont montré des exceptions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs comprises entre 300 et 500 m d'altitude (quasiment 44% du temps total enregistré) ou entre 500 et 1000 m d'altitude (quasiment 44% du temps total), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (environ 12% du temps total). Quelques individus ont montré des hauteurs de vols à plus de 1000m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. La zone représente environ 4% de la surface utilisée par les 13 individus suivis lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (Annexe 1).

Toutefois, le faible nombre d'individus équipés pour les migrations postnuptiales ou prénuptiales ne permet pas d'exclure la possibilité d'une présence plus importante de l'espèce dans la zone de développement.

Pour la migration prénuptiale (n=24), la Mouette rieuse part autour de début mars (entre le 14 février et le 30 mars) pour une arrivée mi-mars (entre le 14 février et le 8 avril).

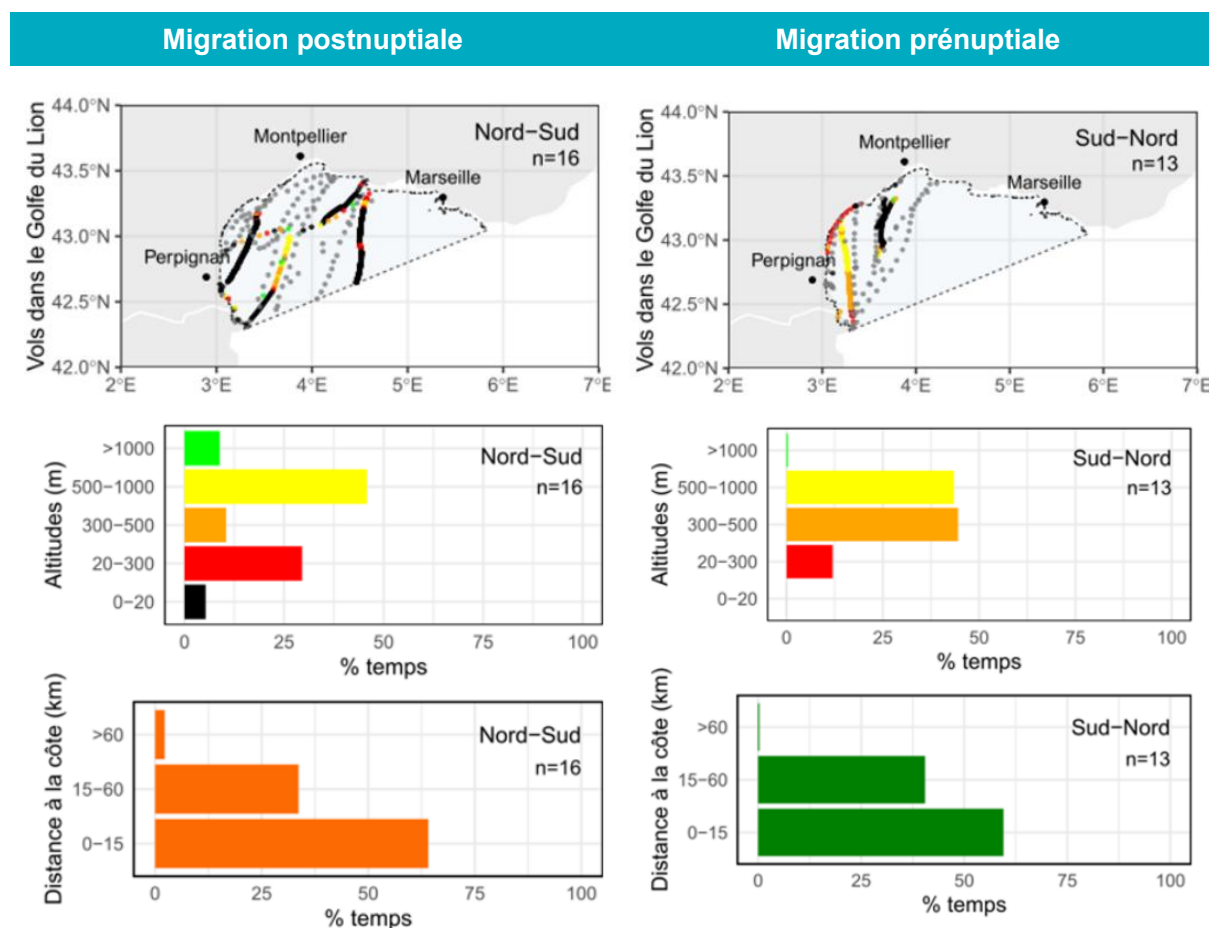


Figure 52 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Mouette rieuse (tiré de Champagnon et al., 2025).

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le nombre d'individus contactés ne permet pas de tirer de conclusion sur les hauteurs de vol préférentielles pour la Mouette rieuse. Des hauteurs de vol moyennes (entre 20 et 100 mètres) ont été relevées pour les individus observés en automne (n=27).

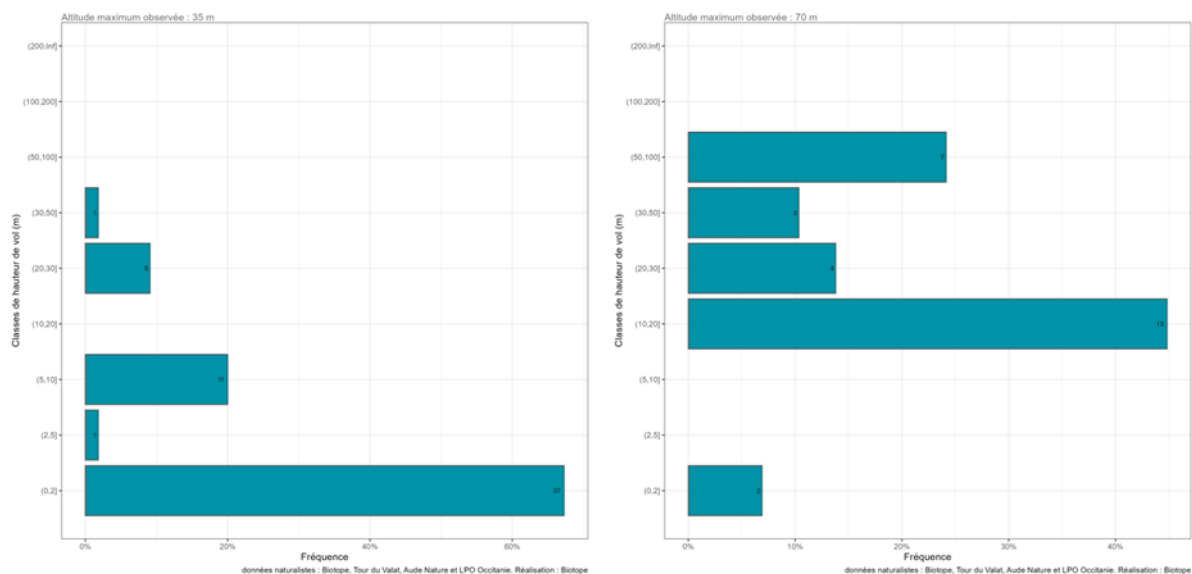


Figure 53 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.4 Mouette tridactyle

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette tridactyle a été peu observée avec 149 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). L'ensemble de ces observations ont été réalisées au cours des périodes pré-nuptiales : 10% en 2022, 71% en 2023 et 19% en 2024.

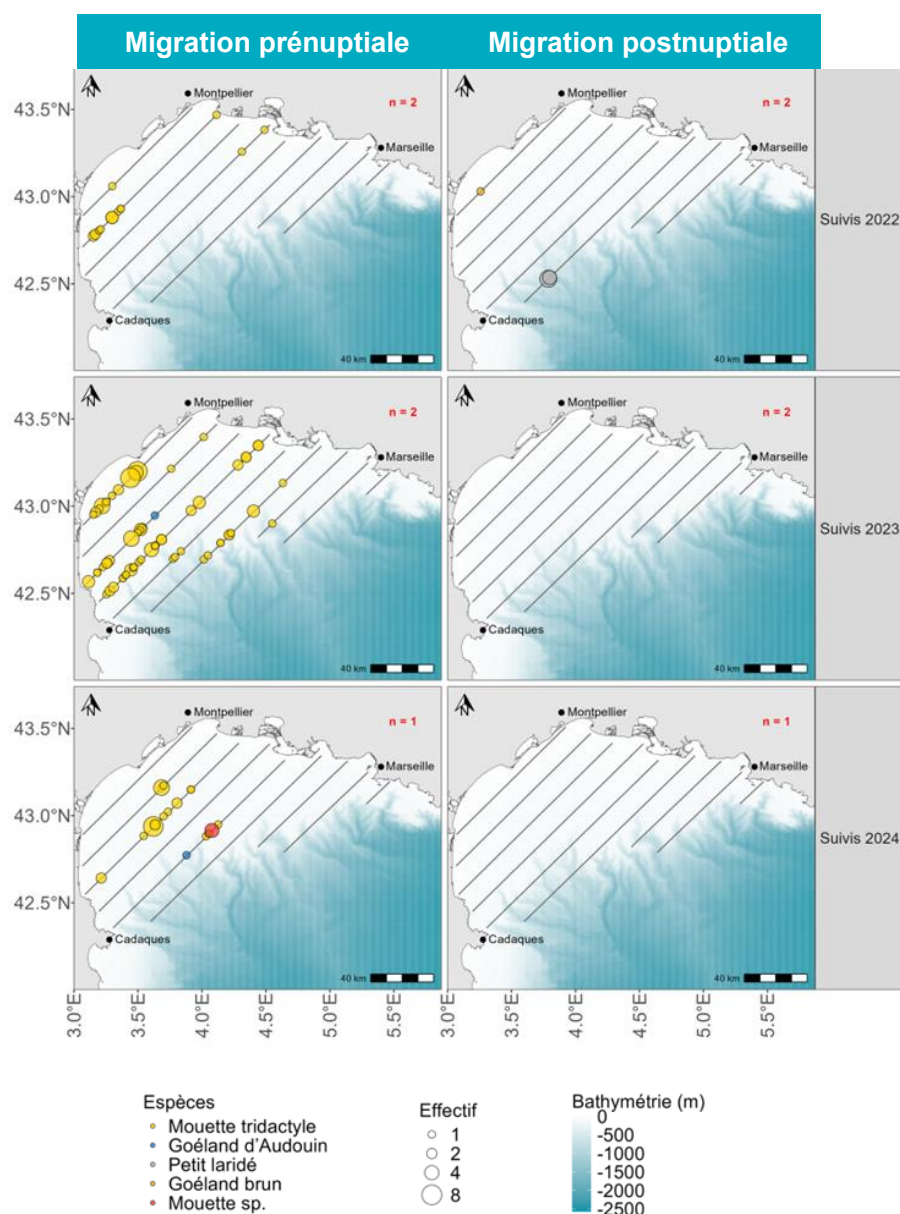


Figure 54 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces de Larinés dont la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise représentée sur la Figure 55 ci-dessous), 110 individus ont été observés lors des 5 campagnes en période prénuptiale, ce qui représente près de 1% de l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 74% du total des Mouettes tridactyles observées à l'échelle du golfe du Lion.

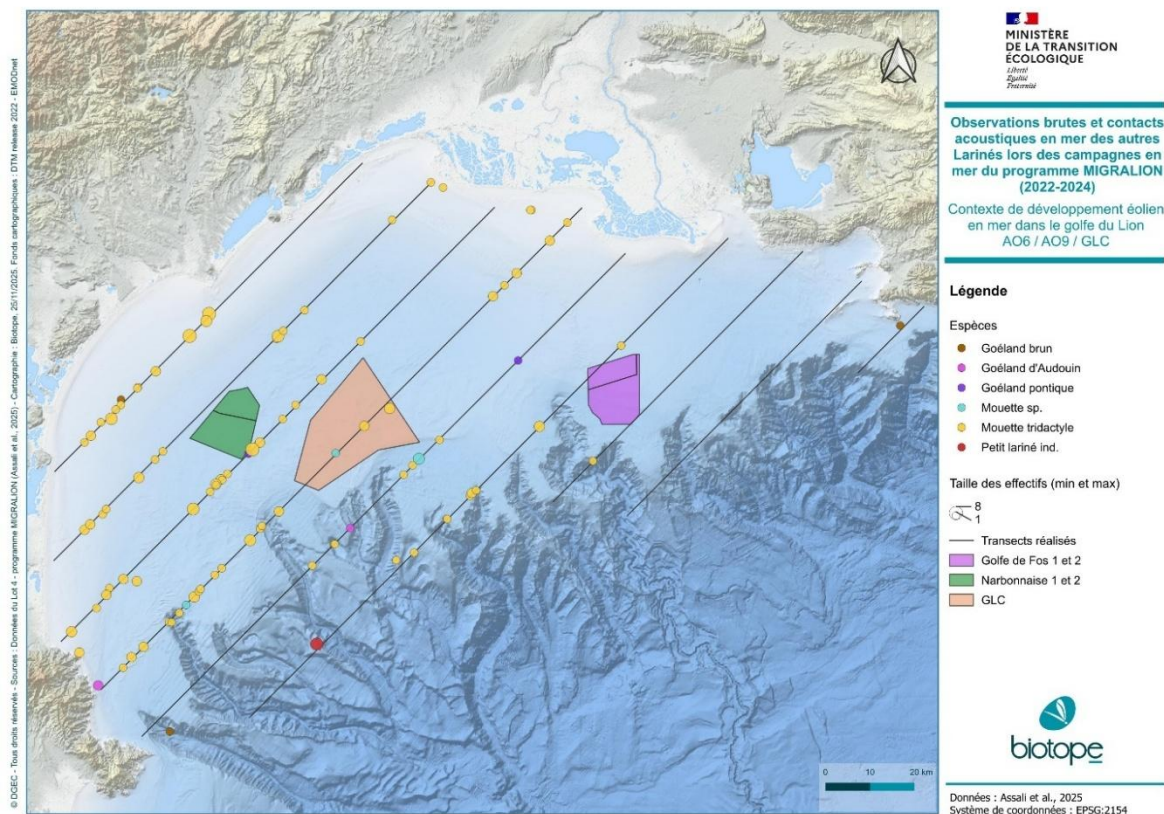
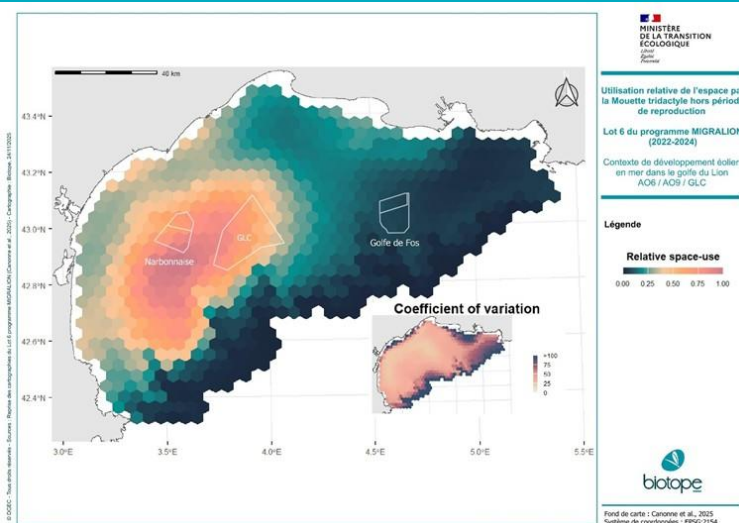


Figure 55 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des autres Larinés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024)

La répartition spatiale de la Mouette tridactyle a été estimée en période hors reproduction (migration pré-nuptiale, post-nuptiale et hivernage) et montre que les individus se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe (Figure 56).

Hors reproduction*

Novembre - avril



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 56 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette tridactyle en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette tridactyle est une espèce migratrice et hivernante au niveau du golfe du Lion. Les suivis réalisés mettent en évidence la présence de Mouette tridactyle durant les périodes de migration prénuptiale, correspondant probablement à la fin de période d'hivernage de cette espèce dans le golfe du Lion. Les observations se concentrent dans la partie ouest du golfe du Lion et soulignent l'intérêt de cette partie du golfe pour cette espèce.

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle se situent majoritairement entre 2 et 20 mètres avec une hauteur préférentielle située entre 10 et 20 mètres (Figure 57 suivante).

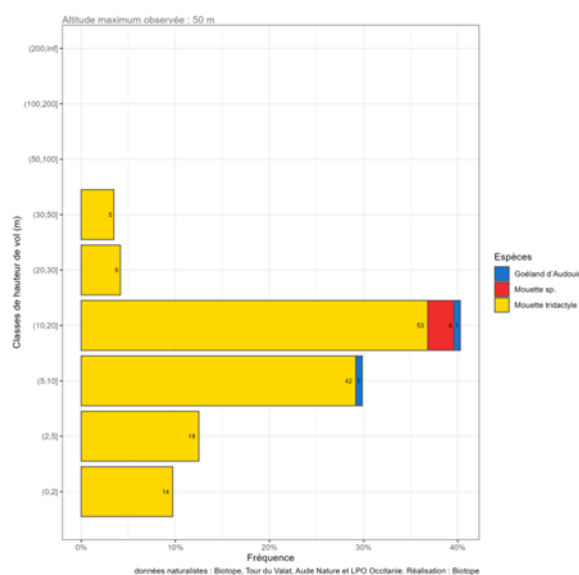


Figure 57 : Hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.5 Mouette pygmée

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette pygmée est la deuxième espèce la plus observée après le Goéland leucophaea avec 11 323 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 27,8% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Quasiment toutes ces observations ont été réalisées au cours des périodes pré-nuptiales : 18% en 2022, 65,2% en 2023 et 14,6% en 2024. Le reste des observations (2% environ) ont été réalisées en période postnuptiale de 2022.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise), 5 378 individus ont été observés lors des 5 campagnes en période pré-nuptiale et 251 individus lors de la période postnuptiale de 2022. Le cumul annuel représente 40% de l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 50% des Mouettes pygmées observées à l'échelle du golfe du Lion.

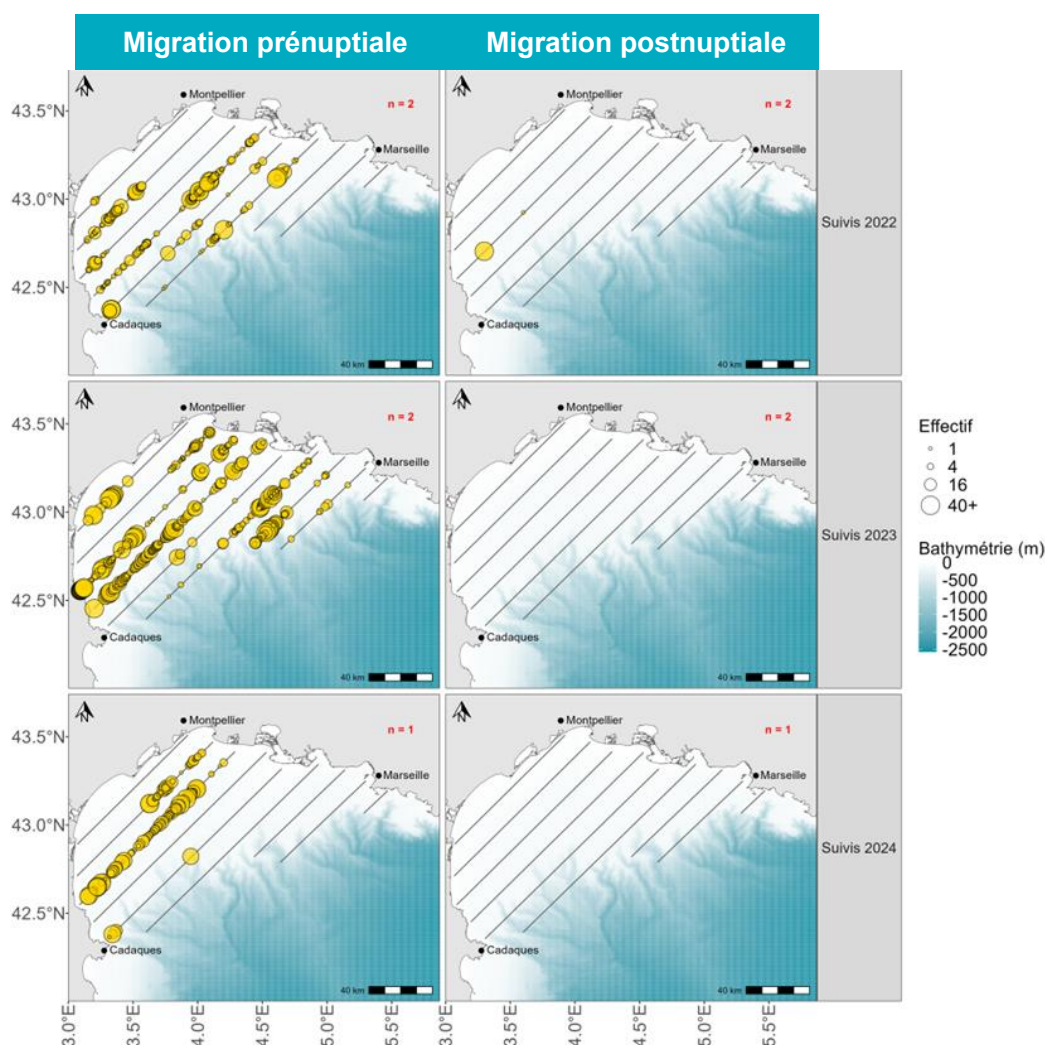
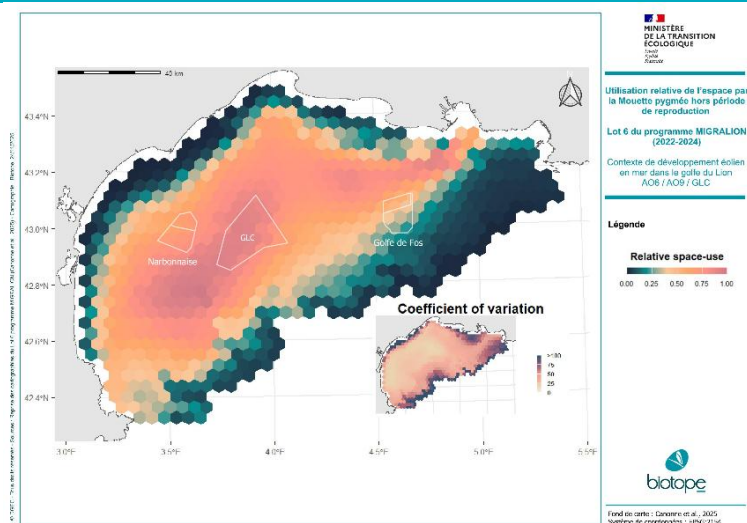


Figure 58 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette pygmée a été estimée en période hors reproduction (migration pré-nuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre que les individus se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe (Figure 56 suivante).

Hors reproduction* Octobre - mai



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration pré-nuptiale, post-nuptiale et hivernage

Figure 59 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette pygmée en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette pygmée est nicheuse en Europe du Nord et hiverne en Méditerranée. Hors période de reproduction, cette espèce a un comportement majoritairement pélagique et est observée sur le littoral en Méditerranée lors des pics migratoires et au cours de l'hiver. La Mouette pygmée migre en alternant des phases de déplacement actif et des phases d'alimentation. L'hivernage de l'espèce dans le golfe du Lion est peu documenté mais probable d'après les observations hivernales de l'espèce lors de certaines campagnes en mer.

La Mouette pygmée est donc uniquement présente en hiver et lors des migrations pré-nuptiale dans le golfe du Lion. Ces apparitions hivernales et en migration sont sujettes à des fluctuations interannuelles et spatio-temporelles importantes (Dubois et al., 2013).

C'est en mer que l'on retrouve le plus gros des effectifs, comme le montre les résultats des campagnes menées dans le cadre du programme MIGRALION.

En migration pré-nuptiale, l'espèce est souvent notée avec parfois des effectifs très importants, parfois jusqu'à plusieurs centaines d'individus notés depuis les falaises de Leucate ou des côtes catalanes. Toutefois, ces phénomènes sont probablement liés à des conditions océaniques particulières et l'essentiel des individus en halte migratoire dans le golfe du Lion se trouve plus au large avec plusieurs milliers d'individus repartis dans l'intégralité du golfe du Lion, au niveau du plateau continental jusqu'à la zone de canyon en fonction des conditions trophiques locales.

Les résultats des campagnes de printemps du programme montrent bien cette large répartition et démontrent aussi l'intérêt du golfe du Lion pour cette espèce en période de migration pré-nuptiale.

Le Parc naturel marin du golfe du Lion joue probablement un rôle important en tant que site de halte migratoire lors de la migration pré-nuptiale.

Les densités maximales observées se situent fin février / début mars avec une densité proche de 3.5 ind. km⁻².

Les hauteurs de vol des Mouettes pygmées observées au printemps s'étalent entre 2 et 20 mètres en lien avec l'activité de chasse/pêche des oiseaux observée lors des haltes migratoires dans le golfe du Lion, comme le montre la Figure suivante. L'espèce est connue pour effectuer des migrations à haute altitude, notamment lors de traversée du continent européen pour rejoindre les sites de nidification situés en Europe du Nord et jusqu'en Sibérie.

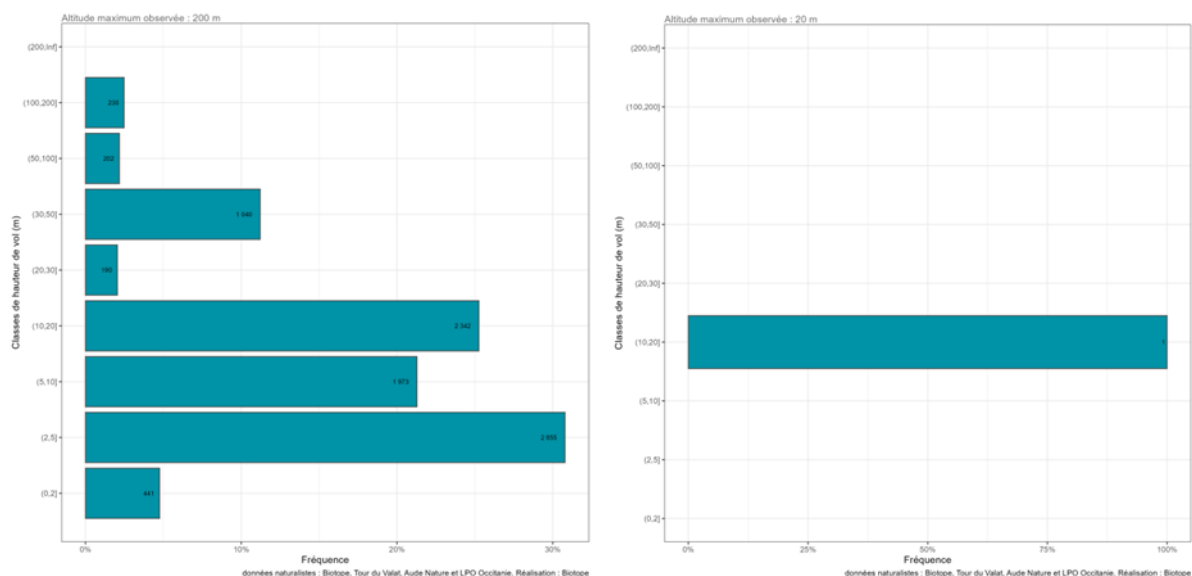


Figure 60 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.6 Sterne caugek

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Sterne caugek est régulièrement observée avec 2217 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 5,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). C'est la cinquième espèce d'oiseaux la plus observée à l'échelle de ces campagnes, juste après la Sterne pierregarin. Chaque année, ces observations sont majoritairement réalisées au cours de la période postnuptiale (66,8% des individus contactés en période postnuptiale sur le total des trois années).

Ces observations de Sterne caugek se répartissent principalement sur la frange côtière du golfe du Lion comme le souligne la Figure 61 ci-dessous, cette tendance étant accentuée en période prénuptiale. Certains individus sont toutefois observés plus au large et au niveau de la zone de projet de la Narbonnaise, notamment en période postnuptiale.

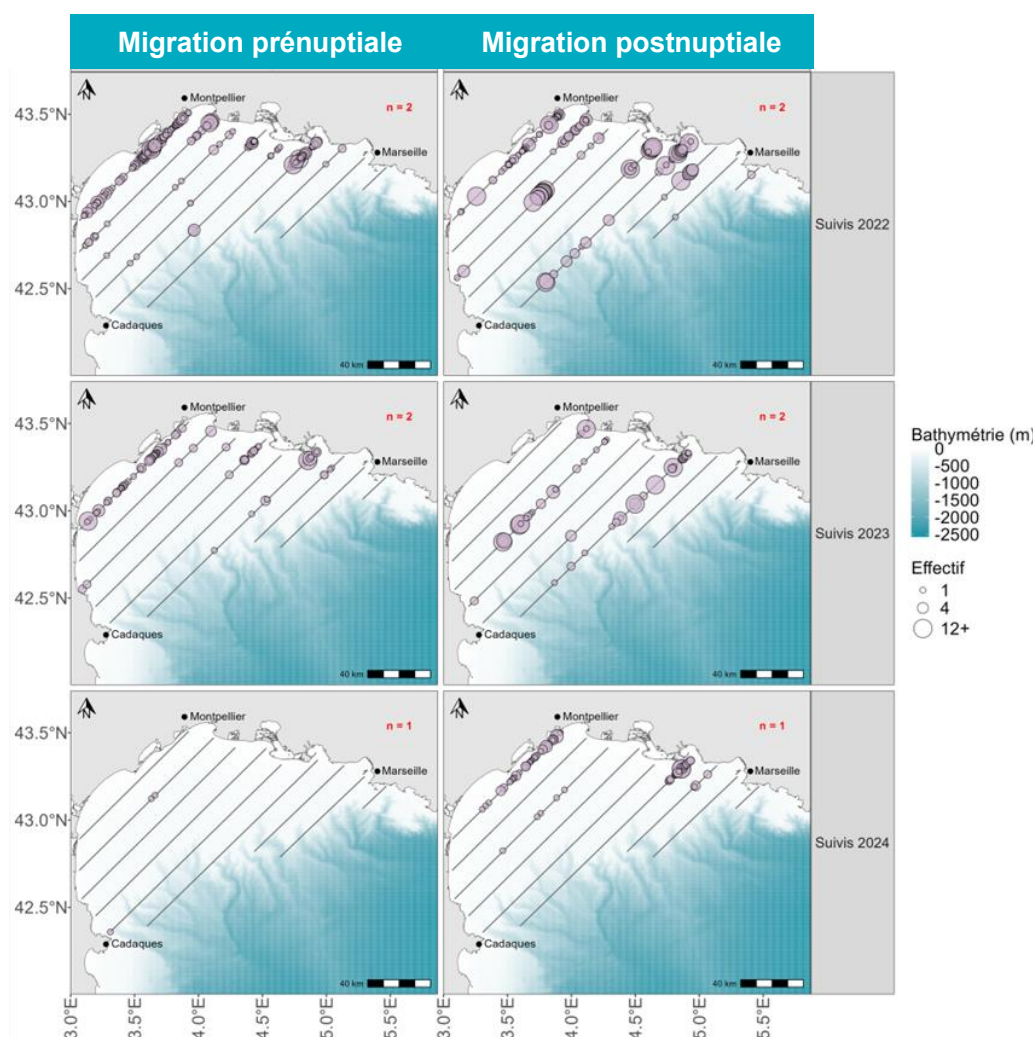


Figure 61 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise), 1 155 individus ont été observés (dont 63% en période postnuptiale), ce qui représente 8% l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude élargie. L'aire d'étude éloignée accueille 52% du total des Sternes caugek observées sur tout le golfe du Lion.

La Sterne caugek fréquente les îlots côtiers rocheux, les bancs de sable, les lagunes littorales ou les bassins de saliculture en période de reproduction. C'est une espèce essentiellement marine et pélagique en période internuptiale.

Les migrations et les déplacements de la Sterne caugek sont assez complexes. En Languedoc-Roussillon, l'espèce est visible toute l'année, mais la population hivernante n'est probablement pas la même que la population reproductrice. Les deux populations doivent ainsi se croiser dans les eaux du golfe du Lion à certaines périodes de l'année ce qui complexifie l'interprétation des résultats.

Les campagnes pré-nuptiales montrent que l'espèce se concentre sur la côte au printemps, loin de la zone de projet, probablement en lien avec la recherche active de site de reproduction. En revanche, on observe nettement la dispersion post-nuptiale avec des individus présents dans l'ensemble du golfe du Lion et plus particulièrement au large de la Camargue et vers la zone de projet en automne. Cette dispersion semble plus marquée durant les mois de septembre/octobre plutôt qu'en fin d'été. Là aussi, il apparaît difficile de distinguer les individus en migration active des oiseaux qui hiverneront dans le golfe du Lion et plus largement en Méditerranée.

Les densités maximales ont été notées au cours des campagnes de fin avril 2022 avec 0,35 ind.km².

D'après les résultats de télémétrie du lot 3 (Figure 62 suivante), la Sterne caugek utilise préférentiellement la frange côtière. Toutefois, cette répartition reflète l'utilisation de l'espace par les oiseaux nicheurs locaux et non celle des oiseaux qui transitent par la zone d'étude lors des périodes internuptiales et issues des autres colonies à l'échelle à large échelle (colonies du bassin méditerranéen et au-delà). Ainsi, les oiseaux nicheurs locaux sont globalement peu en interaction avec la zone de projet de développement commercial de Parcs d'éoliennes en mer flottantes Narbonnaise Sud-Hérault.

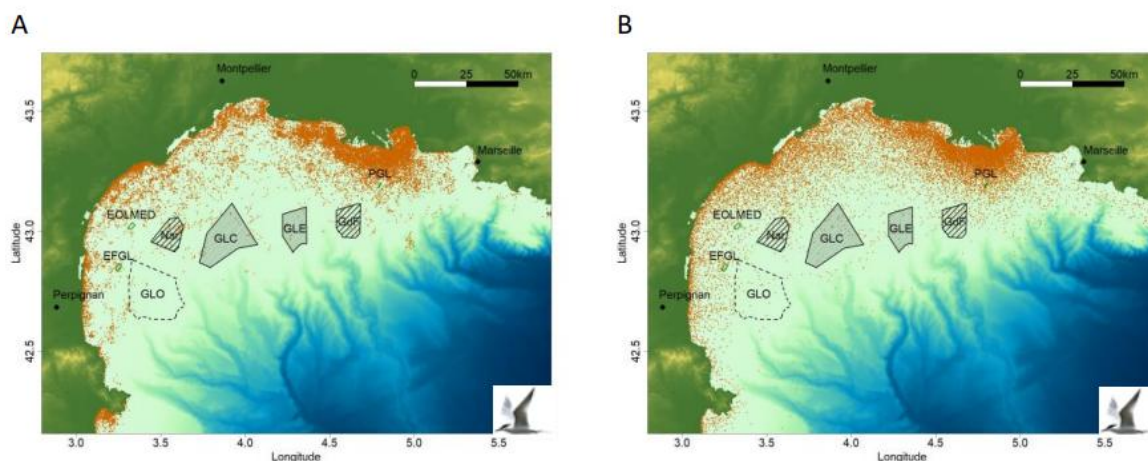


Figure 62: Répartition spatiale des 26 sternes caugek suivies entre 2021 et 2023, pendant leurs phases (A) de recherche alimentaire, ou (B) de vol de transit dans le golfe du Lion. Les phases de repos étant quasiment exclusivement sur terre à la côte, elles ne sont pas représentées ici (Champagnon et al., 2025).

Les cartes suivantes sont issues d'une modélisation combinant les données des campagnes en mer et celles de télémétrie. La Sterne caugek présente bien une répartition plutôt côtière en période de reproduction ou hors reproduction, éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise comme le souligne la Figure 63 suivante.

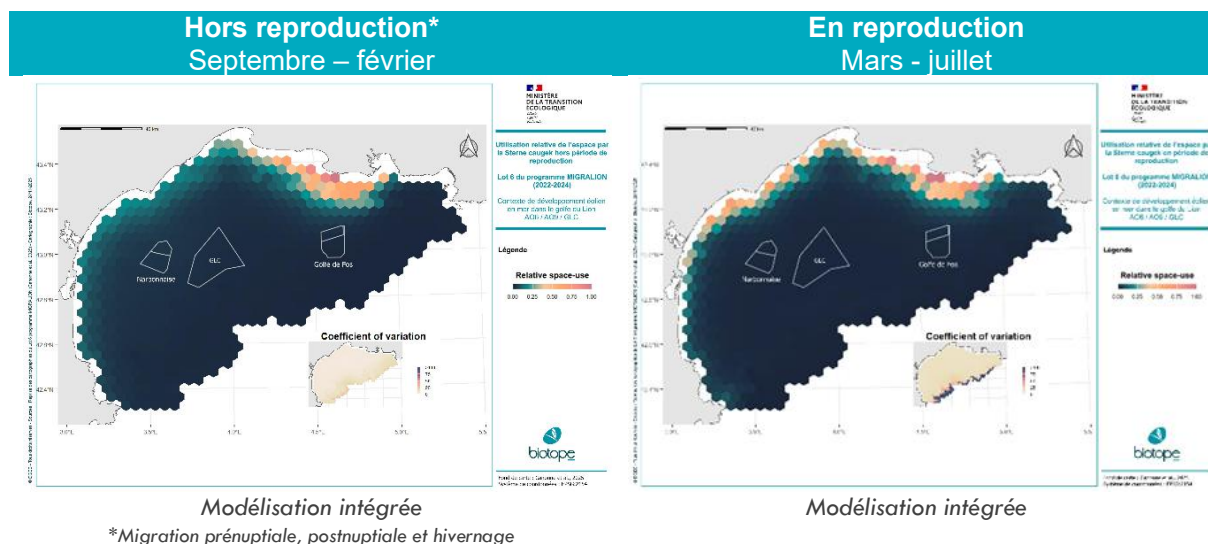


Figure 63 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne caugek en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par le coefficient de variation.

La Sterne caugek passe à peu près autant de temps au repos qu'en recherche restreinte (~40%) et le reste en vol de transit, tout au long de la journée (Figure 64). Les conditions marines influent peu sur la distribution des hauteurs de vol des Sternes caugek étudiées, bien qu'elles passent moins de temps à se reposer mais plus de temps en vol (alimentation notamment) lorsque la vitesse du vent augmente ou que la hauteur des vagues augmente, et moins de temps en recherche alimentaire lorsque la hauteur de vague augmente.

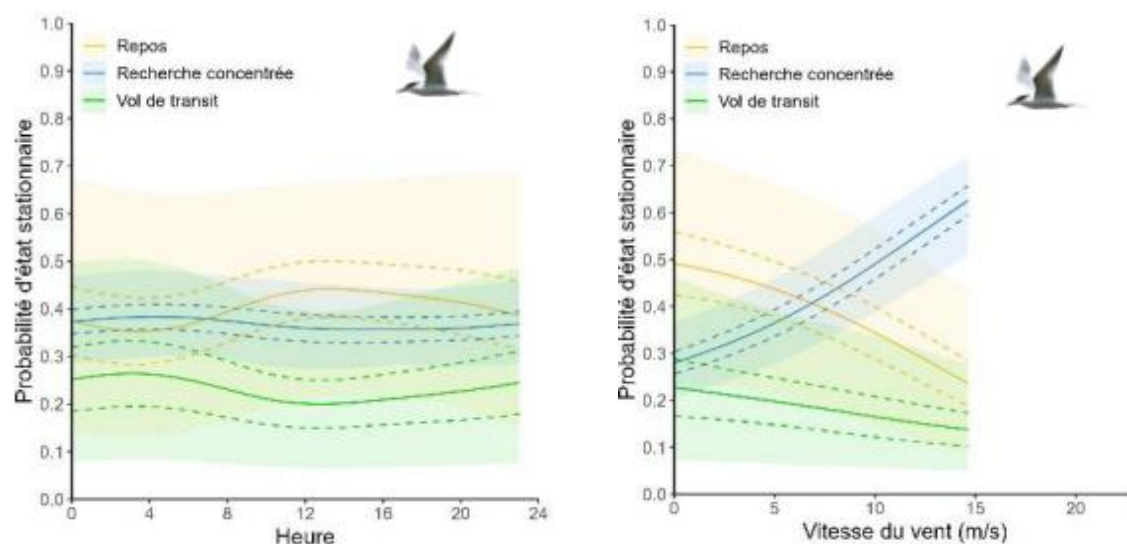


Figure 64 : Probabilité d'être au repos (jaune), en recherche alimentaire (bleu) ou en vol de transit (vert) pour les Sternes caugek lorsqu'elles sont en mer, en fonction de l'heure de la journée et la vitesse du vent. La moyenne populationnelle (ligne continue) et son intervalle de confiance à 95% (ligne pointillée), ainsi que la distribution à 95% des prédictions individuelles (zone en transparence) sont indiquées (Champagnon et al., 2025).

Via les données télémétrie, les Sternes caugek ont une altitude de vol médiane de 6,8 m et une altitude moyenne de 14,2 m. Elles volent au-dessus de 22 m dans 17% de leur temps, 11% au-dessus de 30 m, et 5% au-dessus de 50 m. La Figure 65 propose une distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. Par ailleurs, elles volent à plus faible altitude lorsque la vitesse du vent augmente, mais volent plus haut avec un vent arrière (Figure 66). Cette hauteur de vol ne semble pas être affectée par la hauteur des vagues.

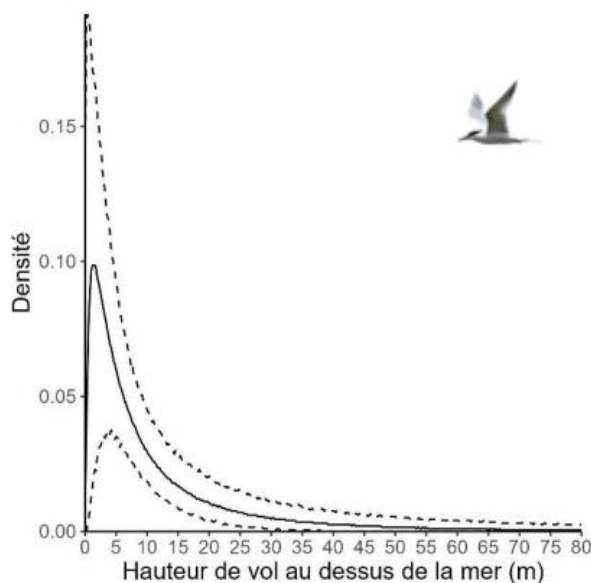


Figure 65 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. La moyenne (ligne continue) et son intervalle de crédibilité à 95% (ligne pointillée) sont représentés (Champagnon et al., 2025).

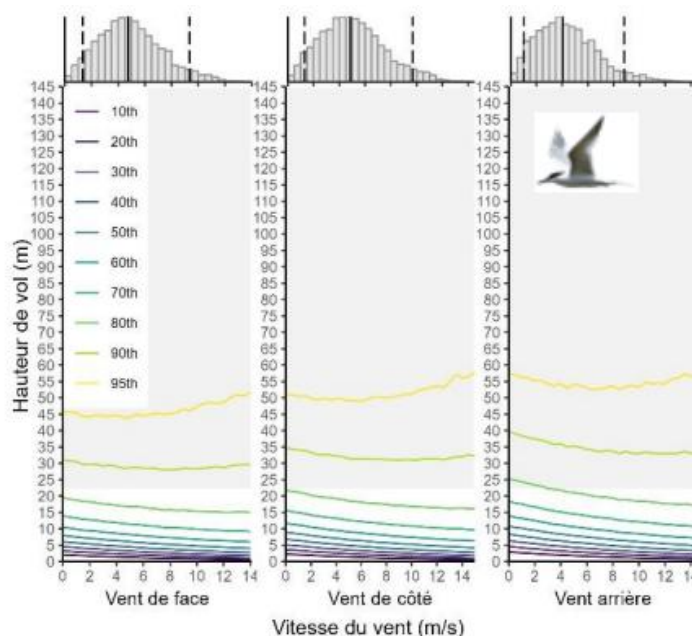


Figure 66 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek en fonction de la vitesse du vent et de la direction relative du vent (Champagnon et al., 2025).

Lors des campagnes nautiques et pour compléter les données de télémétrie, l'espèce est principalement notée à des altitudes situées entre 10 et 30 mètres (Figure 67).

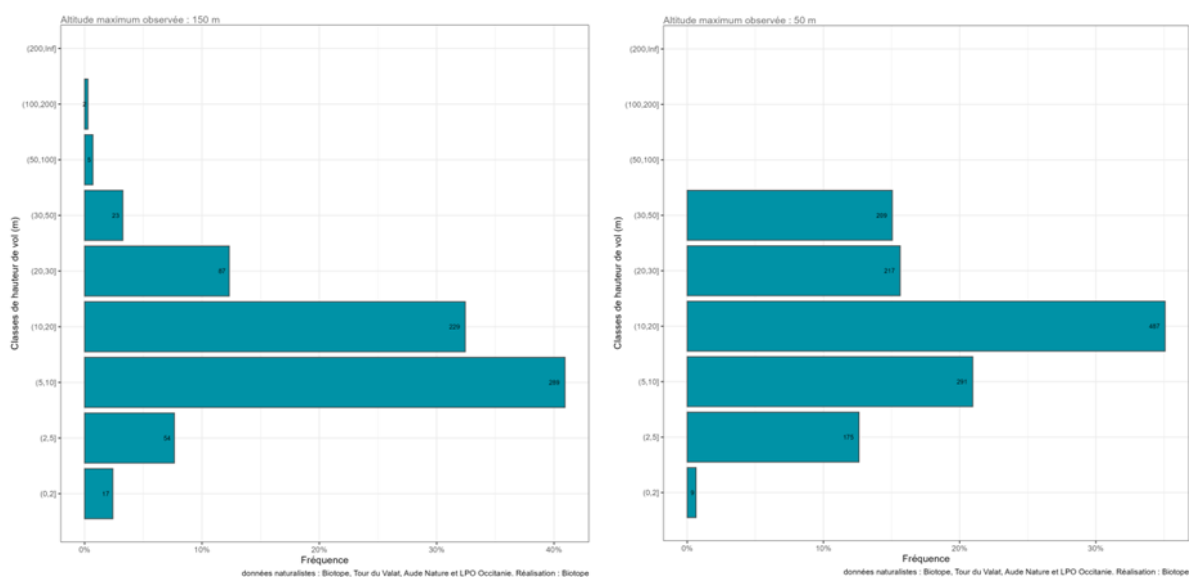


Figure 67 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne caugék - Expertises nautiques 2022-2024.

1.2.7 Sterne pierregarin

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Sterne pierregarin est régulièrement observée avec 2503 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 6,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). C'est la quatrième espèce d'oiseaux la plus observée à l'échelle de ces campagnes. 95% des Sternes pierregarins ont été contactés en période postnuptiale (97% en 2023 et 100% en 2024, avec une tendance inversée en 2022 sur un faible nombre d'individus).

Ces observations de Sterne pierregarin se répartissent principalement sur la frange côtière Nord du golfe du Lion en période prénuptiale comme le souligne la Figure 68. Les observations se répartissent dans le golfe du Lion plus au large en période postnuptiale.

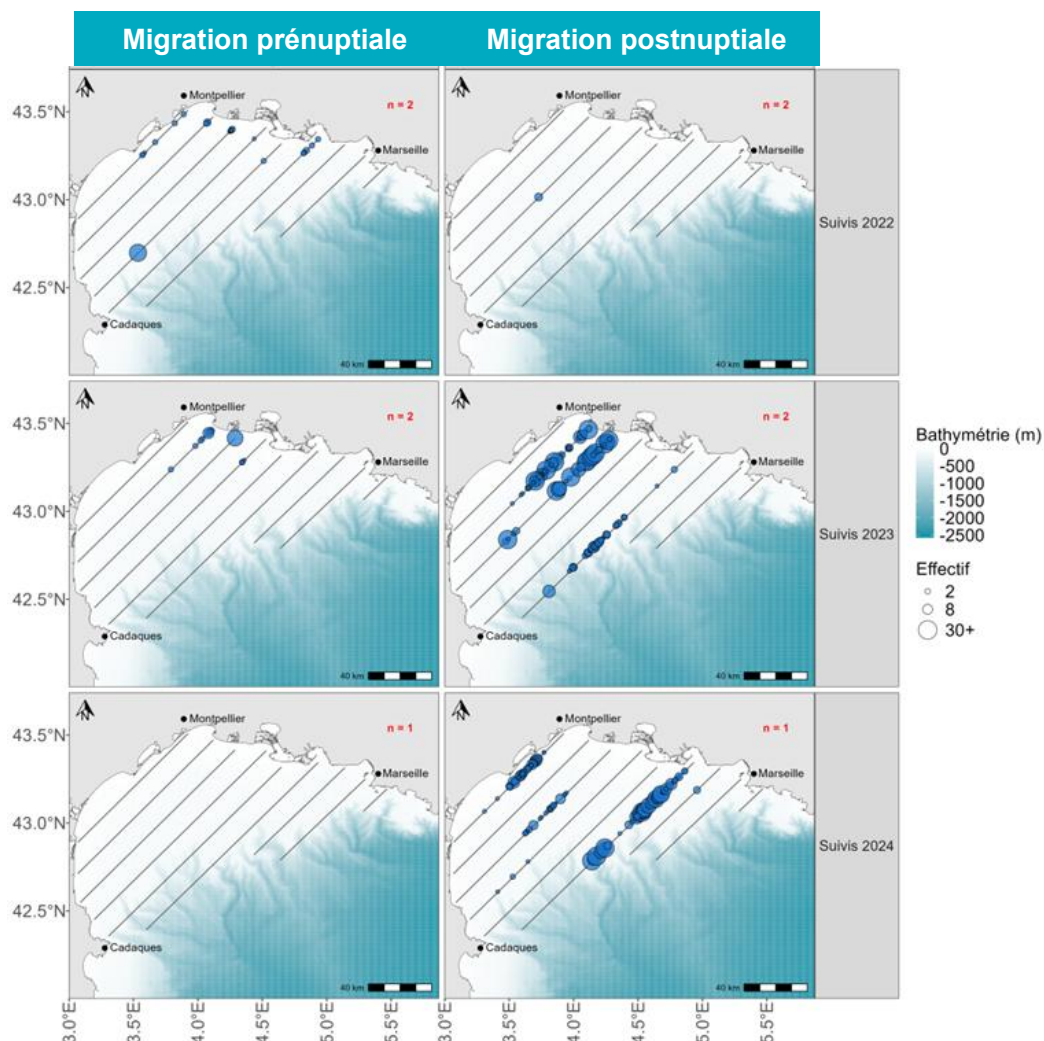


Figure 68 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise délimitée sur la Figure 69 suivante), 744 Sternes pierregarin ont été observées lors des 10 campagnes (respectivement 33 et 711 en période prénuptiale et postnuptiale). Ces individus représentent 5% de l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 30% des Sternes pierregarin observées sur l'ensemble du golfe du Lion.

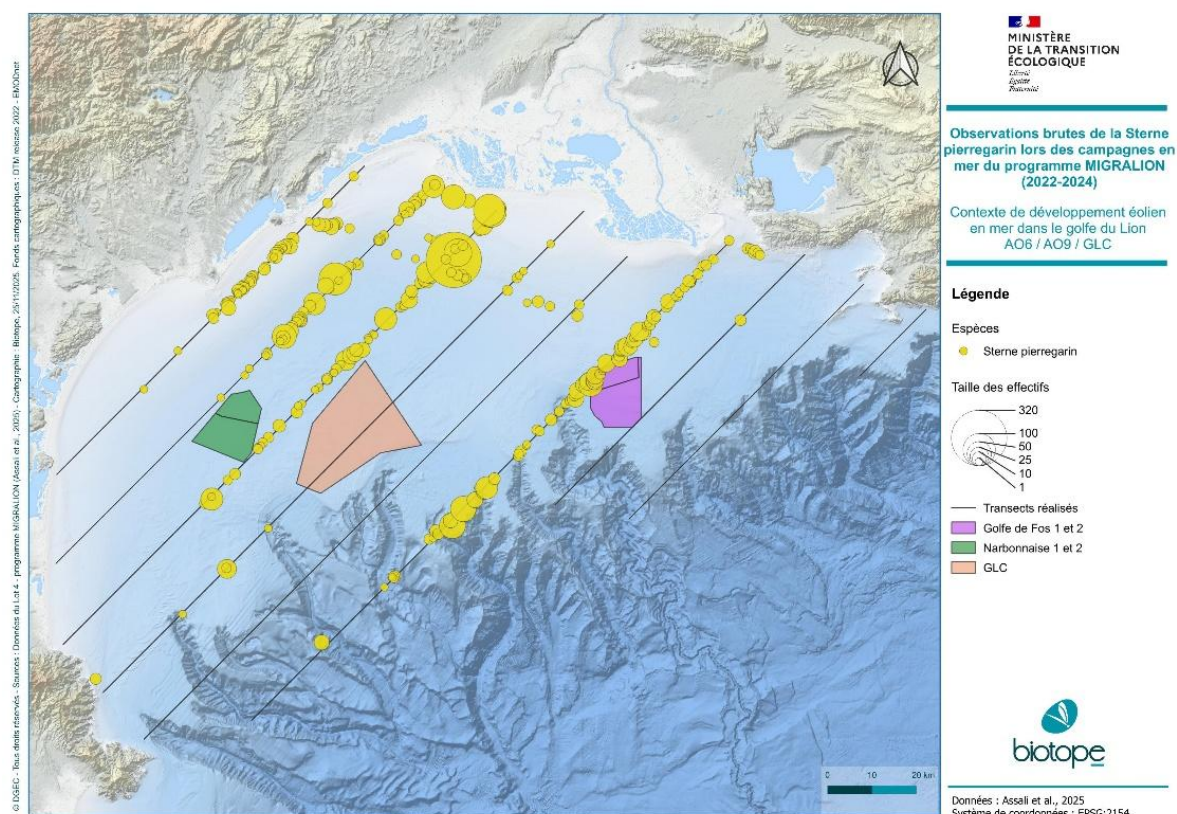
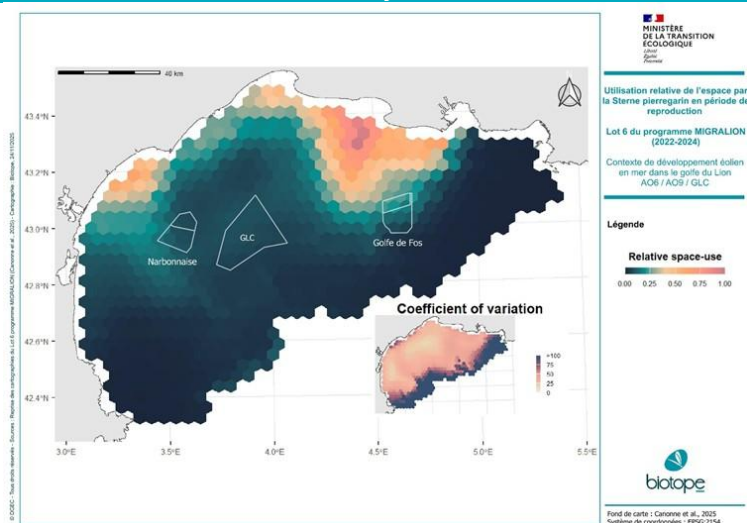


Figure 69 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer de la Sterne pierregarin lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024)

La répartition spatiale de la Sterne pierregarin a été estimée en période de reproduction et montre que les individus se concentrent près des côtes entre les mois d'avril et de juillet, principalement en face du delta du Rhône en Camargue, mais également vers la côte languedocienne (Figure 70 ci-dessous). Cette répartition reflète l'utilisation de l'espace par les oiseaux nicheurs locaux et non celle des oiseaux qui transitent par la zone d'étude lors des périodes internuptiales et issues des autres colonies à l'échelle à large échelle (colonies du bassin méditerranéen et au-delà).

En reproduction Avril - juillet



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 70 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne pierregarin en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Sterne pierregarin est une espèce inféodée au milieu aquatique qui va généralement être présente près des littoraux, des lacs, des rivières et des fleuves, tout au long de son cycle annuel. L'espèce s'aventure généralement peu loin des côtes en période de reproduction. En fin de reproduction, les oiseaux nicheurs ont tendances à gagner le littoral et à se regrouper en groupe parfois importants sur des secteurs favorables avant les départs en migrations. Cela est notamment noté en Camargue, où plusieurs milliers d'oiseaux peuvent parfois être notés lors des rassemblements postnuptiaux (Dupuy, 2022). Le golfe du Lion constitue ainsi une zone de halte migratoire d'importance avant les départs en migration les oiseaux nicheurs locaux mais également d'oiseaux issues des autres colonies du bassin méditerranéen et au-delà.

Les campagnes MIGRALION de l'automne (migration postnuptiale) montrent que ces rassemblements ne se cantonnent pas au littoral, avec des observations importantes plus au large et notamment au niveau de la zone de la Narbonnaise ou de son aire d'étude éloignée, formant des radeaux à proximité des zones où elles pêchent. Elles profitent énormément des ressources locales et notamment des chasses de thons pour s'alimenter avant leur traversée de la Méditerranée. Des radeaux sont alors bien visibles et rassemblent parfois plusieurs centaines d'individus sur des zones de concentration bien marquées. Des groupes mixtes Sterne pierregarin/Guifette noire sont ainsi largement observés à partir de fin août et s'étalent jusqu'à la fin octobre.

En migration prénuptiale, l'espèce est globalement absente au large et donc sur la zone d'étude de la Narbonnaise (l'essentiel des contacts sont alors côtiers).

La migration postnuptiale concentre ainsi les densités les plus importantes de Sterne pierregarin avec des densités maximales observées autour de 0.5 ind.km⁻².

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour la Sterne pierregarin montrent des altitudes de vol plus faibles que la Sterne caugek avec une majorité des observations situées entre 2 et 20 mètres (Figure 71).

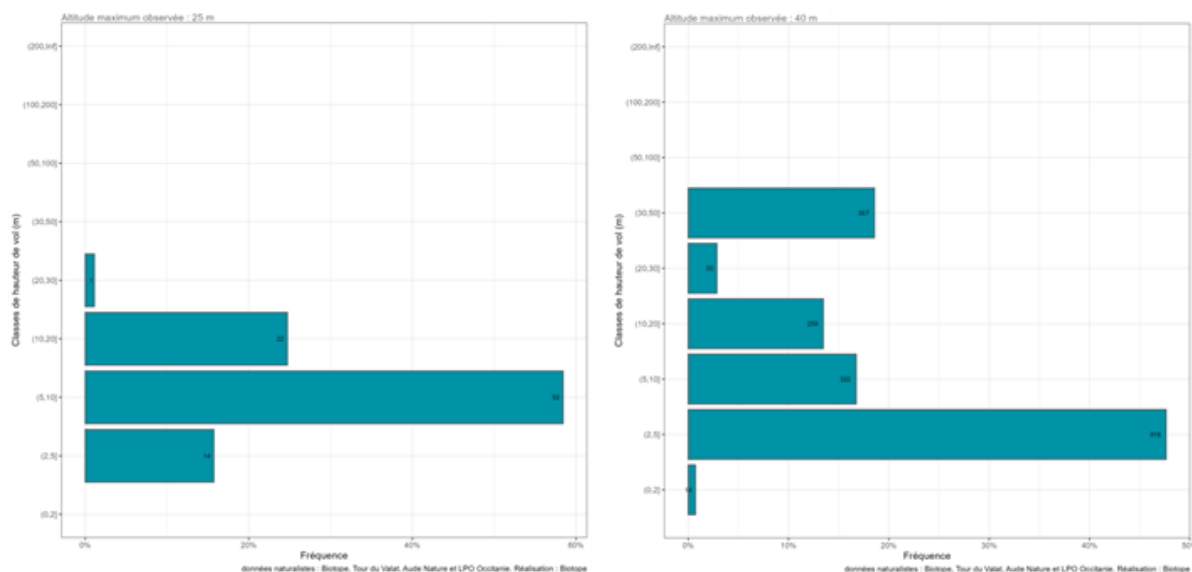


Figure 71 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.

1.2.8 Puffin des Baléares

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin des Baléares est peu observé avec 69 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente moins de 1% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). En 2022 comme en 2023, les observations se répartissent entre périodes pré-nuptiales et post-nuptiales. Un seul individu a été observé en 2024, en période post-nuptiale. A noter que la distinction entre Puffin des Baléares et Puffin yelkouan est parfois délicate en mer selon les conditions d'observation.

Certaines observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce entre le Puffin des Baléares ou le Puffin yelkouan : 377 individus sont concernés, soit environ 1% de l'effectif total d'oiseaux observés. En 2022 et en 2023, respectivement 91% et 89% de ces individus ont été observés en période pré-nuptiale. Seuls 3 Puffins yelkouan/Baléares ont été observés en 2024 (en période post-nuptiale).

Ces observations de Puffin des Baléares sont relativement homogènes à l'échelle du golfe du Lion en migration pré-nuptiale, comme le souligne la Figure 72 ci-dessous. En période post-nuptiale, elles se répartissent un peu plus vers la frange côtière.

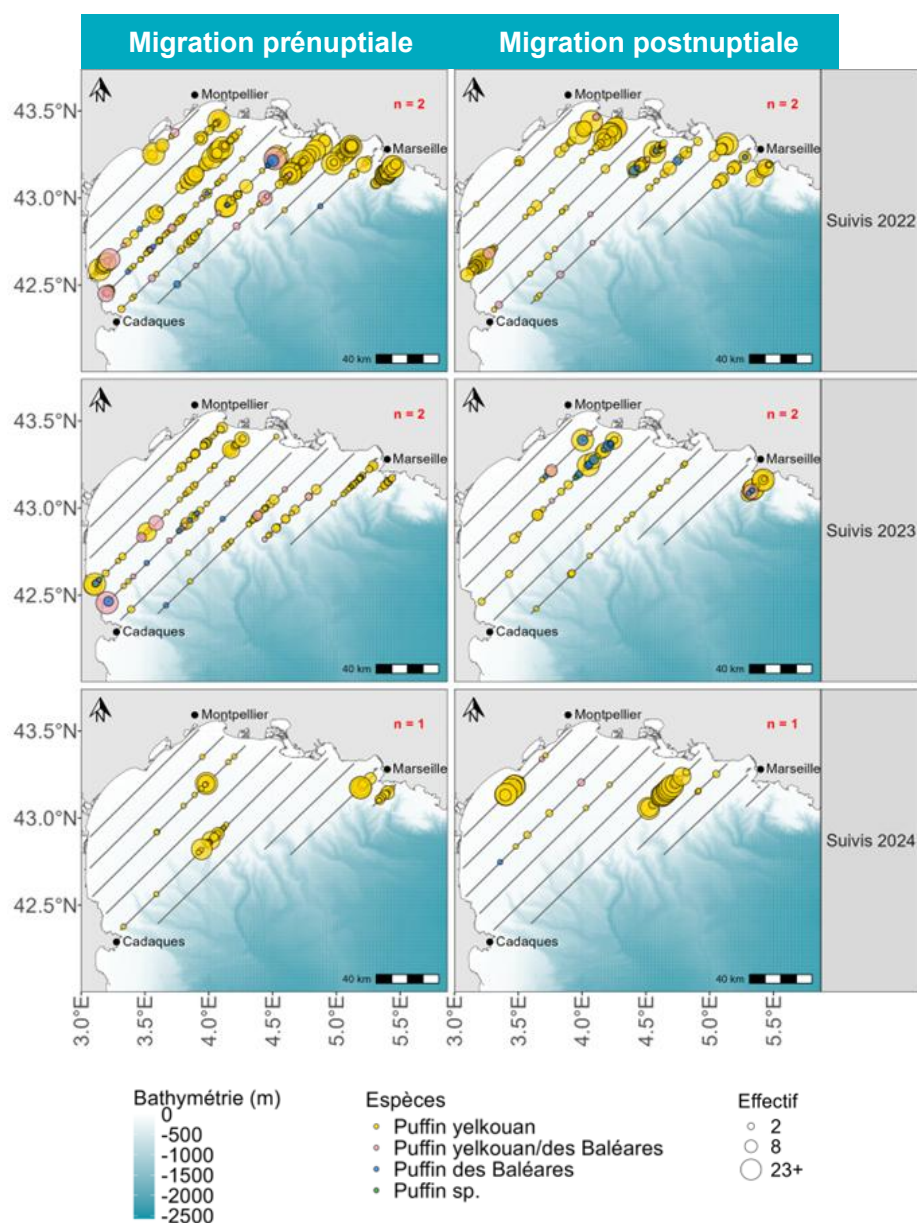


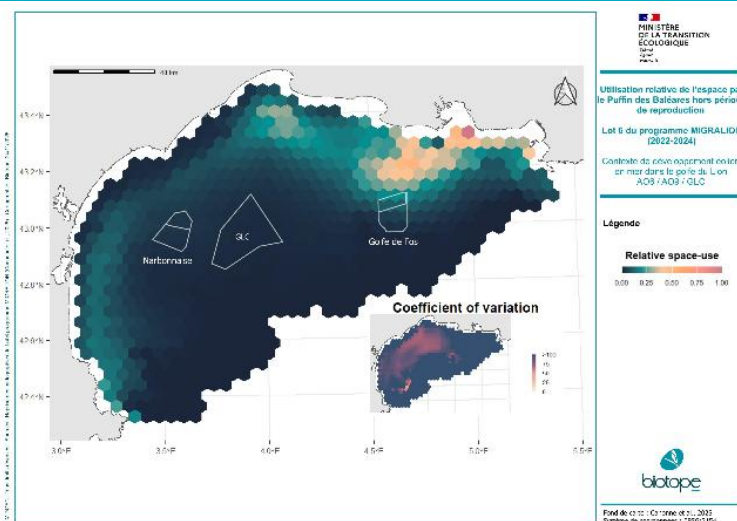
Figure 72 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise), 11 individus ont été observés lors des 10 campagnes. A ce jeu de données pourraient s'ajouter 41 individus non identifiés spécifiquement de Puffin yelkouan/Baléares. Le cumul de ces individus représente moins de 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. Les Puffins des Baléares observés au sein de l'aire d'étude éloignée comptent pour 16% du total des Puffins des Baléares observés à l'échelle du golfe du Lion. Les Puffins yelkouan/Baléares observés au sein de l'aire d'étude éloignée comptent pour 11% du total des Puffins yelkouan/Baléares observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale du Puffin des Baléares a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre une préférence pour les zones côtières, encore plus marquée dans la partie Nord-Est du golfe du Lion éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise (Figure 73 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 49 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour les Puffins des Baléares.

Hors reproduction*

Aout - décembre



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 73 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin des Baléares en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

À partir des mois de septembre-octobre, une part importante de la population de Puffin des Baléares migre vers l'Atlantique, et les retours vers la Méditerranée s'étalent d'avril à mai. Cette espèce semble exploiter des secteurs plus côtiers que le Puffin yelkouan, entre les lignes de sonde de 5-10 m et 35-40 m, mais elle ne dédaigne pas aller plus loin vers le large, attirée par les chalutiers.

Le Puffin des Baléares est abondant dans le secteur du Parc naturel marin du golfe du Lion. L'ouest du golfe du Lion et le Parc naturel marin jouent probablement un rôle important dans la conservation de l'espèce.

Les densités les plus importantes relevées dans le golfe du Lion pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan confondus s'élèvent à 2.2 ind.km⁻² au printemps (fin mars/début avril) et 0.5 ind.km⁻² à l'automne (fin septembre).

D'après les données collectées lors des campagnes en mer, les Puffins des Baléares contactés volent à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 74), comme les Puffins yelkouan suivis par télémétrie et campagnes en mer. De plus grandes altitudes de vols peuvent être occasionnellement observées, notamment en cas de conditions en mer agitée.

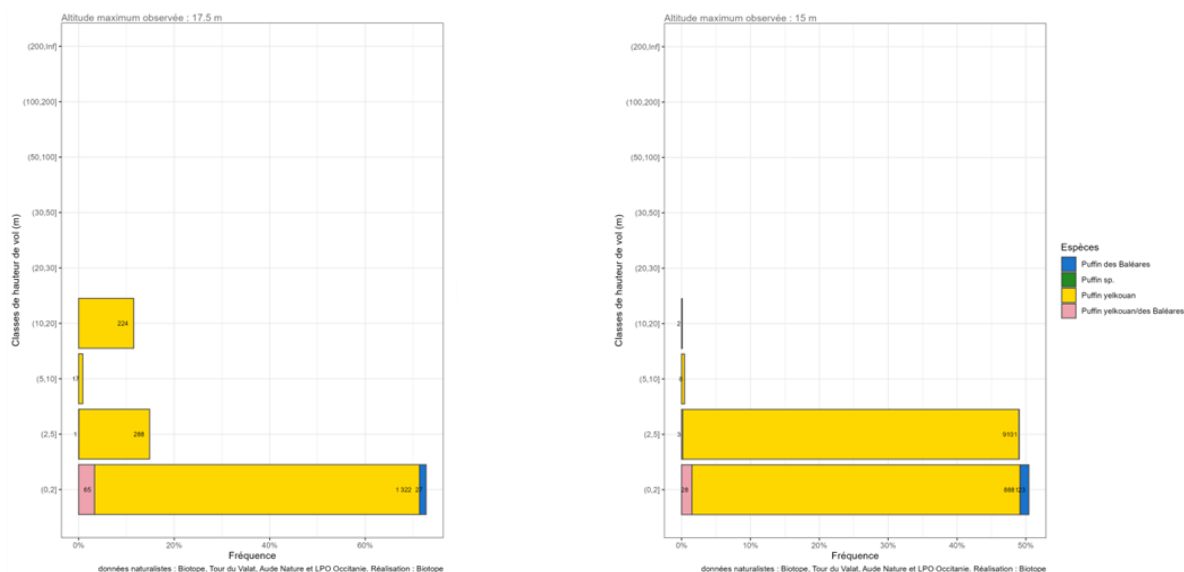


Figure 74 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.9 Puffin yelkouan

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin yelkouan est la troisième espèce la plus observée (après le Goéland leucophaée et la Mouette pygmée) avec 5 096 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 12,5% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Les observations se répartissent entre périodes pré-nuptiales et post-nuptiales avec 56,3% des Puffins yelkouan contactés en période pré-nuptiale. L'année 2022 se démarque avec 63,7% des Puffins yelkouan observés sur les trois années.

Certaines observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce entre le Puffin des Baléares ou le Puffin yelkouan : 377 individus sont concernés, soit environ 1% de l'effectif total d'oiseaux observés et qualifiés de Puffin yelkouan/des Baléares.

Ces observations de Puffin yelkouan montrent une présence dans l'ensemble du golfe du Lion avec une abondance plus marquée à l'est, au niveau du littoral Camarguais / golfe de Fos et d'Aigue Morte en migration pré-nuptiale, comme le souligne la Figure 75 ci-dessous. En période post-nuptiale, les observations se concentrent légèrement plus sur la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion.

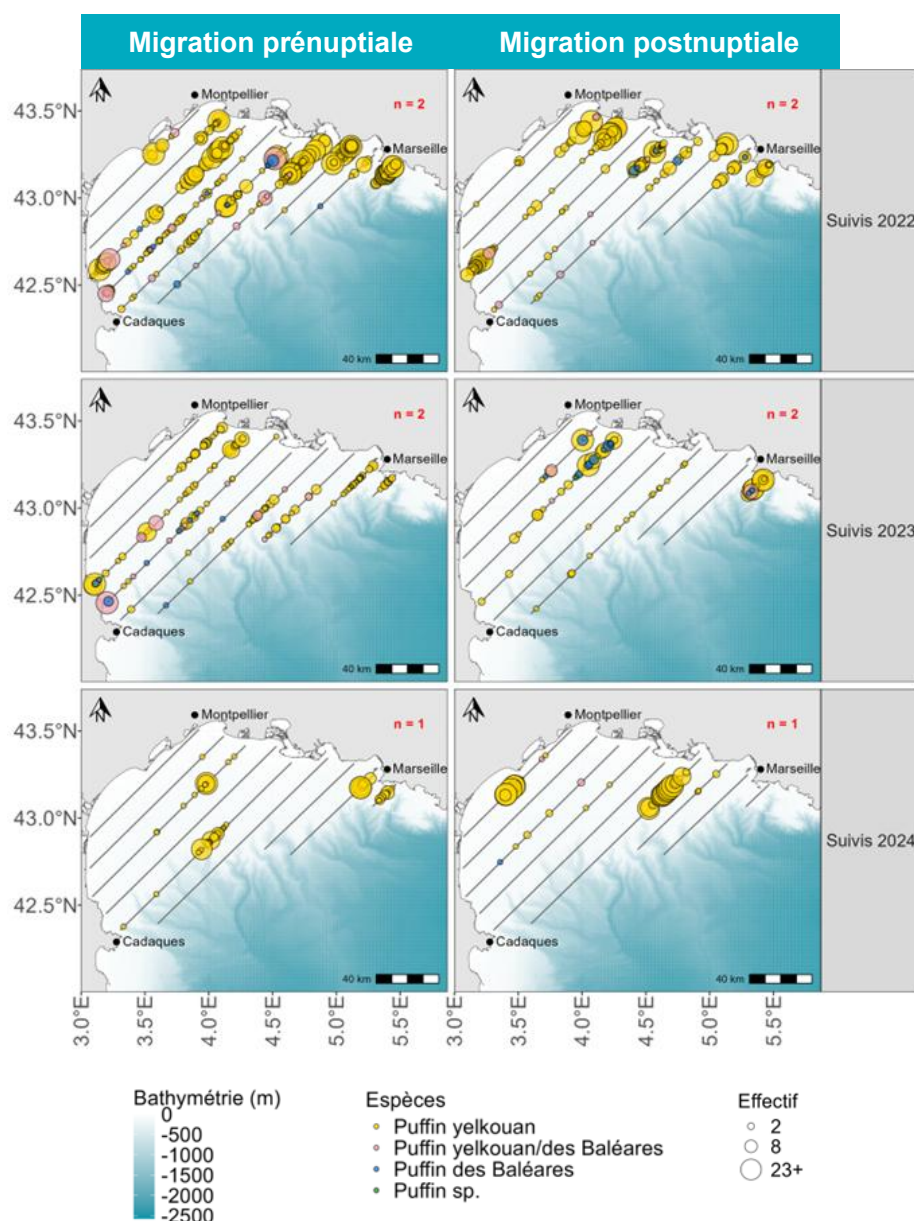


Figure 75 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yellow et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise, 651 individus ont été observés lors des 10 campagnes (400 individus en période prénuptiale et 251 en période postnuptiale). Ces individus représentent près de 5% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 13% des Puffins yellow observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

La répartition spatiale des Puffins yellow a été estimée et montre que l'espèce utilise préférentiellement et toute l'année la zone côtière du Nord-Est du golfe du Lion notamment au large de la Camargue et du golfe de Fos. La répartition des Puffins yellow semble toutefois plus diffuse à l'échelle du plateau continental du golfe du Lion en période de reproduction avec probablement plus de passage sur la zone de projet de la Narbonnaise, comme le soulignent les cartes suivantes.

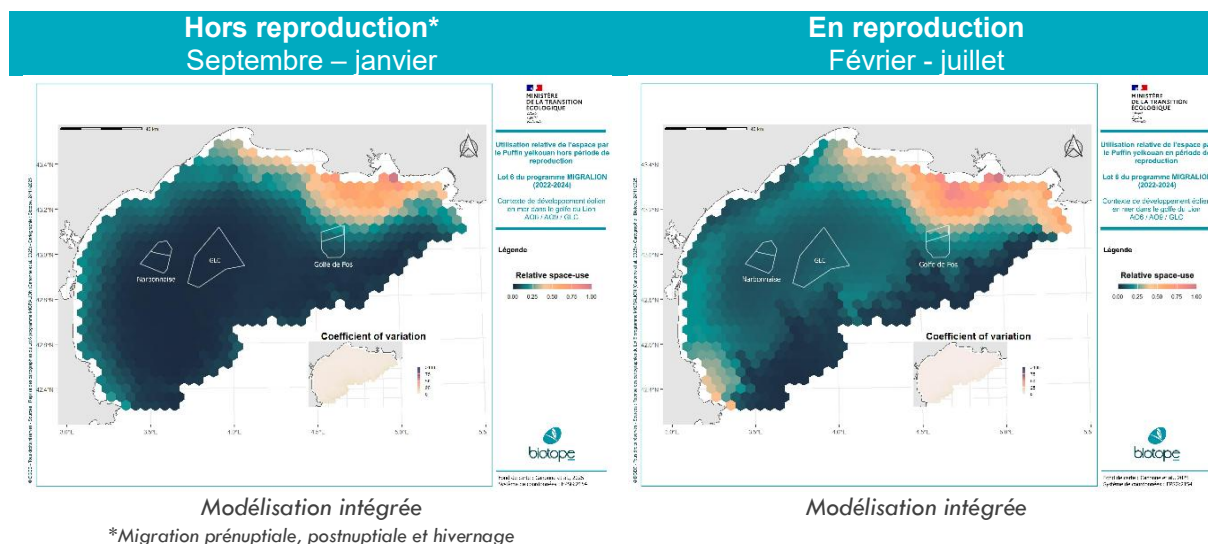


Figure 76 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin yelkouan en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Puffin yelkouan est une espèce endémique de la Méditerranée, qui niche sur les îles méditerranéennes (Corse, îles de Marseille, îles d'Hyères) pour la partie française mais également en Sardaigne, Italie, Turquie, Tunisie et Algérie avec d'importantes colonies. La totalité de la population de Puffin yelkouan semble demeurer dans le bassin méditerranéen bien qu'elle migre loin des colonies de reproduction, notamment en Méditerranée orientale. Le golfe du Lion joue un rôle important pour les individus résidents pendant la période internuptiale (Péron et al., 2013).

Le Puffin yelkouan affectionne les zones de petits fonds (< 100 m) pour se nourrir, en évitant ainsi les zones de grands fonds (canyons ; Bourgeois et al., 2007). Comme le montre les résultats des campagnes MIGRALION, il en résulte une occupation assez homogène de tout le plateau continental du golfe du Lion et notamment de la zone de projet : plutôt en période de reproduction qu'hors période de reproduction, mais on la trouve tout de même au niveau de la zone de projet lors des migrations pré-nuptiales et post-nuptiales d'après les observations des campagnes nautiques ci-dessus.

Les densités les plus importantes relevées s'élèvent à 0.34 ind.km⁻² au printemps (début avril) et 0.25 ind.km⁻² à l'automne (fin septembre).

En cohérence avec les données collectées par GPS, le Puffin yelkouan passe la majeure partie de son temps de vol à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 77). De plus grandes altitudes de vols peuvent être occasionnellement observées, notamment en cas de conditions en mer agitée.

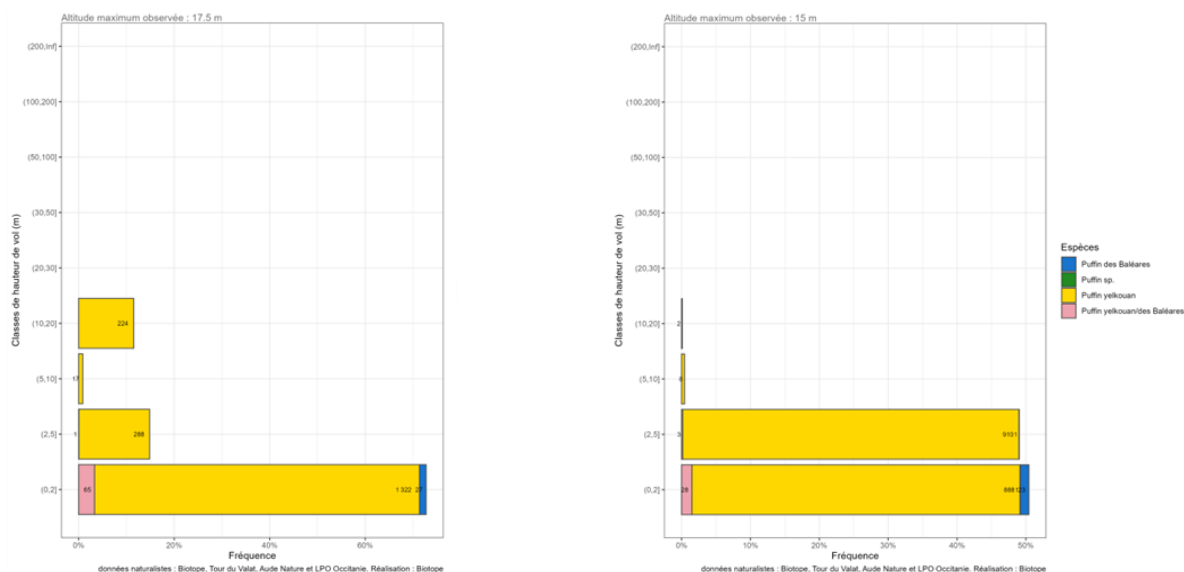


Figure 77 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.10 Puffin de Scopoli

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin des Scopoli a été régulièrement observé avec 1 212 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 3% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Chaque année, les observations sont majoritaires en migrations post-nuptiales avec quasiment 70% des individus contactés en période post-nuptiale contre 30% en période pré-nuptiale.

Ces observations de Puffin de Scopoli sont relativement homogènes à l'échelle du golfe du Lion en migration post-nuptiale, comme le souligne la Figure 78 ci-dessous. En période pré-nuptiale, les observations se rapprochent de la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion vers le golfe de Fos.

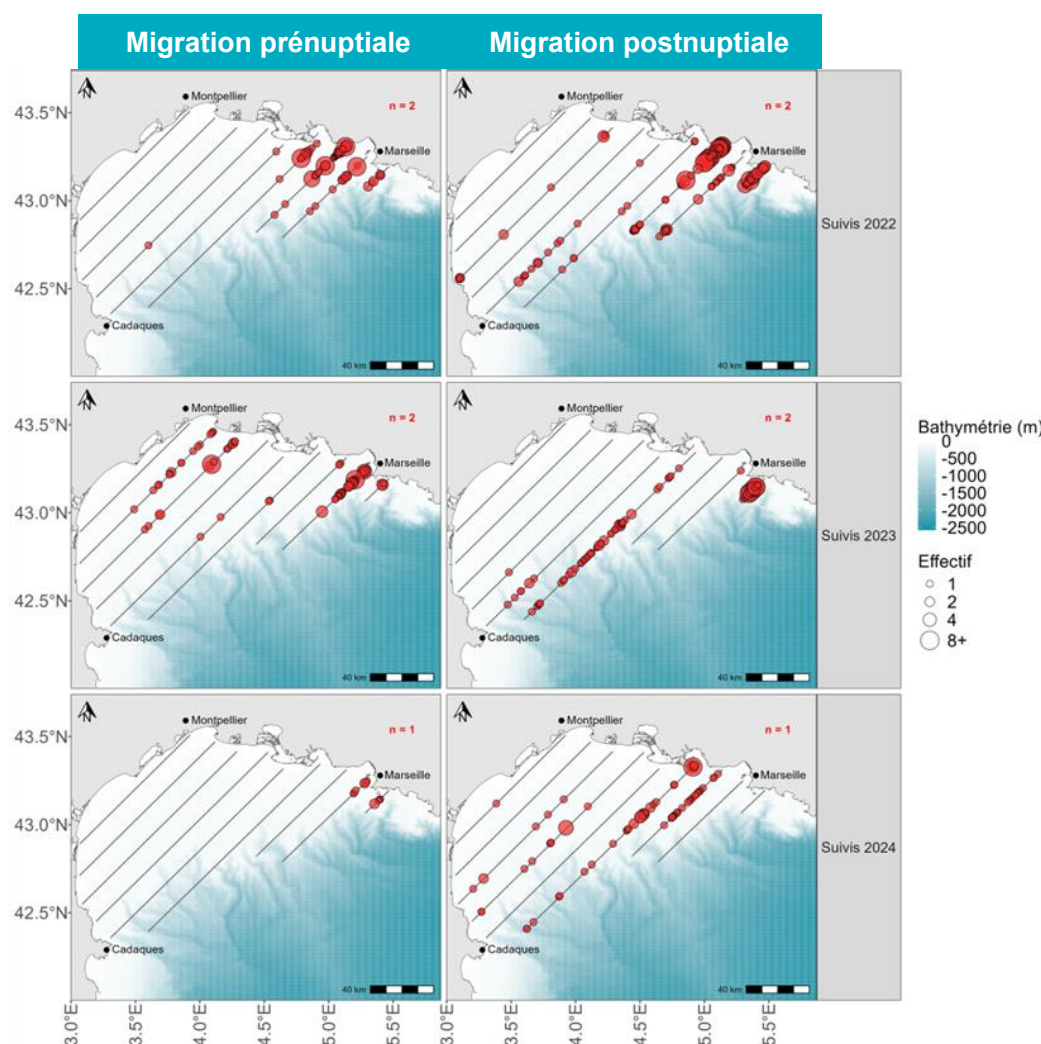
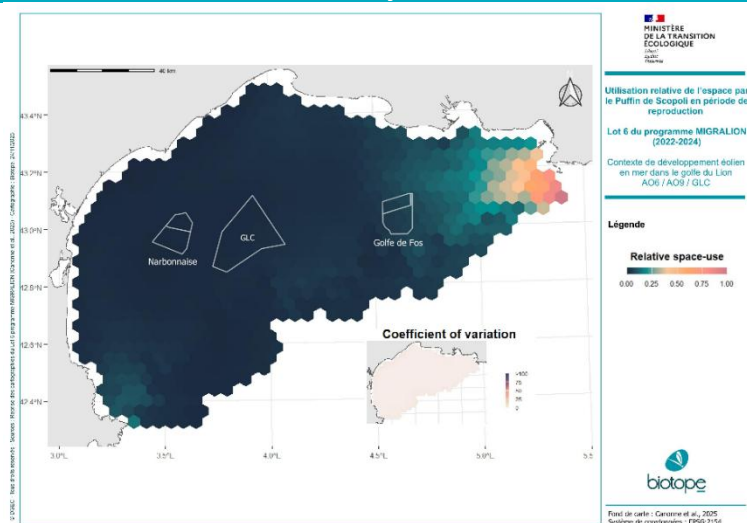


Figure 78 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise, 45 individus ont été observés lors des 10 campagnes (dont 66% en période postnuptiale). Ces individus représentent moins de 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée et 4% du total des Puffins de Scopoli observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale du puffin de Scopoli a été estimée en période de reproduction et montre que les individus sont majoritairement présents dans la partie Est du golfe du Lion, plus éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise (Figure 79 ci-dessous).

En reproduction Mars - juillet



Modélisation intégrée

Figure 79 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin de Scopoli en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Puffin de Scopoli, espèce endémique à la Méditerranée, niche sur les îles méditerranéennes (Corse, îles de Marseille, îles d'Hyères). Migrateurs transéquatoriaux, leurs aires d'hivernage se situent en Atlantique et Sud-Ouest de l'Océan Indien et plus marginalement dans le bassin méditerranéen. De manière générale, le Puffin de Scopoli est une espèce pélagique qui s'alimente sur le plateau continental, sur les têtes de canyon et les zones de remontées abyssales (upwelling). Dans ces secteurs, le Puffin de Scopoli trouve sa nourriture de manière opportuniste, en recherchant les chasses de thons, les œufs ou larves d'espèces pélagiques et les chalutiers en activité. Peu de Puffins cendrés hivernent en Méditerranée (Borg et al., 1999, Anselme et al., 2012). La plupart rejoignent l'Océan Atlantique, rapidement après l'envol des jeunes, en passant par Gibraltar entre mi-octobre et mi-novembre (Camphuysen et al., 2001). L'hivernage se réalise essentiellement au large de l'Afrique de l'Ouest. Lors des campagnes MIGRALION, les Puffins de Scopoli sont observés globalement proche des colonies (îles de Marseille) dès les campagnes de mars ; la dispersion plus au large, au niveau des canyons semble plus marquée à l'automne, avant les départs vers les sites d'hivernage en Atlantique.

En cohérence avec les données collectées par GPS, le Puffin de Scopoli passe la majeure partie de son temps de vol à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 80).

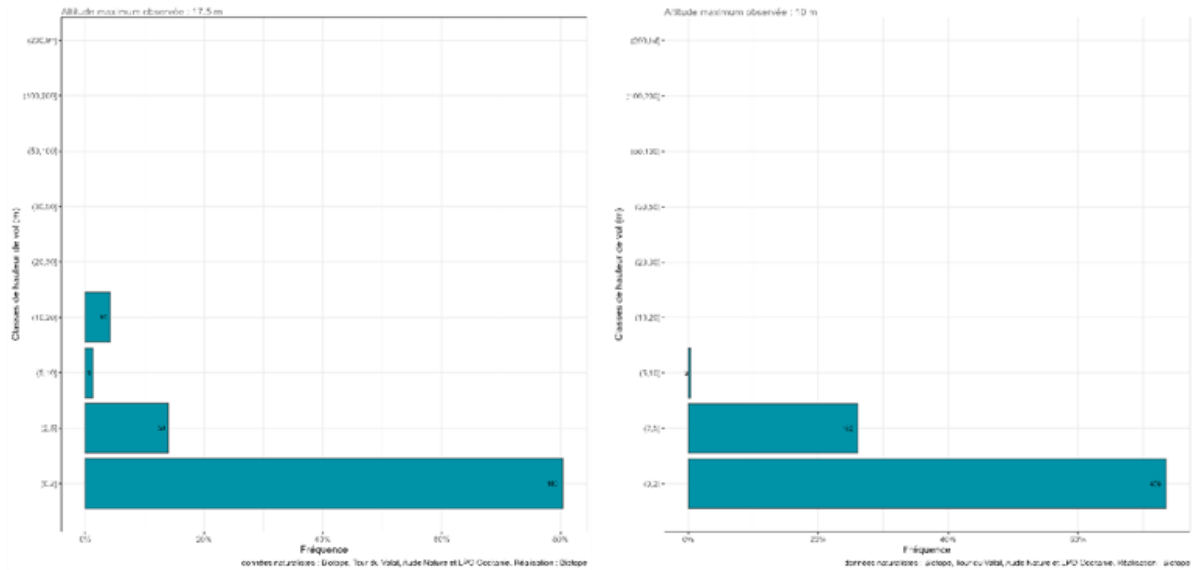


Figure 80 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Puffin de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.11 Océanite tempête

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), l'Océanite tempête de Méditerranée a été observée avec 202 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,5% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Sur les 10 campagnes des trois années cumulées, 74% des individus ont été contactés en période postnuptiale, à l'automne. L'année 2022 se démarque toutefois avec 100% des 43 individus contactés en période pré-nuptiale, au printemps.

A ce jeu de données pourraient s'ajouter 40 individus non identifiés spécifiquement (Océanite sp.), contactés en 2023 en période postnuptiale.

Ces observations d'Océanite tempête de Méditerranée se localisent au large du golfe du Lion et plutôt au niveau des talus et têtes de canyons, comme le souligne la Figure 81 ci-dessous, avec certaines observations également réparties sur le plateau continental.

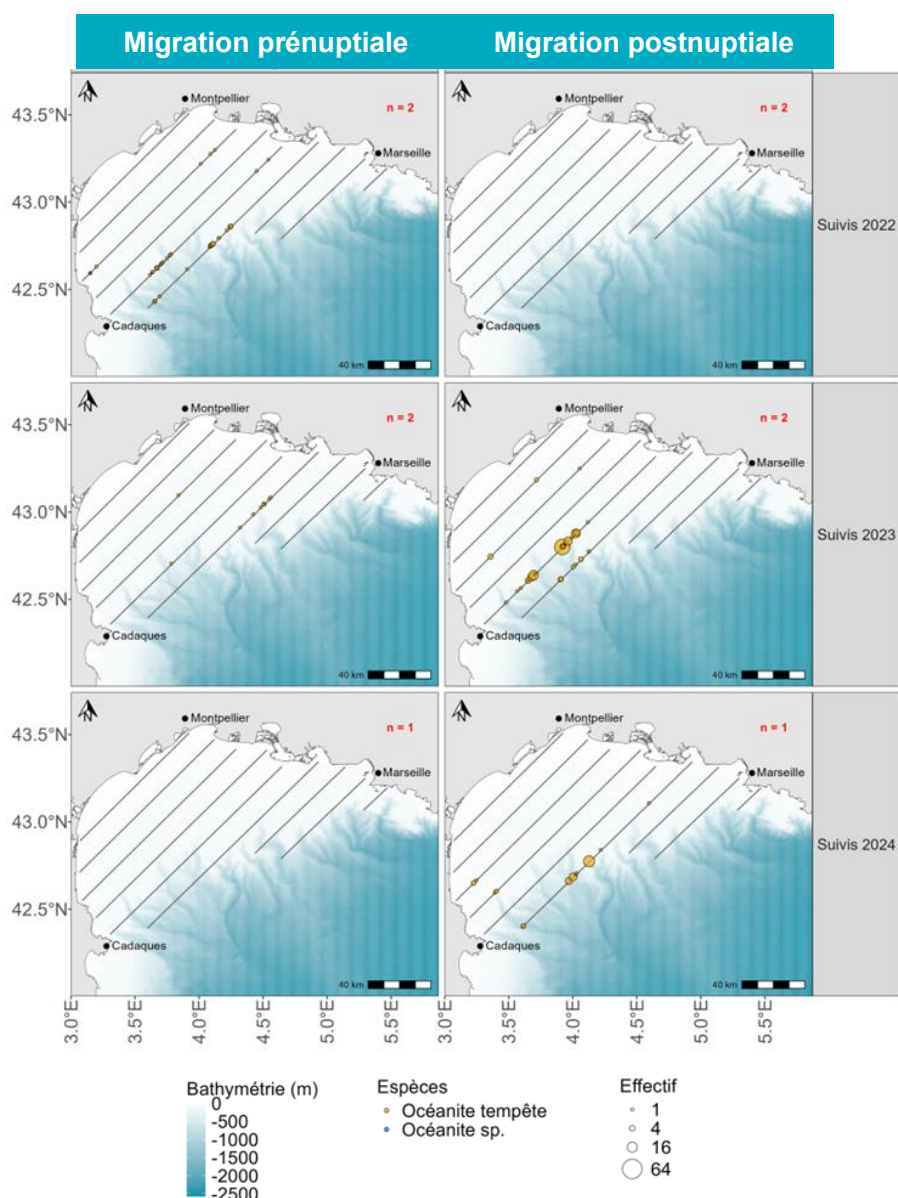


Figure 81 : Cartographie de synthèse des observations des Océanites - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise représentée en vert sur la Figure 82 ci-dessous), 95 individus ont été observés lors des 10 campagnes, respectivement 16 et 79 individus en période prénuptiale et postnuptiale. A ce jeu de données pourraient s'ajouter les 40 individus non identifiés spécifiquement (Océanite sp.). Le cumul de ces individus représente 1% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille ainsi 47% des Océanites tempêtes observées à l'échelle du golfe du Lion.

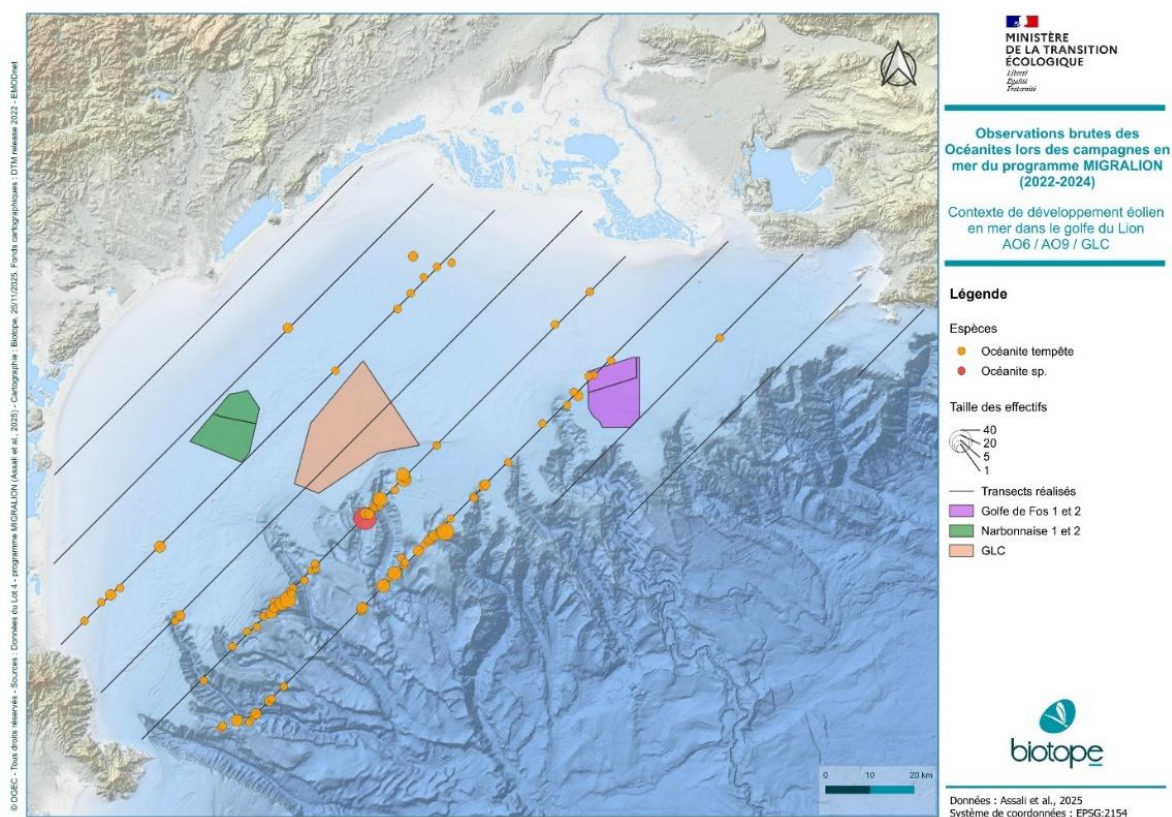
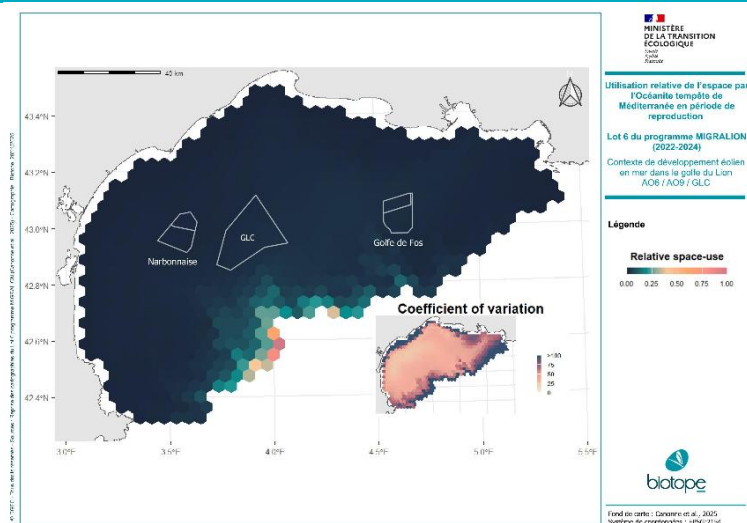


Figure 82 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Océanites lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024)

La répartition spatiale de l'Océanite tempête de Méditerranée a été estimée en période de reproduction et montre une présence relativement uniforme sur l'ensemble de la zone étudiée (Figure 83 ci-dessous). La zone de forte présence estimée au sud-est du golfe du Lion correspond à un secteur caractérisé par une forte incertitude, liée au manque de données disponibles dans des conditions environnementales peu échantillonnées. Les résultats dans cette zone-là doivent donc être interprétés avec précaution.

En reproduction Avril - aout



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 83 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

L'Océanite tempête de Méditerranée est une espèce planctonophage qui exploite de vastes zones marines allant du talus au plateau continental. Les dernières colonies françaises se situent aujourd'hui en Corse et potentiellement dans les îles d'Hyères et de Marseille.

Les Océanites tempêtes de Méditerranée présentes dans le golfe du Lion ne semblent pas quitter le bassin Méditerranéen durant la période internuptiale (Hémery et al., 1985, Paterson 1997). Les observations concernent donc majoritairement des oiseaux adultes non nicheurs ou des oiseaux immatures en provenance des grandes colonies comme les Baléares. L'espèce s'observe toute l'année avec toutefois un probable pic en fin d'été lié à la dispersion postnuptiale de ces grandes colonies de Méditerranée.

Lors des campagnes MIGRALION d'automne, des effectifs conséquents ont ainsi été notés au niveau des canyons de l'aire d'étude éloignée de la Narbonnaise. La présence d'oiseaux au printemps y est également notée mais en de plus faible quantité et plus ponctuellement. En effet, les conditions environnementales créées au niveau de fortes pentes telles que les rebords de plateau continental et des talus favorisent l'agrégation de proies, attirant ainsi de nombreuses espèces pélagiques d'oiseaux marins comme l'Océanite tempête de Méditerranée (Cox et al., 2018 ; Weimerskirch et al., 2007). Le secteur du Parc naturel marin du golfe du Lion situé au sud de la zone de projet semblerait jouer un rôle important pour les oiseaux non nicheurs ou pour les oiseaux ayant fini leur reproduction.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour l'Océanite tempête de Méditerranée montrent de faibles altitudes de vol pour cette espèce, généralement inférieure à 5 mètres (Figure 84).

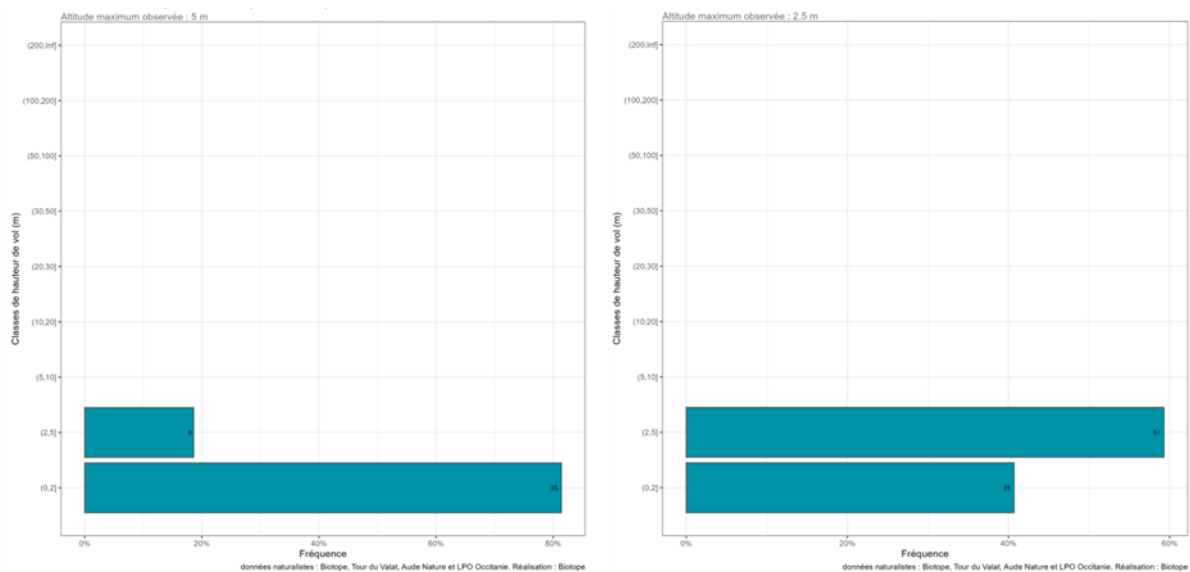


Figure 84 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour l'Océanite tempête de Méditerranée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.12 Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda)

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les Alcidés ont été régulièrement observés avec 504 Macareux moines et 336 Pingouins tordas contactés au cumul des trois années, ce qui représente respectivement 1,2% et 0,8% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Sur les 10 campagnes des trois années cumulées, 90,3% des Macareux moines et 100% des Pingouins tordas ont été contactés en période pré-nuptiale.

Les observations d'Alcidés, plus denses en période pré-nuptiale, se répartissent sur l'ensemble du golfe du Lion, incluant le plateau continental et jusqu'au talus et têtes de canyons, comme le souligne la Figure 85 ci-dessous.

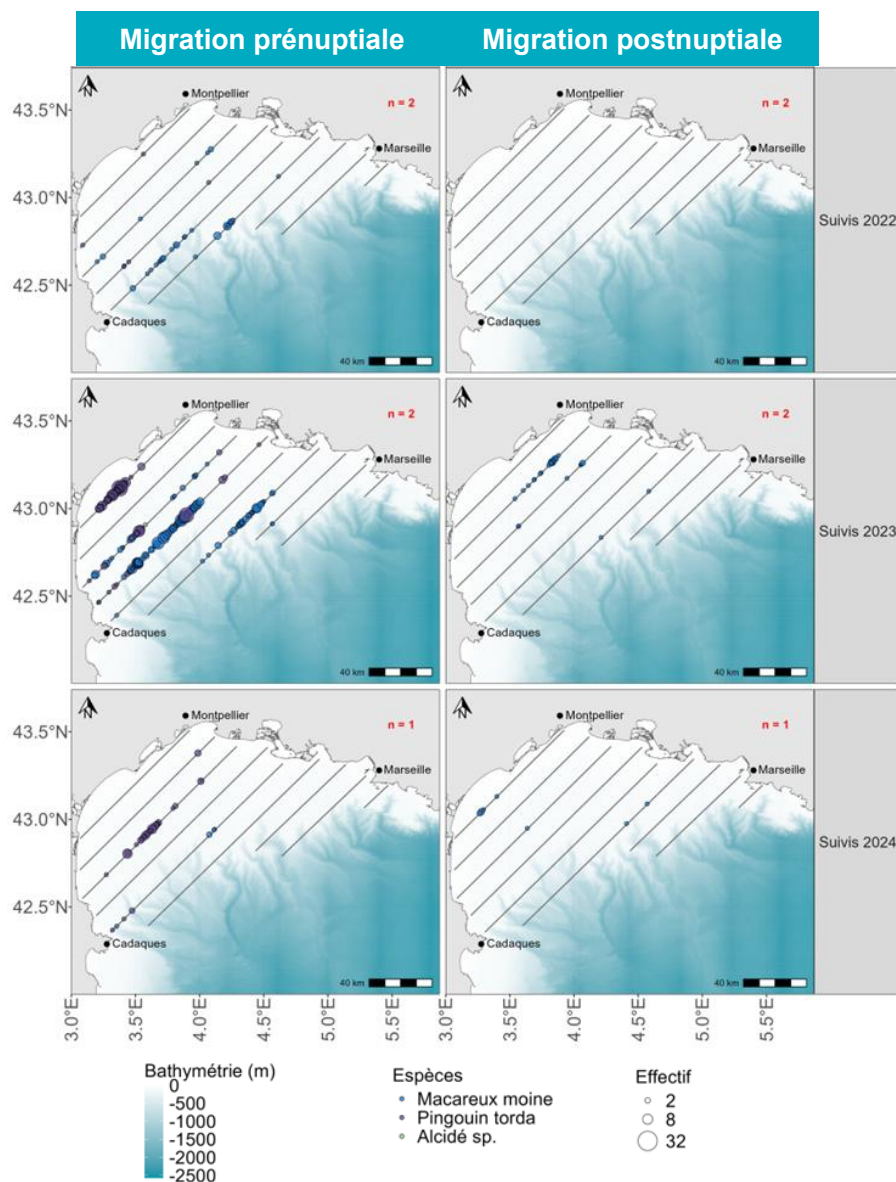


Figure 85 : Cartographie de synthèse des observations des Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise représentée en vert sur la Figure 86 ci-dessous), lors des 10 campagnes, 344 Macareux moines ont été observés en période prénuptiale et 40 en période postnuptiale. Ces individus représentent près de 3% de l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 76% des Macareux moines observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

Pour le Pingouin torda, 306 individus ont été observés au sein de l'aire d'étude éloignée en période prénuptiale. Ces individus représentent 2% de l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 91% du total des Pingouins torda observés à l'échelle du golfe du Lion.

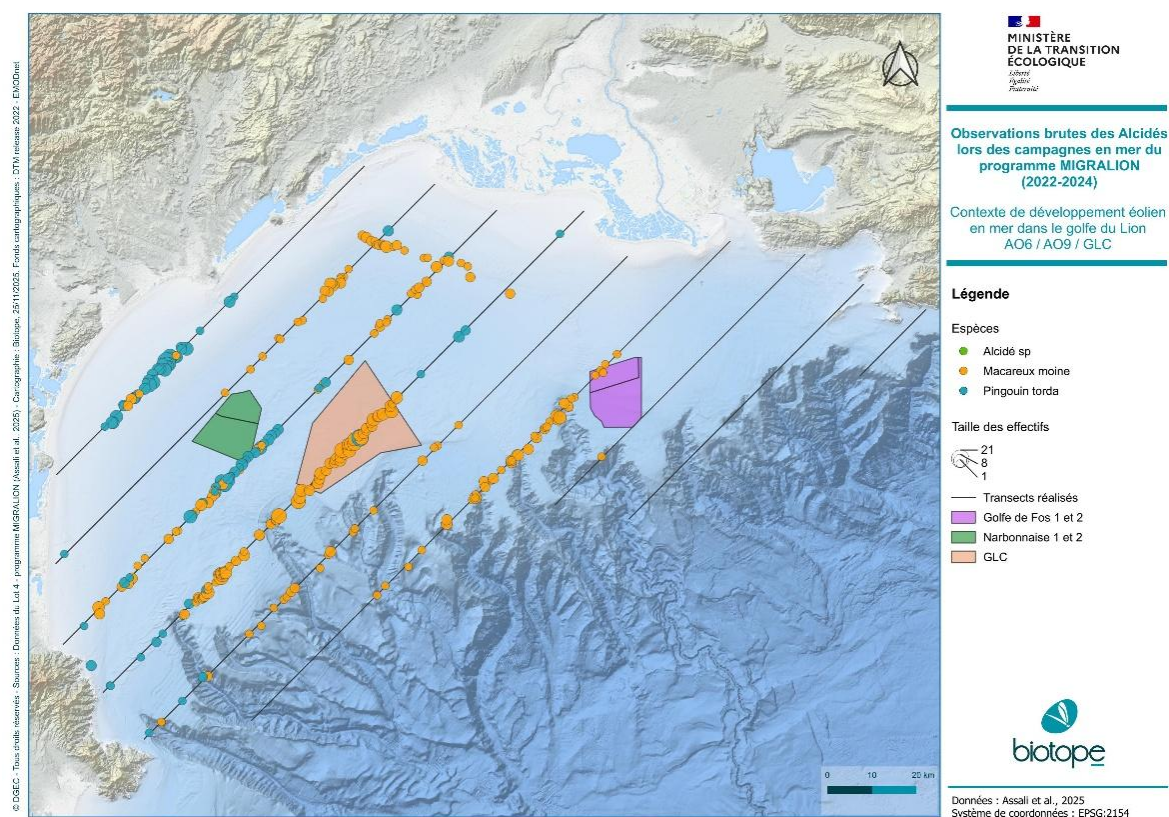


Figure 86 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Alcidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale du Macareux moine et du Pingouin torda a été estimée en dehors de la période de reproduction, respectivement à gauche et à droite sur les cartes ci-dessous (Figure 87). Les résultats soulignent que ces deux espèces d'Alcidés se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe.

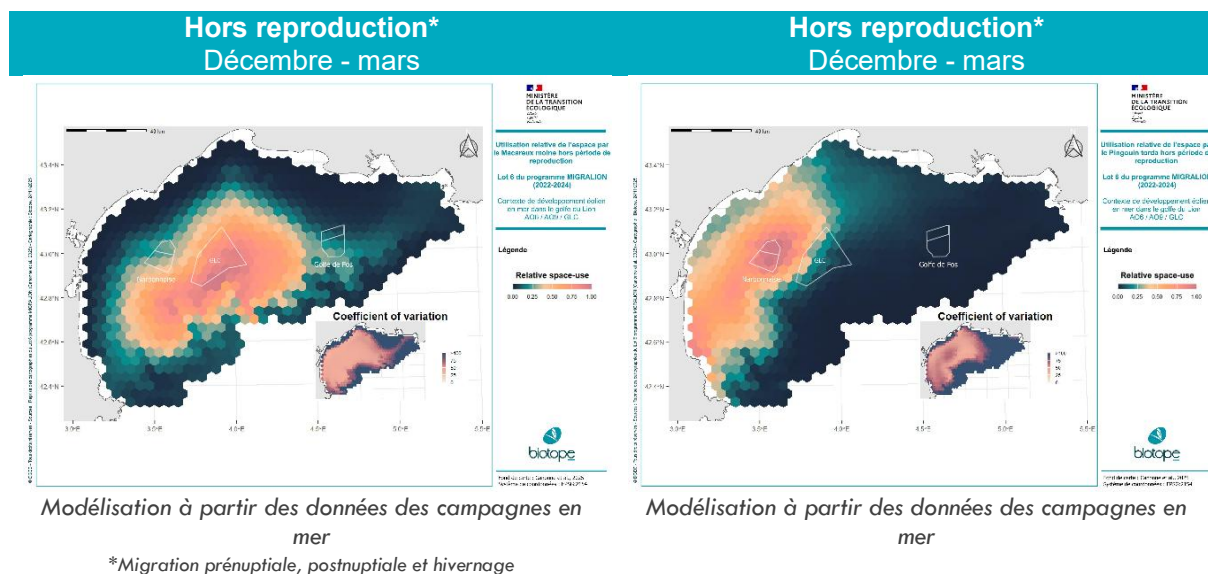


Figure 87 : Utilisation relative de l'espace par le Macareux moine (à gauche) et le Pingouin torda (à droite) en période hors reproduction dans le golfe du Lion. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Pingouin torda est essentiellement observé en hivernage au sein du golfe du Lion, et notamment au sein de la zone de projet de la Narbonnaise. Cette présence importante sur la zone de projet est le reflet des observations printanières d'oiseaux dans toute la partie ouest du golfe du Lion.

Concernant le Macareux moine, l'espèce est connue pour fréquenter les eaux du golfe du Lion en été, essentiellement d'avril à juillet (Ruffray, 2014). Les observations dans le cadre des campagnes MIGRALION montrent une présence assez marquée au printemps, ce qui tend à prouver que les Macareux moines présents en Méditerranée sont des oiseaux immatures. Des zones de concentrations sont identifiées au niveau de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise. Les premiers hivernants sont présents dès les mois d'automne. Cette phenologie d'observation des Macareux moines en Méditerranée est tout à fait particulière et fait l'objet souvent de débat au sein de la communauté ornithologique.

Lors des campagnes MIGRALION, le pic de présence des Alcidés se situait au mois de mars avec 1.37 ind.km^{-2} .

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour les Alcidés sont globalement faibles. Il faut toutefois noter des observations d'altitude de vol situés entre 10 et 20 mètres pour le Pingouin torda au printemps (Figure 88).

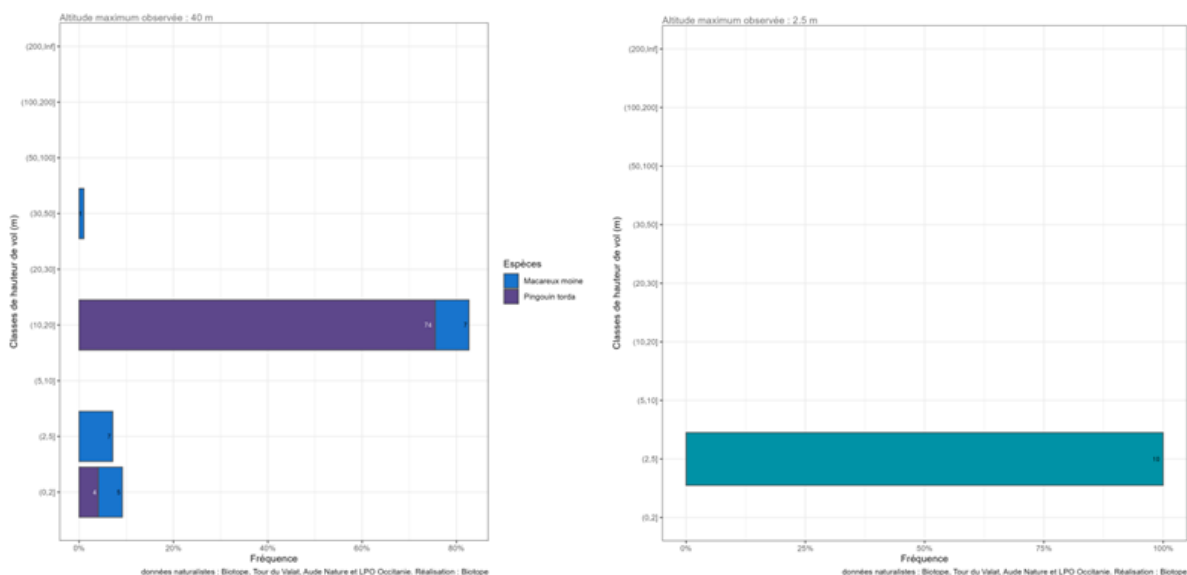


Figure 88 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024. A droite, Macareux moine uniquement. (Assali et al., 2025).

1.2.13 Fou de Bassan

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Fou de Bassan a été observé de manière anecdotique : 17 individus ont été contactés au cumul des trois années pour un effectif total d'oiseaux contactés de 40 703 individus. Ces observations se répartissent équitablement entre périodes prénuptiale (41%) et postnuptiale (59%). Elles restent relativement proches côtières pour la plupart malgré quelques exceptions, donc assez éloignées de la zone de projet de la Narbonnaise.

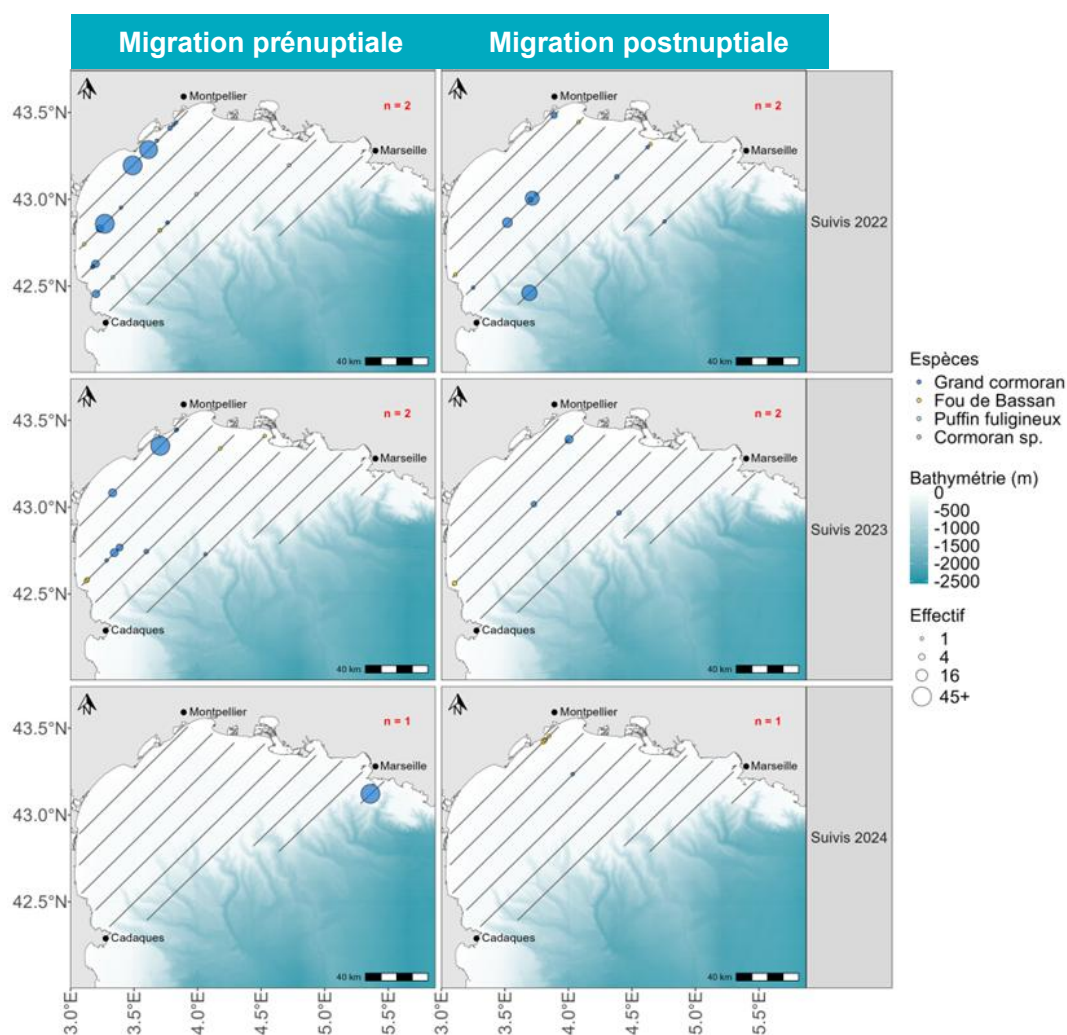
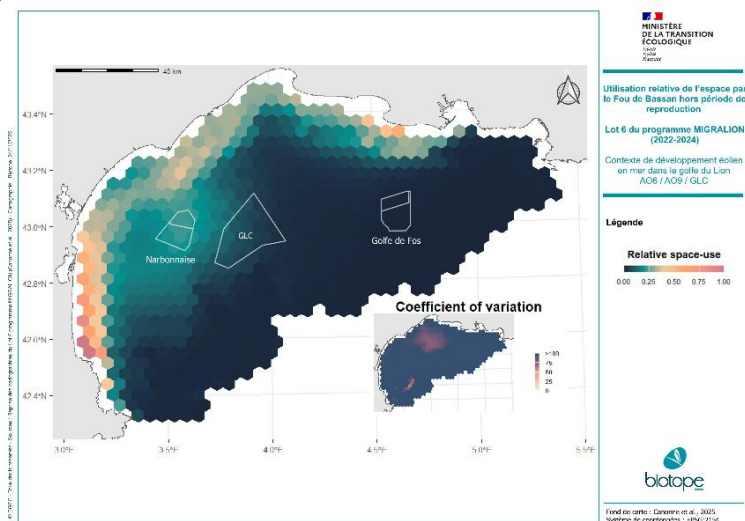


Figure 89 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise, un unique individu a été observé lors des 10 campagnes réalisées.

La répartition spatiale du Fou de Bassan a été estimée en dehors de la période de reproduction et montre une présence majoritairement côtière donc éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise (Figure 90 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 52 données d'observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour le Fou de Bassan.

Hors reproduction Octobre - Avril



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 90 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour le Fou de Bassan sont inférieures à 20m en période prénuptiale et inférieures à 30m en période postnuptiale (Figure 91).

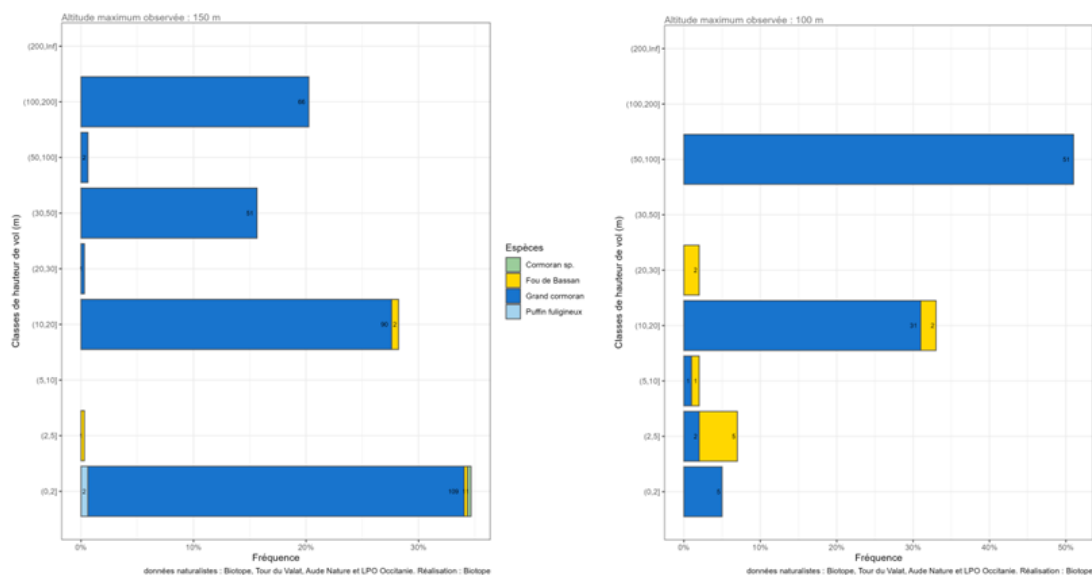


Figure 91 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.14 Labbes

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), plusieurs Stercorariidés ont été identifiés à l'espèce : le Labbe pomarin et le Labbe parasite plus communes, ainsi que le Grand labbe et le Labbe à longue queue plus anecdotiques. Au total, 132 Stercorariidés ont été contactés au cumul des trois années dont 70 Labbes pomarins et 53 Labbes parasites, ce qui représente 0,3% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). 86% de ces observations ont été réalisées en périodes prénuptiale contre 14% en période postnuptiale.

Les observations sont réparties dans l'ensemble du golfe du Lion, tant au niveau du plateau continental que plus au large vers le talus et les canyons (Figure 92). Le Labbe pomarin semble légèrement plus pélagique que le Labbe parasite qui est plus côtier.

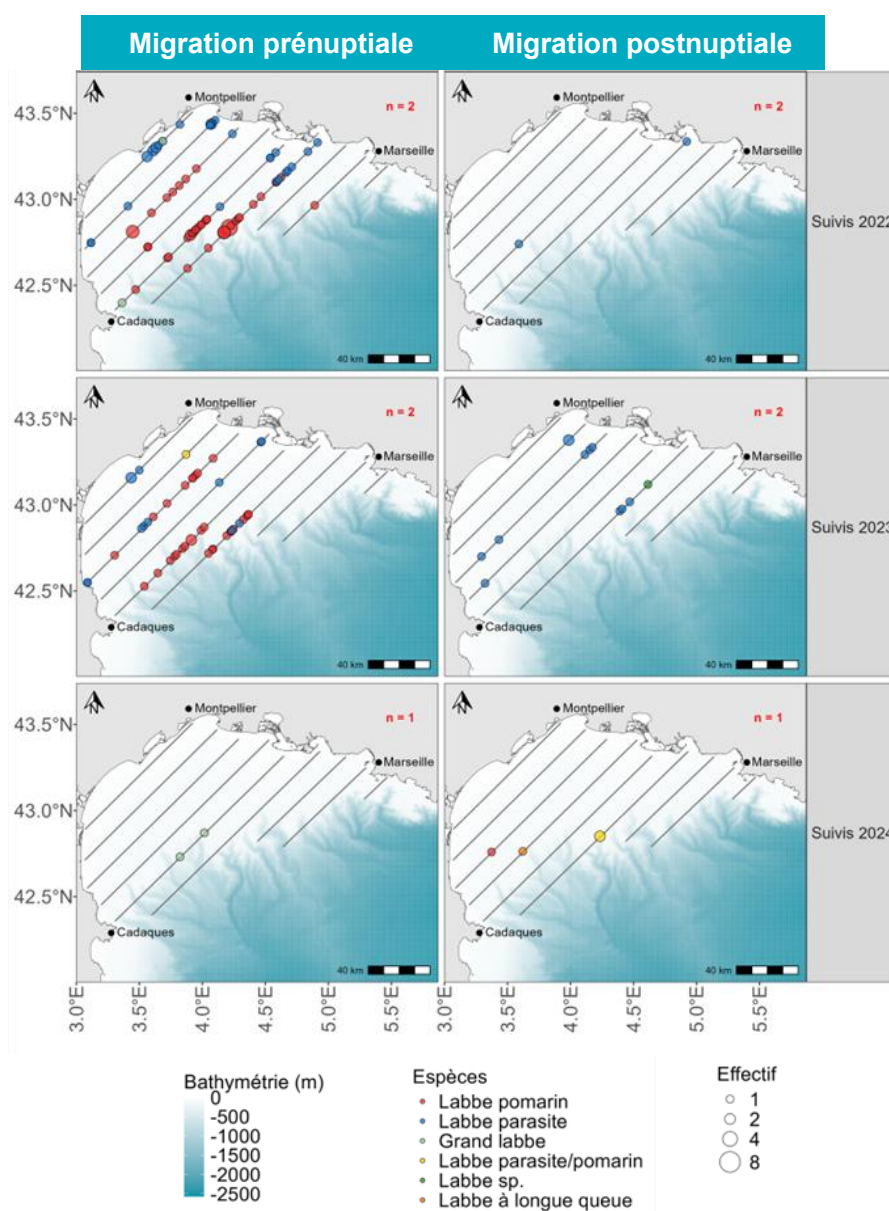


Figure 92 : Cartographie de synthèse des observations de Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise représentée en vert sur la Figure 93 suivante), 65 labbes spp (toutes espèces confondues) ont été observés lors des 10 campagnes. Ces individus représentent moins de 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 49% des individus observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

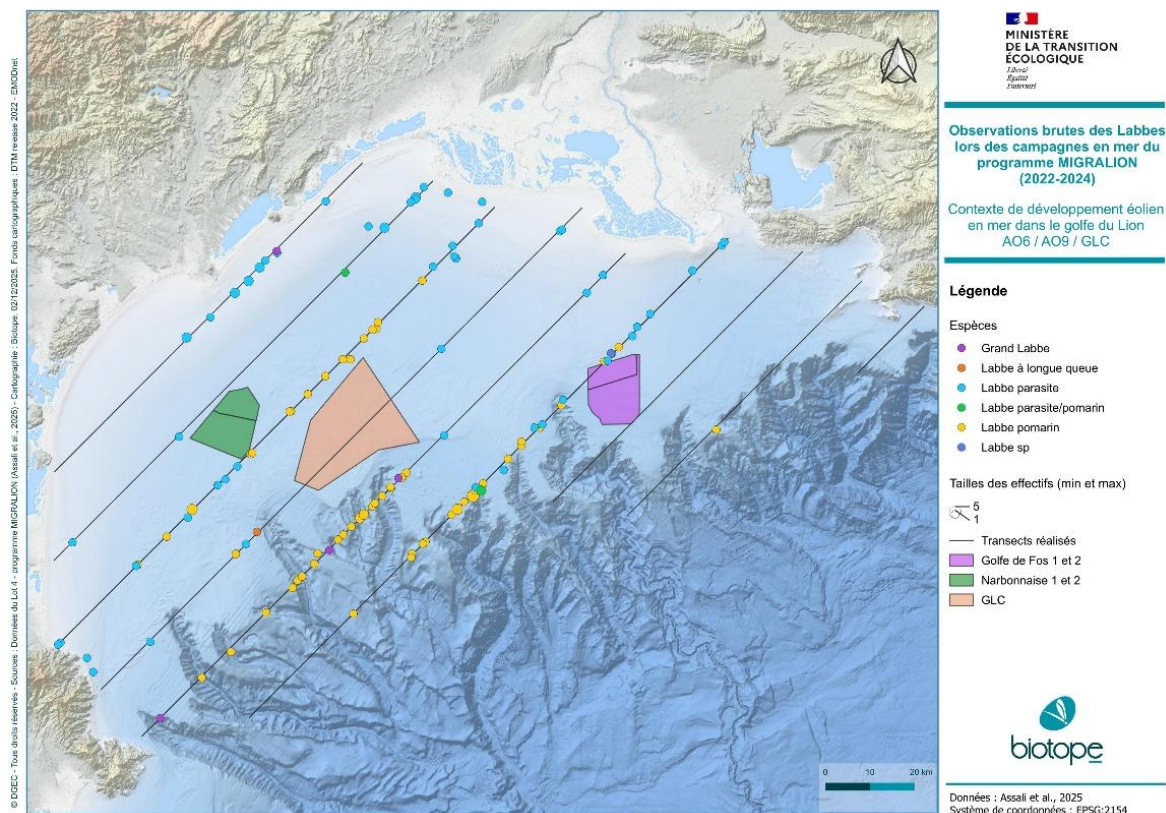
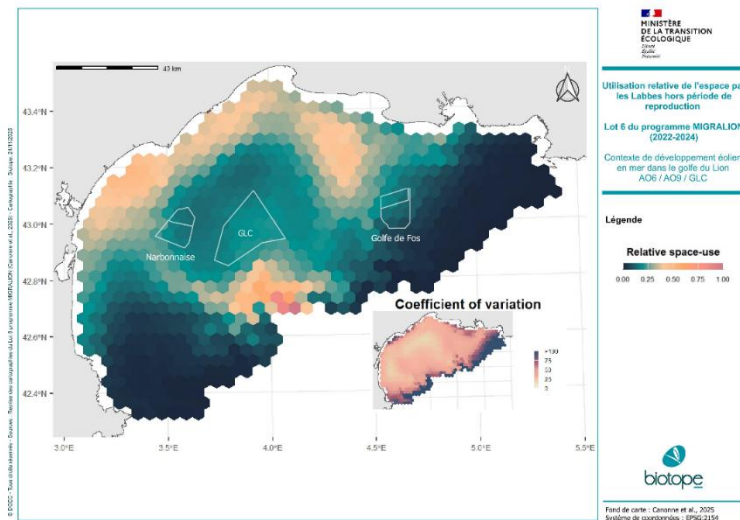


Figure 93 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Stercorariidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale des Stercorariidés a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et semble hétérogène, combinant une forte présence côtière et une occupation des zones profondes au large (Figure 94).

Hors reproduction* Septembre - mai



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 94 : Utilisation relative de l'espace par les Stercorariidés en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Labbe parasite s'observe en période de migration à la fois prénuptiale et postnuptiale avec une concentration plus importante des observations pour la première période. Le passage postnuptial débute fin juillet et s'étale jusqu'en octobre avec une répartition globalement pélagique sur l'ensemble du golfe incluant la zone de projet.

Le Labbe pomarin est plus présent à l'automne avec une répartition plus pélagique que le Labbe parasite, toujours incluant la zone de projet. L'espèce est en revanche quasi absente à l'automne.

Le Labbe à longue queue observé au cours de la campagne de fin août 2024, au sud-est de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise, est une espèce considérée comme rare dans le golfe du Lion.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols des labbes sont très variables, en lien avec les bonnes capacités des espèces concernées pour évoluer à différentes altitudes (notamment pour le cleptoparasitisme). Des oiseaux évoluant à plus de 30 mètres sont ainsi réguliers lors des observations réalisées (Figure 84).

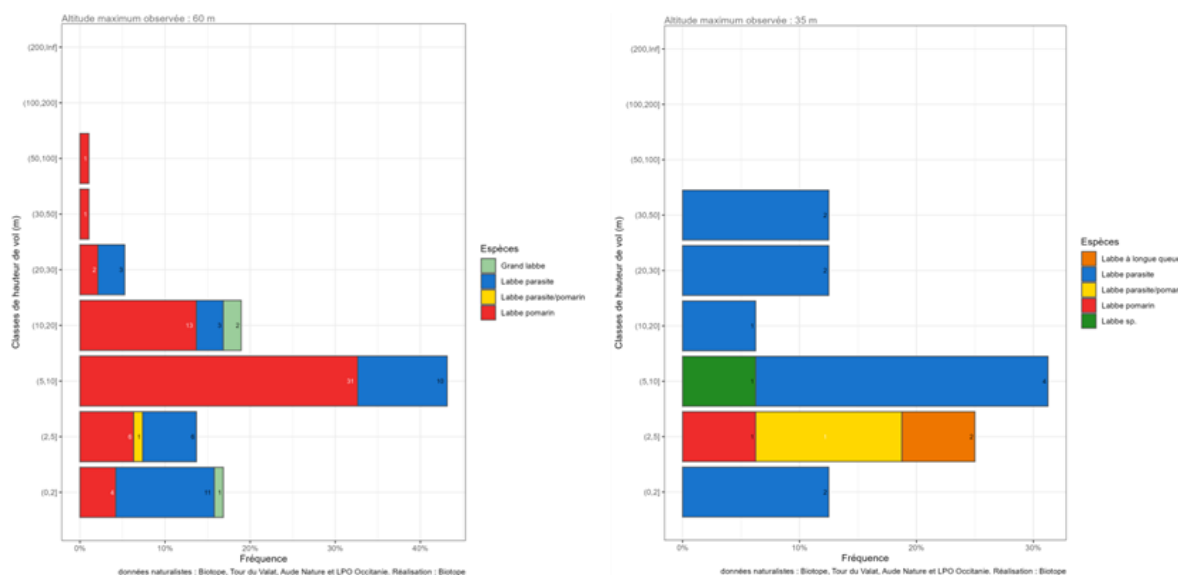


Figure 95 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

1.2.15 Grand Cormoran

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Grand Cormoran est une espèce régulièrement observée avec 411 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 1% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces observations sont majoritaires en période pré-nuptiale avec 78% des individus contactés contre 22% en période post-nuptiale.

Ces observations de Grand Cormoran se répartissent sur tout le golfe du Lion et semblent légèrement plus côtières en période pré-nuptiale, comme le montre la Figure 93 ci-dessous.

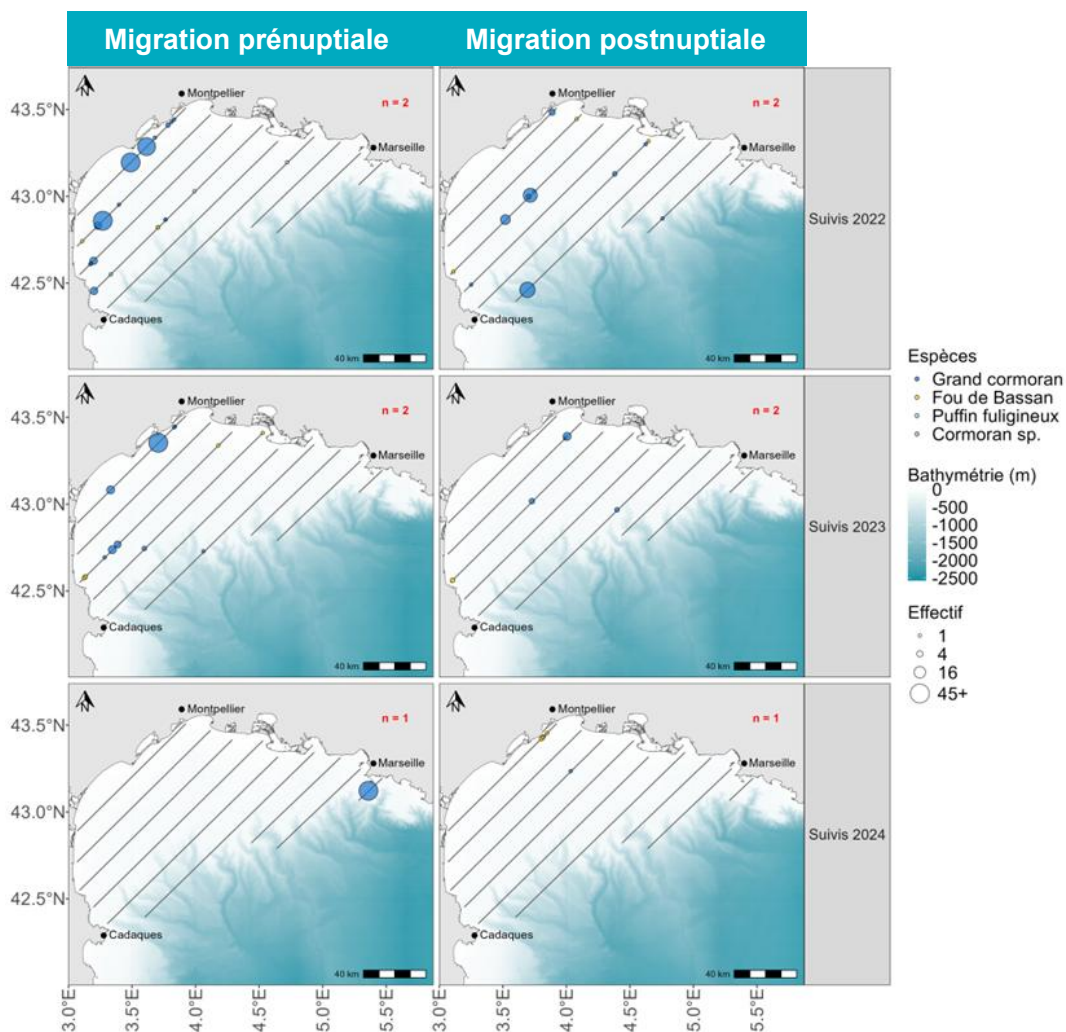
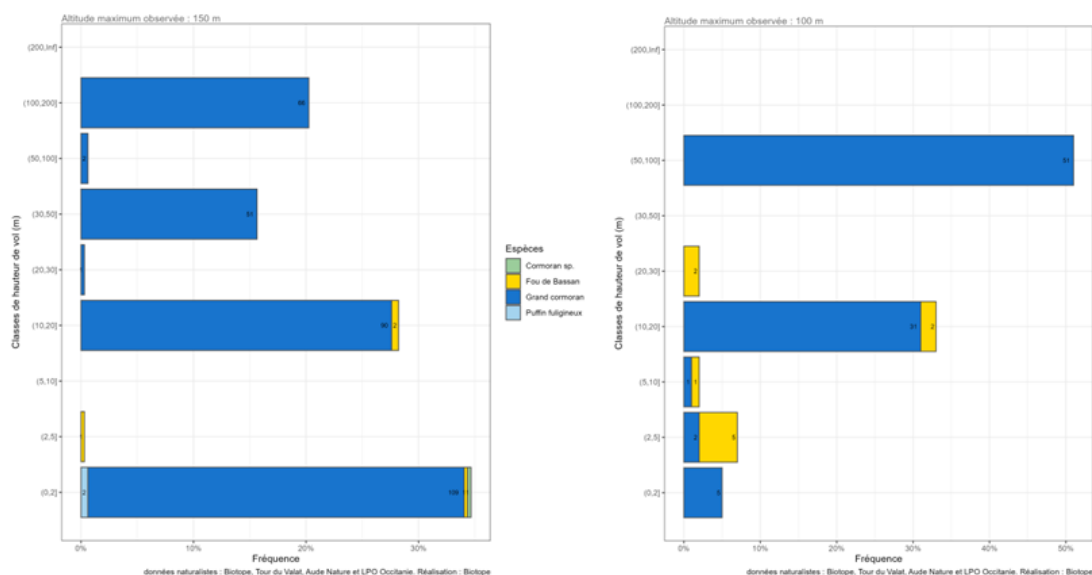


Figure 96 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone de la Narbonnaise, 250 Grands Cormorans ont été observés en période prénuptiale et 41 individus en période postnuptiale. Ces individus représentent moins de 2% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 71% des Grands Cormorans observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol relevées pour les Grands Cormorans sont très variables et peuvent atteindre 100 - 200 mètres d'altitude selon les conditions observées en mer. (Figure 84).



1.2.16 Autres espèces d'oiseaux marins observées sur la zone

Lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (lot 4) d'autres espèces marines ont été observées ou contactées par acoustique. Au sein de l'aire d'étude éloignée, on retrouve le Goéland brun, le Goéland d'Audouin, le Goéland pontique, la Guifette moustac, la Guifette noire, le Plongeon arctique, le Puffin fuligineux et la Sterne naine. Autour de l'aire d'étude immédiate (AEI), environ 30 individus de Guifette noire ont notamment été observés à moins de 2 km au sud-est de l'AEI en septembre 2023, tout comme un Goéland d'Audouin en avril 2023. Un Plongeon arctique a également été observé à environ 6km à l'est de l'AEI ainsi que deux Sternes naines à environ 10 km au nord-est et au sud de l'AEI respectivement en mai 2022 et en septembre 2023. Un contact par acoustique de Goéland pontique a également été enregistré en mars 2023 à 300 m de l'AEI.

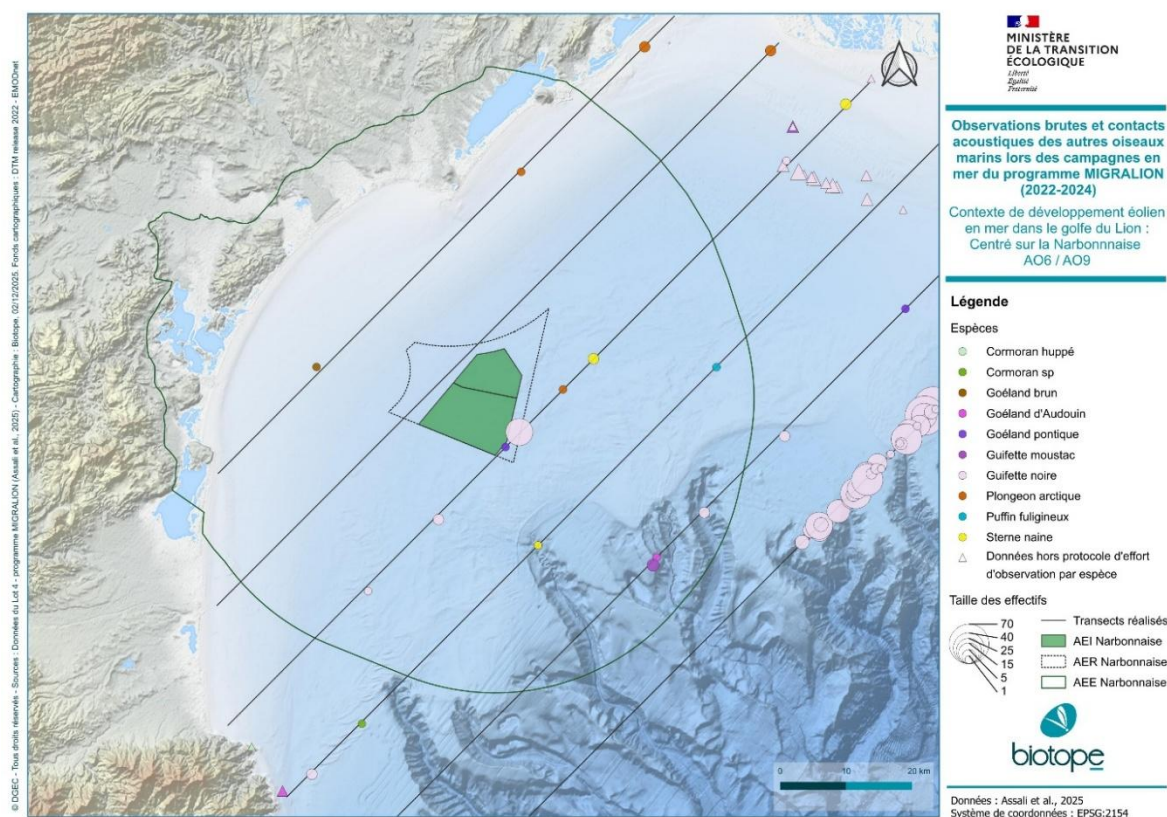


Figure 98 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer pour les autres espèces d'oiseaux marins lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

1.3 MIGRATEURS TERRESTRES

Pour rappel, la zone d'étude a été scindée en trois zones afin d'interpréter les résultats : une zone côtière de 0 à 15 km du littoral, une zone intermédiaire 15-60 km et une zone pélagique à plus de 60 km du littoral (voir Figure 3).

1.3.1 Faucon d'Eléonore

Aucun individu équipé n'a utilisé le golfe du Lion en direction Sud-Nord lors de sa migration pré ou postnuptiale. Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

1.3.2 Faucon crécerellette

Lors de la migration postnuptiale, le Faucon crécerellette (n=22) utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 25% de son temps, la partie intermédiaire (15-60 km) pour environ 15% de son temps et la partie pélagique (> 60 km) pour moins de 5%. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion directement par le large à des hauteurs variés (0 jusqu'à plus de 1 000 m). Deux individus ont utilisé brièvement la zone de développement lors de leur migration, à des hauteurs comprises entre 20 et 300 m d'altitude. La zone représente moins de 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.

Lors de la migration prénuptiale, le Faucon crécerellette (n=11) passe environ 25% de son temps en bande côtière et en milieu pélagique, et un peu moins de 20% dans la partie intermédiaire du golfe du Lion. La plupart des individus ont longé la côte vers l'Espagne. Aucun individu équipé n'a traversé la zone lors de la migration prénuptiale.

Quelques individus ont été observés lors des campagnes nautiques (lot 4) dans le golfe du Lion, hors de la zone de développement.

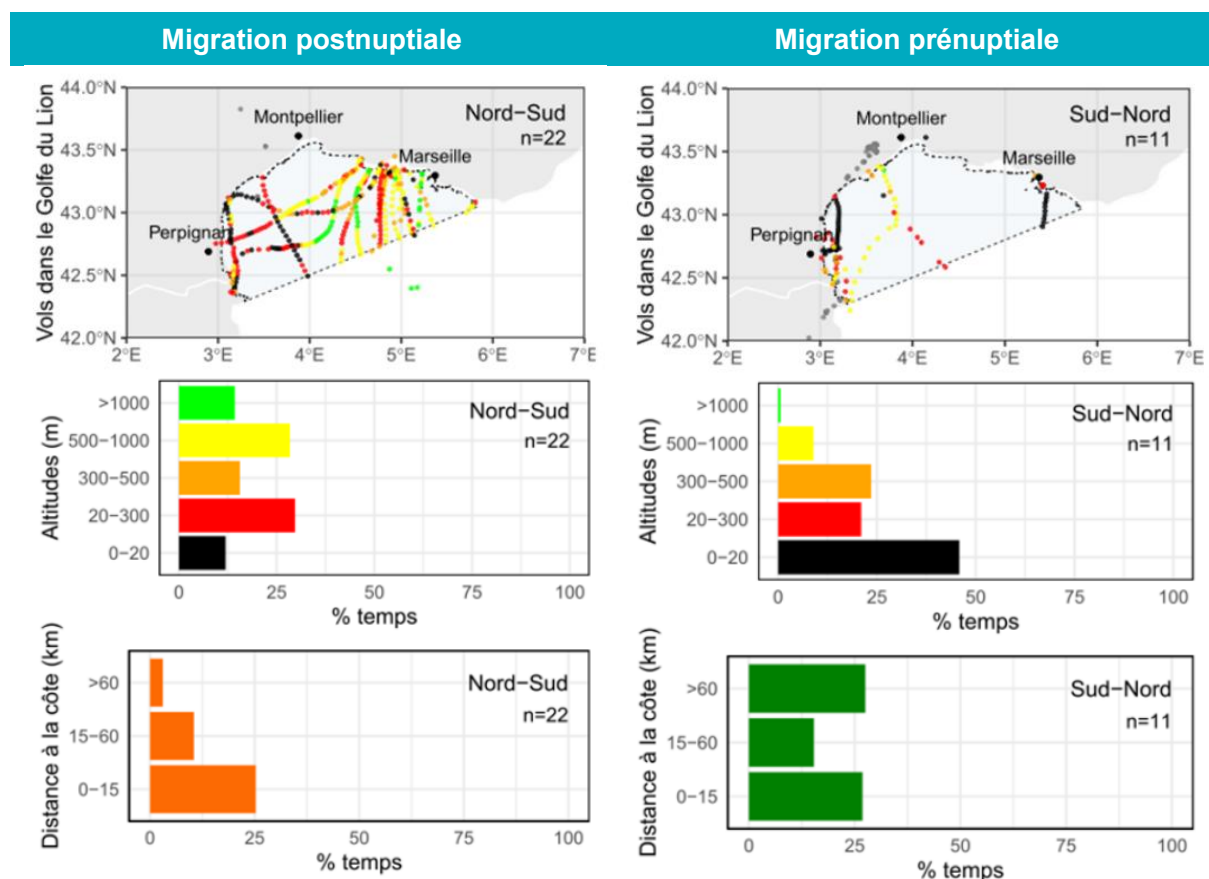


Figure 99 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Faucon crécerellette (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.3 Tourterelle des bois

Lors de la migration postnuptiale, la Tourterelle des bois (n=12), se dirigeant vers l'Afrique du Nord, a traversé le golfe du Lion en diagonale vers le large à des hauteurs variées. Certains individus ont migré à basse altitude (< 300 m) et d'autres à haute altitude (> 500 m). Un individu a traversé la zone de développement lors de sa migration, à des hauteurs comprises entre 20 et 500 m d'altitude. La zone représente environ 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.

Lors de la migration prénuptiale, une seule Tourterelle des bois (n=1) a émis des données. Elle a migré depuis les côtes à l'Ouest en diagonale vers la Camargue, à basse altitude (< 300 m), en passant par la zone de développement. La zone représente environ 10% de la surface utilisée par l'espèce (1 individu) lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

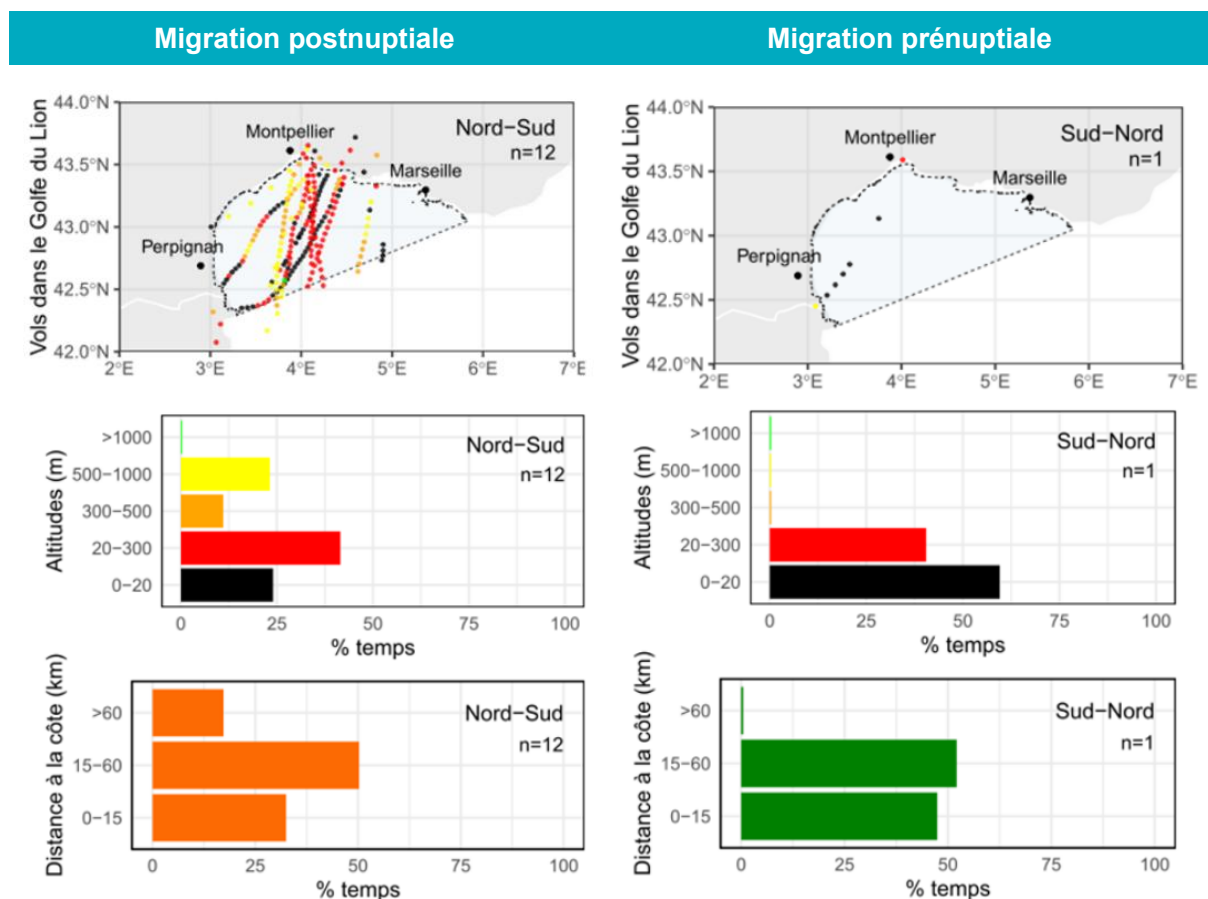


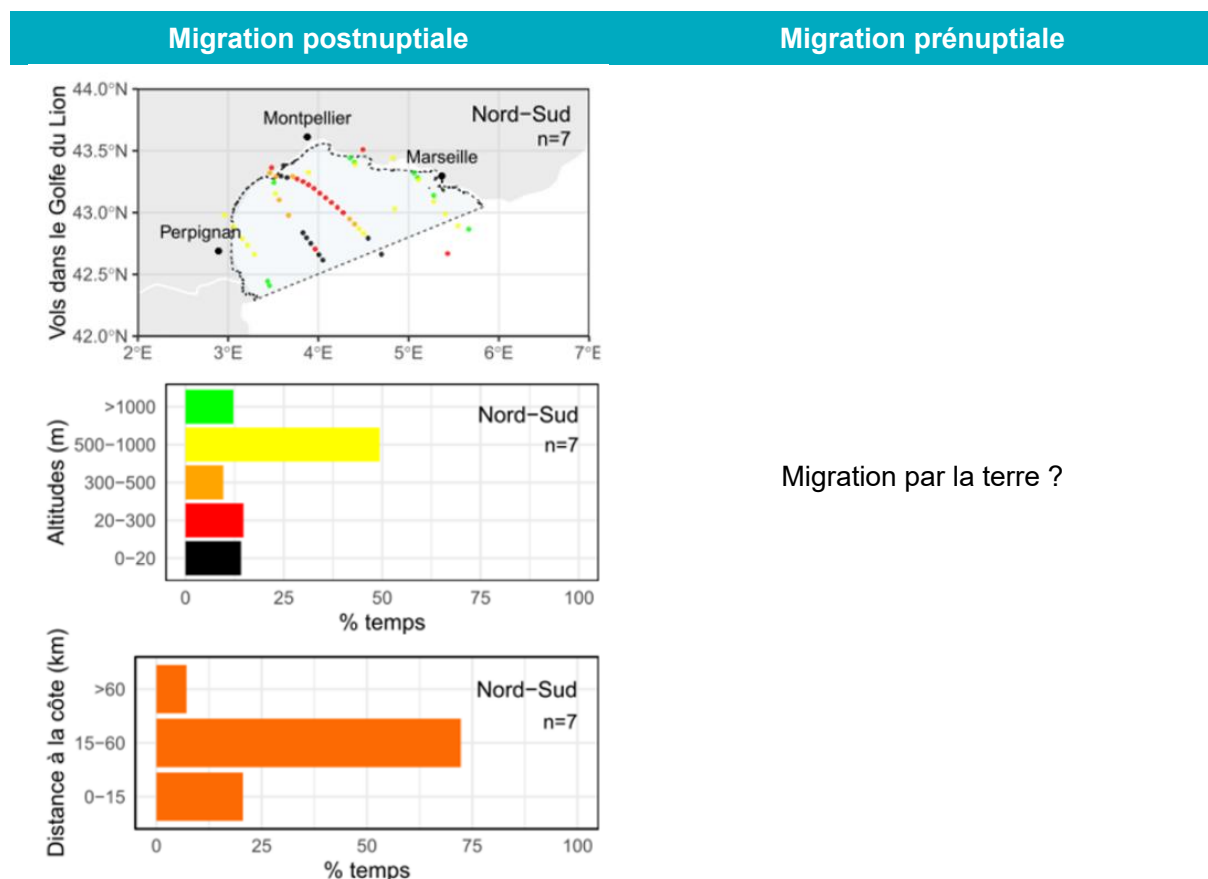
Figure 100 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Tourterelle des bois (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.4 Rollier d'Europe

Lors de la migration postnuptiale, le Rollier d'Europe (n=7) utilise majoritairement la partie intermédiaire (15-60 km, environ 70% du temps), puis la bande côtière (0-15 km ; environ 10% du temps) du golfe du Lion, et dans une moindre mesure sa partie pélagique (> 60 km). L'espèce utilise différentes stratégies de traversée du golfe du Lion pour rejoindre l'Afrique : soit en parallèle des côtes dans l'Est ou l'Ouest du golfe, à proximité relative, soit traverser par le milieu du golfe vers le large de la Méditerranée. Les altitudes de vol sont aussi diverses que les stratégies. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, les trajectoires des individus ne sont pas complètes du fait de balises faiblement chargées au début de la migration (nidification en cavités sans lumière). Un individu a potentiellement traversé la zone de développement lors de sa migration.

L'espèce a migré au-dessus des terres pour rejoindre ses sites de reproduction.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.



Migration par la terre ?

Figure 101 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Rollier d'Europe (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.5 Coucou geai

Lors de la migration postnuptiale, le Coucou geai (n=15), se dirigeant vers l'Espagne ou l'Afrique de l'Ouest, a adopté différentes stratégies selon les individus : longer la côte d'Est en Ouest, longer les côtes dans l'Est du golfe, ou se diriger vers le large du golfe en direction de l'Espagne. Les hauteurs de vol sont variées.

Lors de la migration prénuptiale, peu d'individus (n=2) ont émis des données. Un individu est revenu par l'Est du golfe en longeant les côtes et un autre est revenu depuis l'Espagne en traversant le golfe en diagonale, proche des côtes.

La zone de développement n'a pas été utilisée par l'espèce lors des migrations postnuptiales ou prénuptiales. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

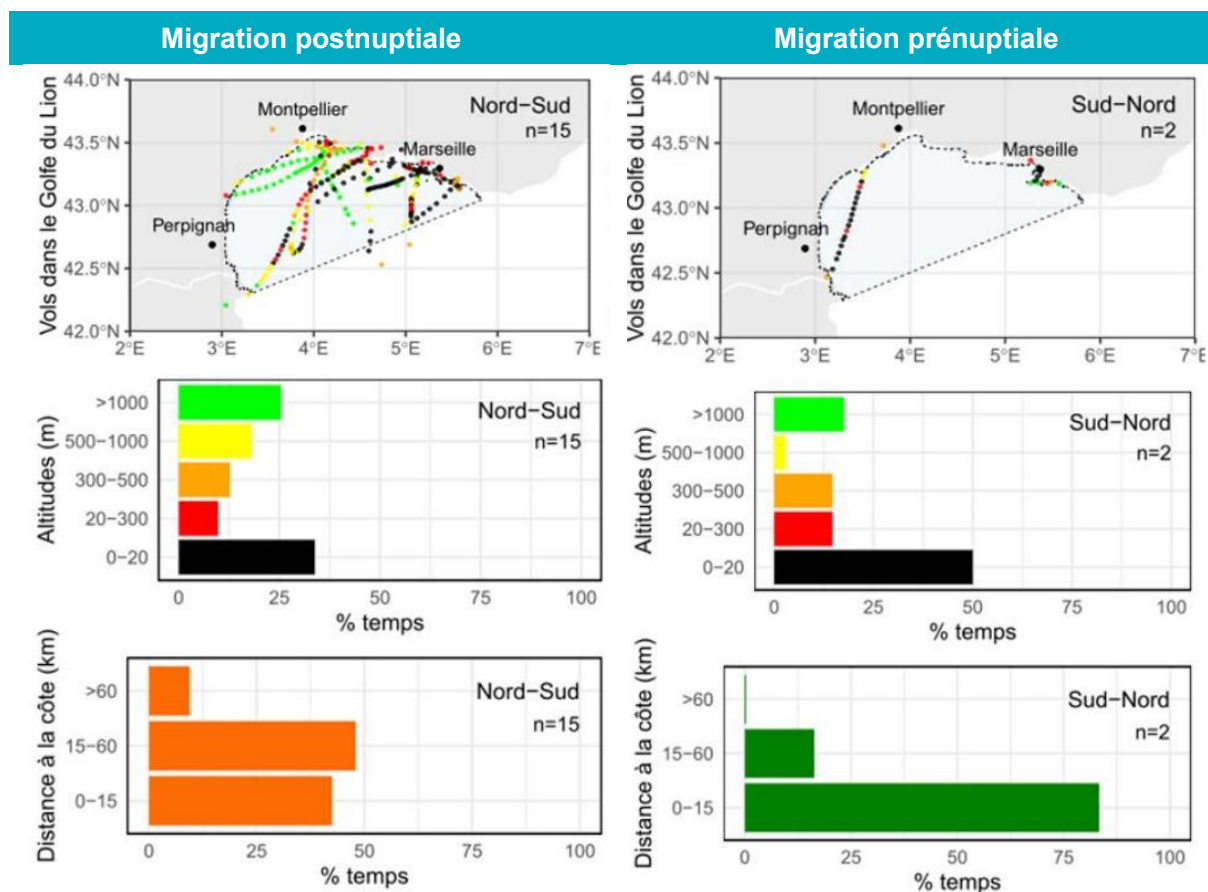


Figure 102 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Coucou geai (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.6 Glaréole à collier

Lors de la migration postnuptiale, la Glaréole à collier (n=6) utilise à proportion égale (environ 40%) la bande côtière (0-15 km) et la partie intermédiaire (15-60 km) du golfe du Lion. Les individus équipés ont migré en direction du large de la Méditerranée, en utilisant la moitié Est du golfe, ou en longeant la côte près de Marseille. Les traversées ont été effectuées soit à très haute altitude >1000 m, soit à basse altitude (20-300 m).

Lors de la migration prénuptiale, il n'y a que deux individus qui fournissent des données. Un individu a migré en longeant la côte près de Marseille également, et l'autre individu a traversé le golfe dans la moitié Ouest. Les altitudes de vol étaient globalement très basses (< 20 m).

La zone de développement n'a pas été utilisée par l'espèce lors des migrations postnuptiales ou prénuptiales. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

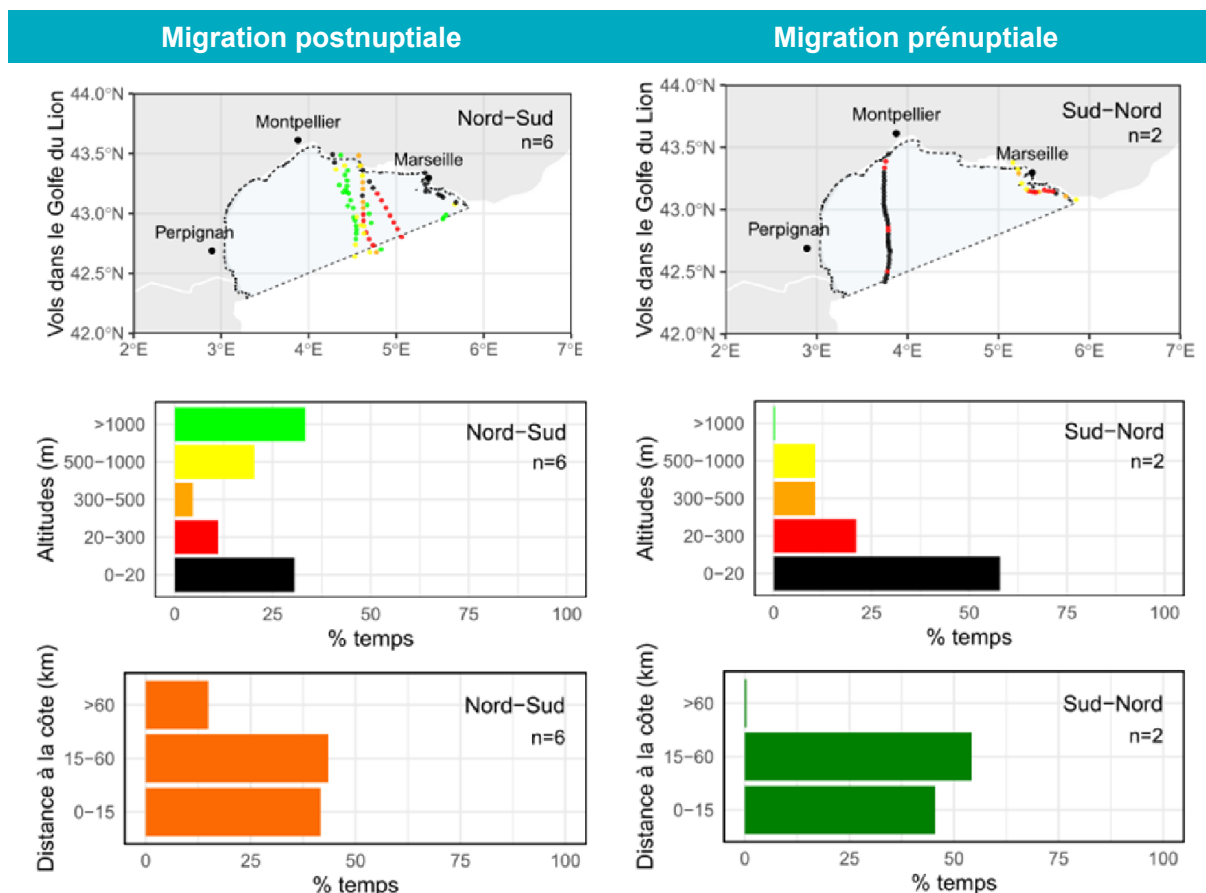


Figure 103 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Glaréole à collier (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.7 Héron pourpré

Lors de la migration postnuptiale, le Héron pourpré (n=10) utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 30% de son temps et la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour environ 63% de son temps. L'oiseau adopte soit une traversée directe à haute altitude, passant 30% de son temps à plus de 500 m d'altitude, soit une route diagonale via l'Espagne à basse altitude, utilisant 55% de son temps à moins de 300 m. Un individu a traversé la zone de développement à haute altitude (500 – 1 000 m). **La zone représente moins de 3% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Un individu, a, de plus, été observé lors des campagnes nautiques (lot 4) très au large du golfe du Lion, hors de la zone de développement.

Lors de la migration prénuptiale, le Héron pourpré (n=3) passe environ la moitié de son temps en bande côtière et dans la zone intermédiaire du golfe. Le retour depuis l'Espagne se fait en diagonale à travers le golfe, en direction de la Camargue, à basse altitude (20-300 m) ou à haute altitude (500-1000 m). Aucun individu équipé n'a traversé la zone de développement éolien lors de cette migration. Un individu, a, de plus, été observé lors des campagnes nautiques (lot 4) très au large du golfe du Lion, hors de la zone de développement.

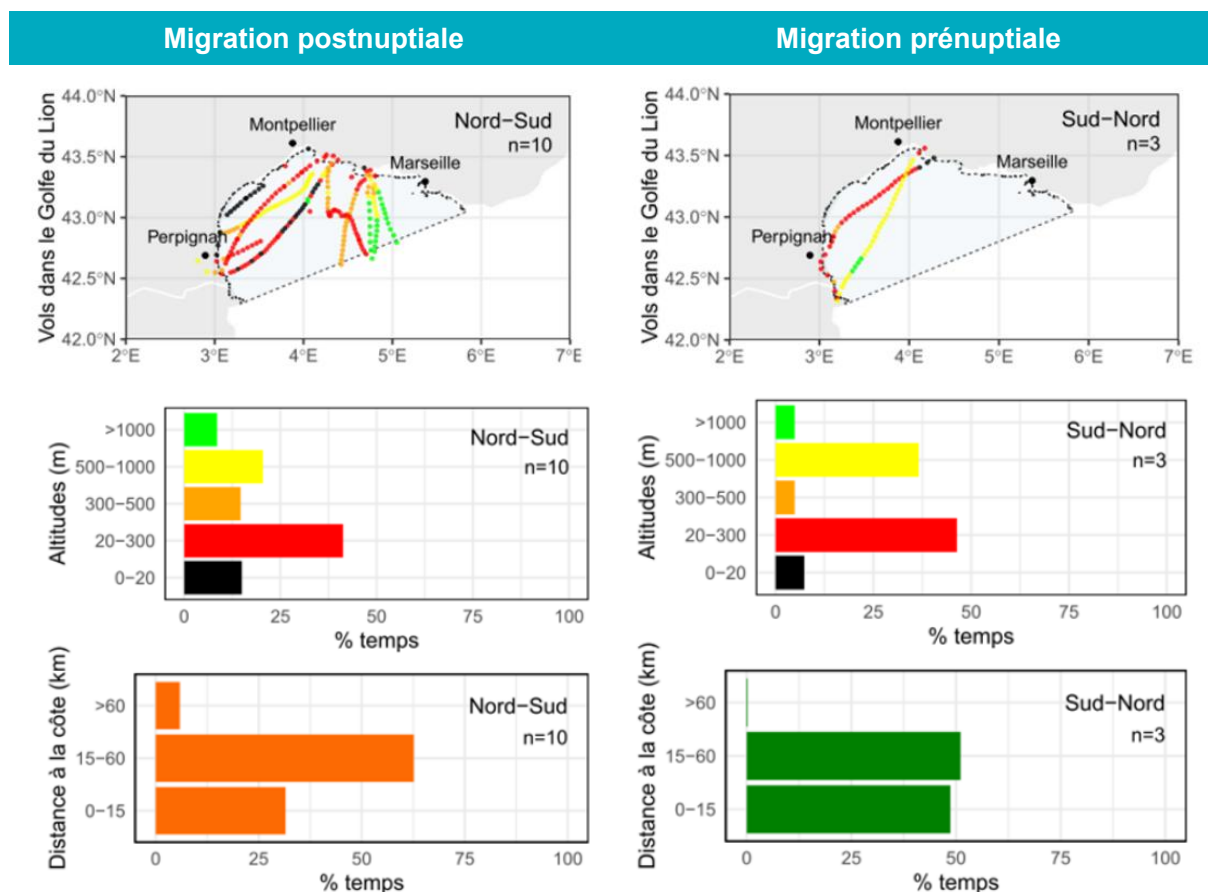


Figure 104 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Héron pourpre (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.8 Crabier chevelu

Lors de la migration postnuptiale, le Crabier chevelu (n=20) utilise la bande côtière (0-15 km) et la partie pélagie (>60 km) du golfe du Lion pour un peu moins de 25% de son temps et la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour environ 50% de son temps. Hivernant en Afrique de l'Ouest, 90% des individus ont traversé le golfe du Lion directement par le large, mais à des hauteurs très variées, entre 0 et 1000 m. **La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

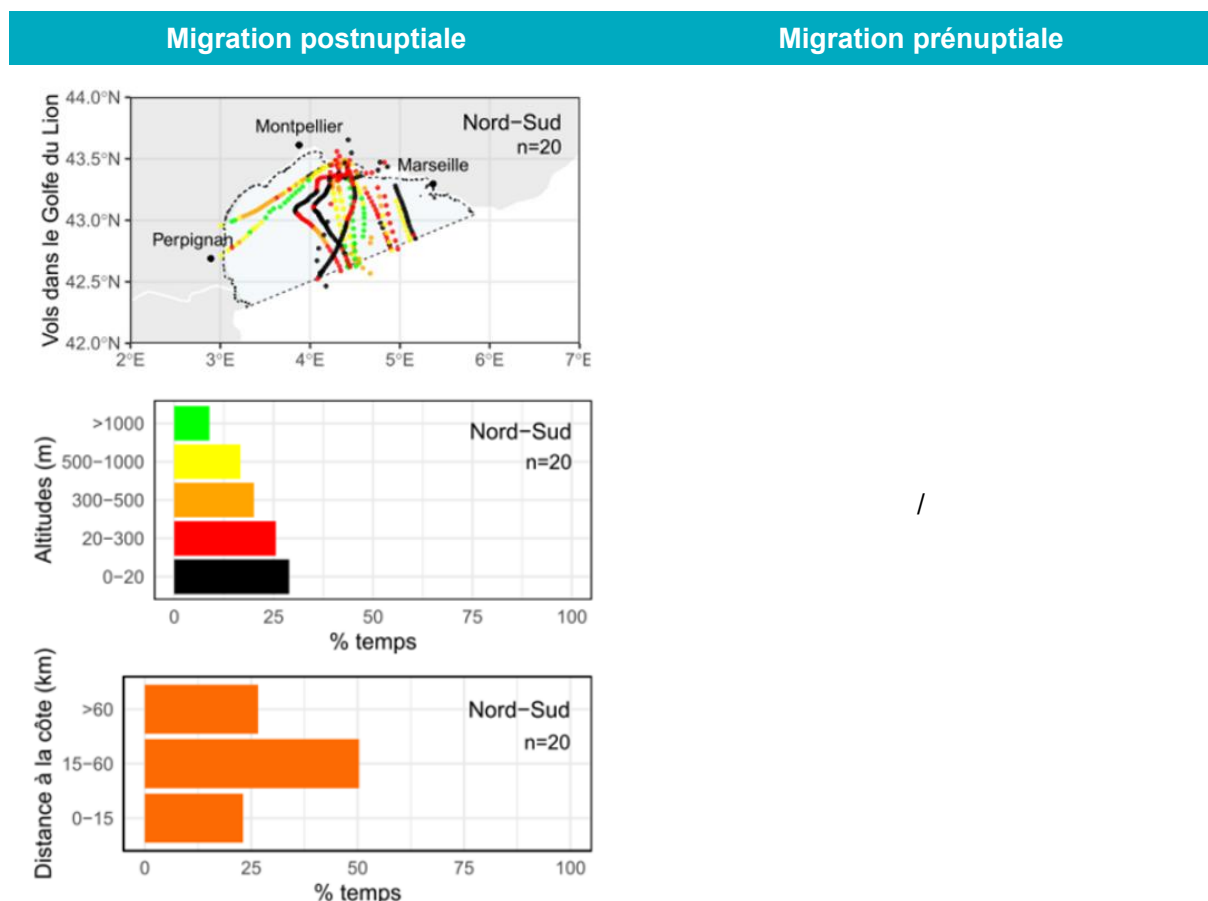


Figure 105 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Crabier chevelu (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.9 Blongios nain

Lors de la migration postnuptiale, le Blongios nain (n=4) utilise la bande côtière (0-15 km) du golfe du Lion pour environ 35% de son temps, la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour un peu plus de 50% de son temps et la partie pélagique (> 60 km) pour environ 15% de son temps. Les quelques individus équipés ont montré des comportements de traversée du golfe très variés en termes de stratégie, comme de hauteur de vol. La traversée en diagonale a par exemple été effectuée à moyenne et haute altitude (> 300 m). **La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.**

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

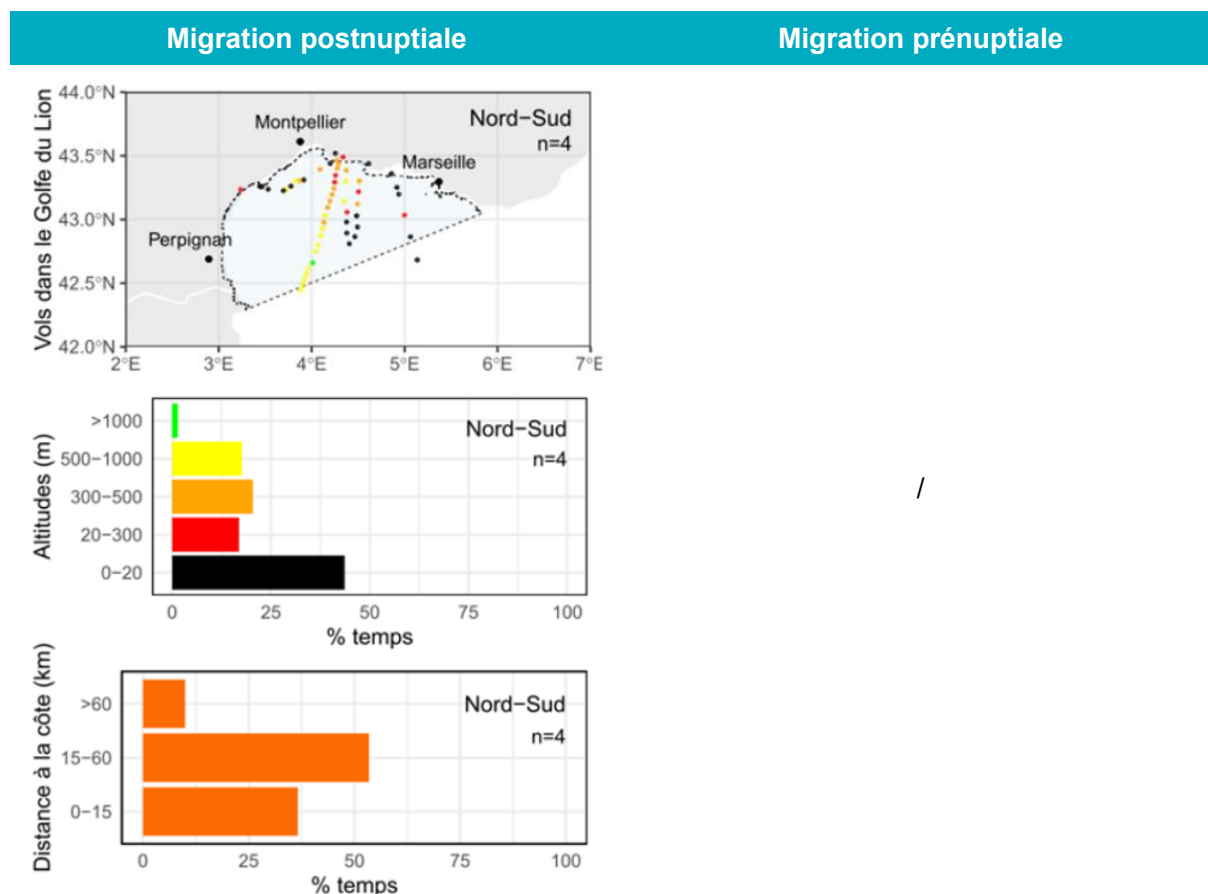


Figure 106 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Blongios nain (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.10 Flamant rose

Lors de la migration postnuptiale, le Flamant rose (n=47) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; 80% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; 15% de son temps). En effet, les jeunes oiseaux bagués sont partis essentiellement en longeant la côte, mais aussi en coupant le golfe du Lion en diagonale vers l'Espagne ou en partant vers l'Est, à destination de la Sardaigne. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement lors de leur migration, à basse altitude (< 300 m). **La zone représente environ 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, le Flamant rose (n=8) passe la moitié de son temps dans la bande côtière et dans la partie intermédiaire du golfe du Lion. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Un individu a traversé la zone de développement à très basse altitude (0-20 m). **La zone représente environ 5% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Un individu a, de plus, été observé près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

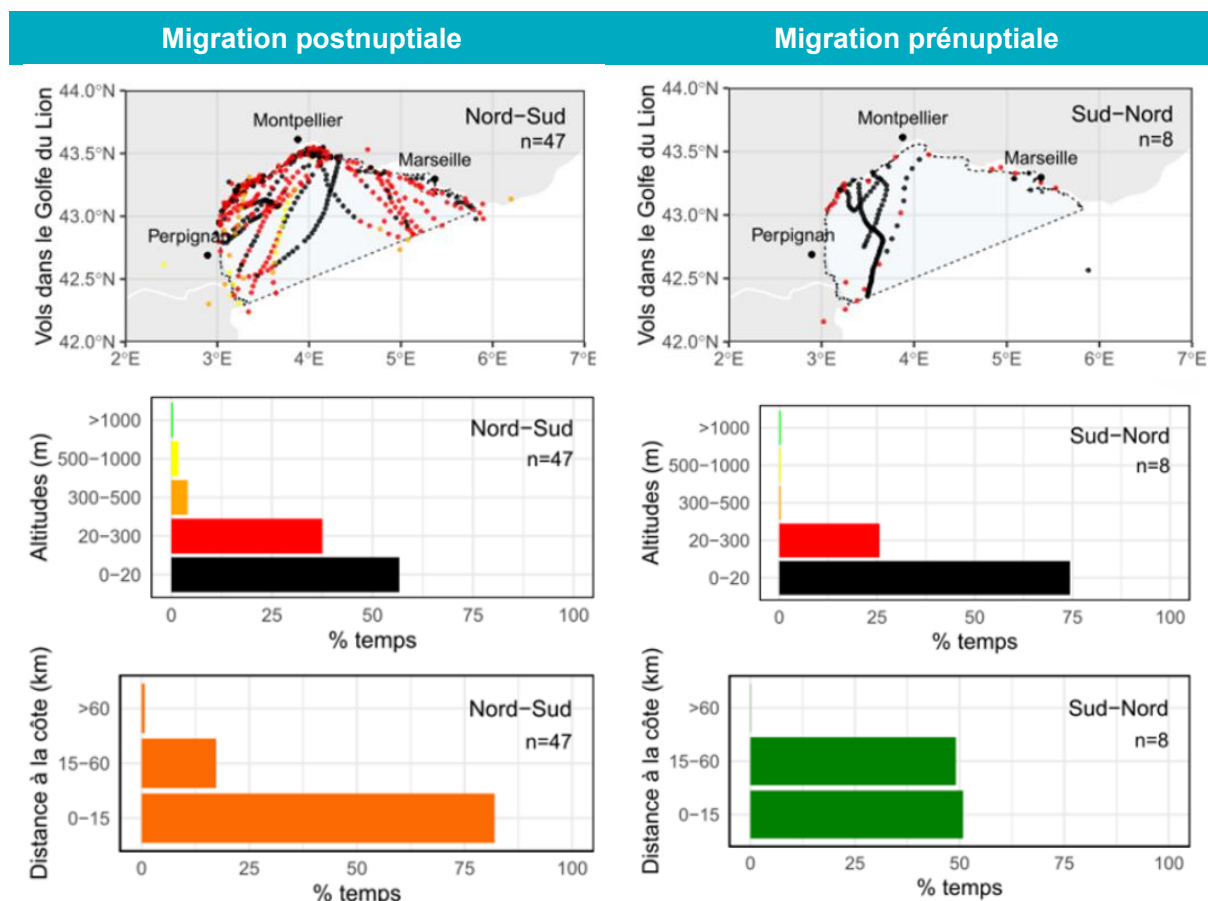


Figure 107 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Flamant rose (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.11 Spatule blanche

Lors de la migration postnuptiale, la Spatule blanche (n=74) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 70% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; environ 30% de son temps). Les individus équipés en Camargue ont principalement migré pour aller en Espagne ou en Afrique de l'Ouest en longeant la côte du golfe du Lion ou coupé en diagonale. Les individus qui ont hiverné en Sardaigne ou en Tunisie ont migré en longeant la côte dans l'Est du golfe. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Une observation a, de plus, été effectuée près des côtes lors des campagnes nautiques (lot 4).

Lors de la migration prénuptiale, les trajectoires et le comportement de la Spatule blanche (n=26) sont identiques à ceux observés en migration postnuptiale. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Une observation a, de plus, été effectuée près des côtes lors des campagnes nautiques (lot 4).

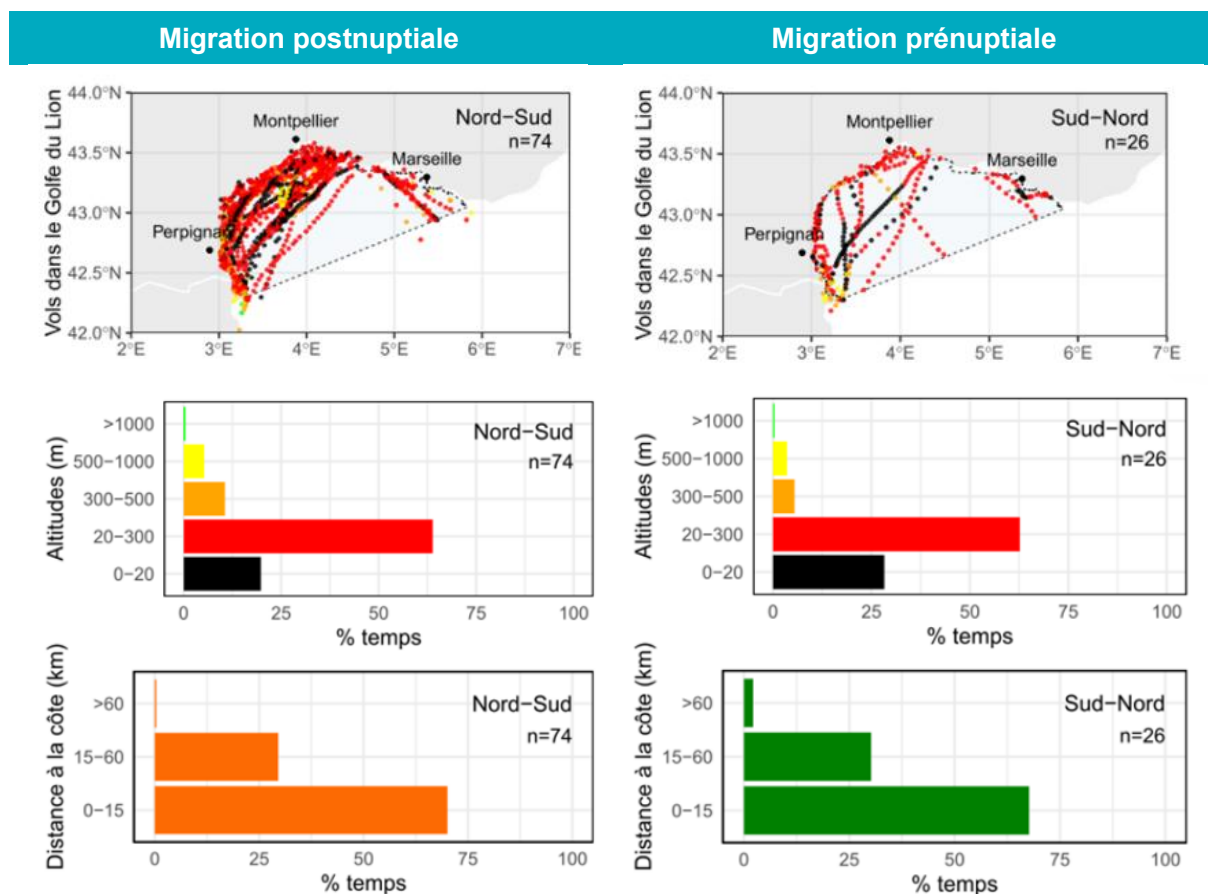


Figure 108 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Spatule blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.12 Ibis falcinelle

Lors de la migration postnuptiale, l'Ibis falcinelle (n=17) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 70% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; environ 30% de son temps). Les individus équipés ont tous migré pour aller en Espagne en longeant la côte ou en coupant en diagonale dans le golfe. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, les trajectoires et le comportement de l'Ibis falcinelle (n=30) sont identiques à ceux observés en migration postnuptiale. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Deux observations ont également eu lieu au Sud-Ouest de la zone lors des campagnes nautiques (lot 4).

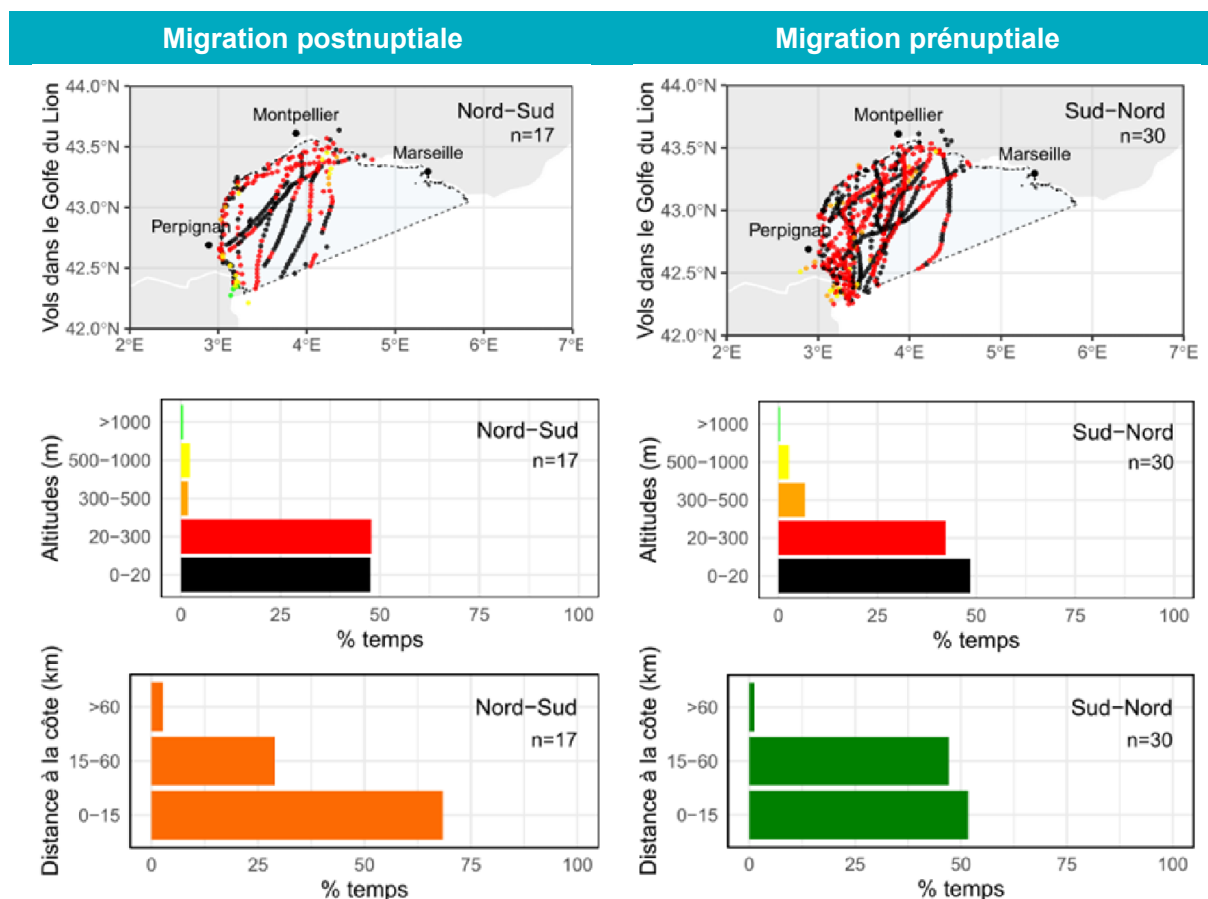


Figure 109 : Proportion du temps passée dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Ibis falcinelle (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.13 Échasse blanche

Lors de la migration postnuptiale, l'Échasse blanche (n=6) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 60% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km) et la partie pélagique (> 60 km) du golfe. Les individus équipés en Camargue ont traversé le golfe vers le large en diagonale via l'Espagne, généralement à très basse altitude (< 20 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.**

Lors de la migration prénuptiale, l'Échasse blanche (n=4) a migré près des côtes (30% du temps) dans l'Est du golfe ou coupé le golfe en diagonale en direction de la Camargue (70% du temps). Un individu a traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Un groupe a, de plus, été observé près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

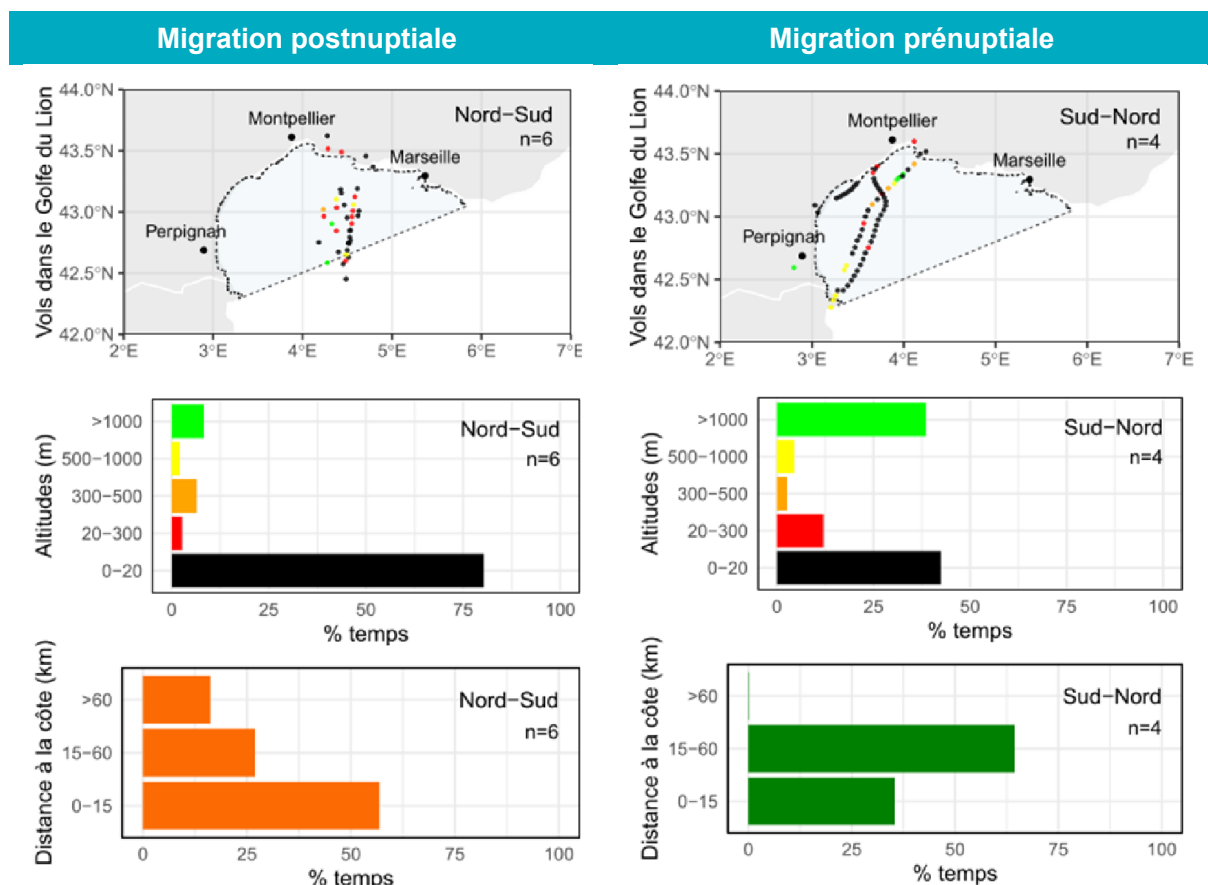


Figure 110 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Échasse blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.14 Avocette élégante

Une partie des oiseaux hiverne en France, une partie en Péninsule Ibérique et une partie en Afrique de l'Ouest.

Lors de la migration postnuptiale, l'Avocette élégante (n=15) utilise différentes stratégies de traversée du golfe du Lion depuis la Camargue : longer la côte dans l'Est du golfe, traverser en diagonale ou plutôt partir en direction de l'Ouest du golfe. Les altitudes de vol sont aussi diverses que les stratégies : à basse altitude (0-300 m) ou à haute altitude (> 500 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Toutefois, un individu a migré à quelques kilomètres au Nord puis vers l'Ouest de la zone.

Lors de la migration prénuptiale, les quatre Avocettes élégantes ont uniquement migré en longeant la côte, à très basse altitude majoritairement (70% du temps < 20 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.** Plusieurs groupes ont, de plus, été observés près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

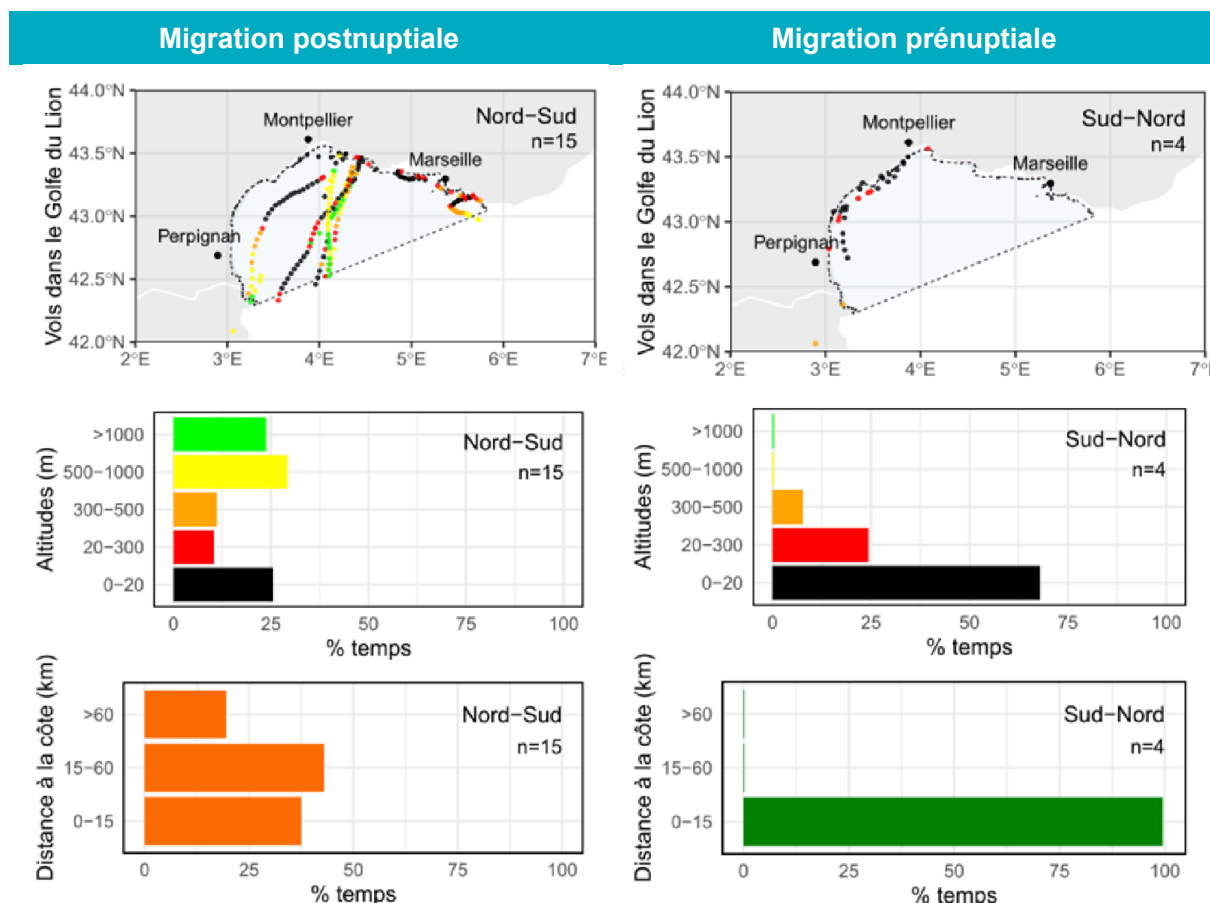


Figure 111 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Avocette élégante (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.15 Pluvier guignard

Lors de la migration postnuptiale, le Pluvier guignard (n=9) utilise majoritairement la partie intermédiaire (15-60 km, 50% du temps) et la partie pélagique (> 60 km, environ 32% du temps) du golfe du Lion, et dans une moindre mesure la bande côtière (0-15 km). Les individus équipés ont traversé le golfe dans sa moitié Est en direction du large, presque exclusivement à haute altitude (> 300 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

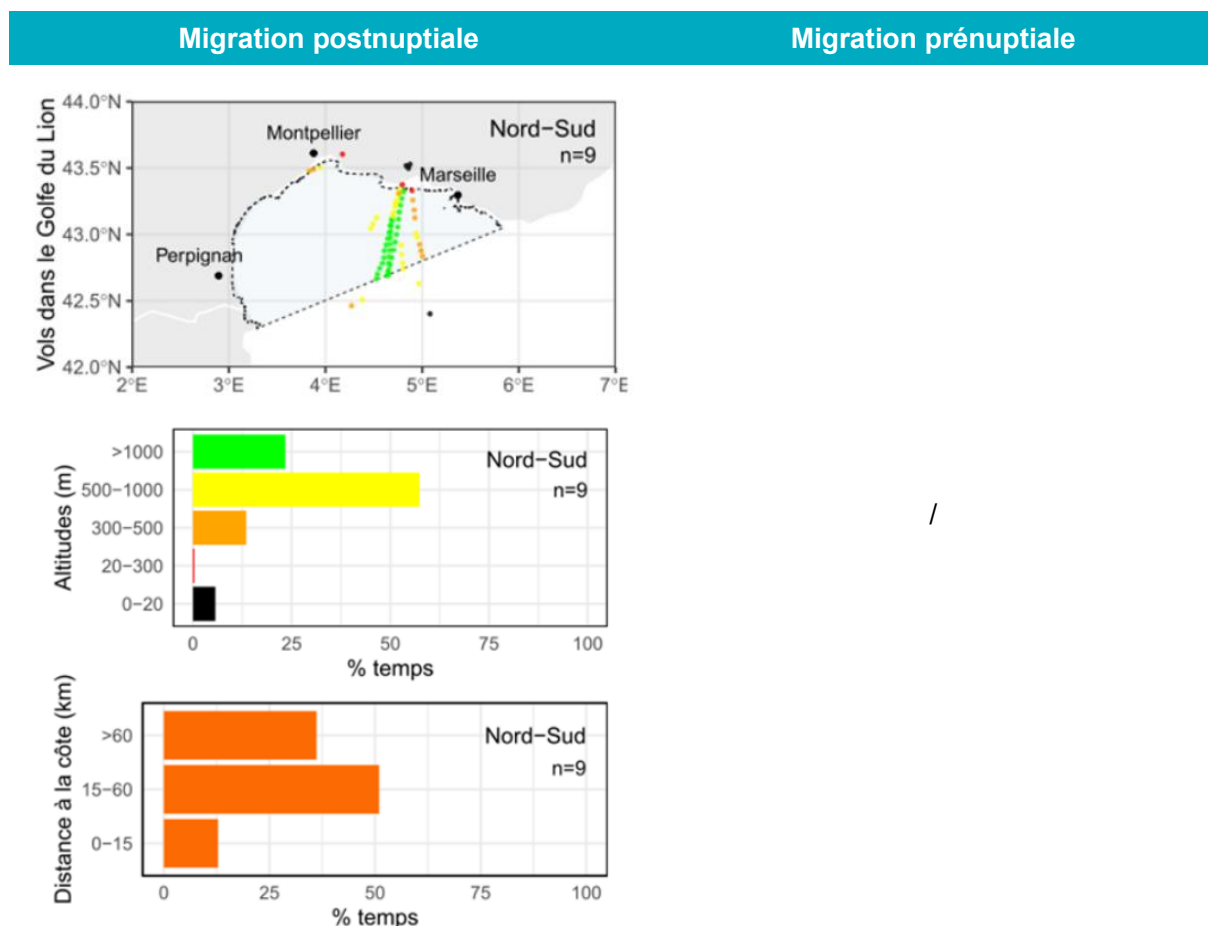


Figure 112 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Pluvier guignard (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.16 Goéland railleur

Lors de la migration postnuptiale, le Goéland railleur (n=107) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 90% de son temps). Une partie des individus reste toute l'année sur le littoral français, une autre partie hiverne en Afrique du Nord ou en Sardaigne, et effectuent ainsi des traversées en longeant la côte ou en partant un peu plus au large, dans la partie Est du golfe du Lion. Les individus migrent à basse altitude (environ 80% < 20 m, 20% entre 20-300 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, le Goéland railleur (n=106) migre également près des côtes (65% du temps) dans l'Est du golfe mais certains individus ont également migré en traversant le milieu du golfe du Lion. Les individus migrent également à basse altitude (environ 65% < 20 m, 30% entre 20-300 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

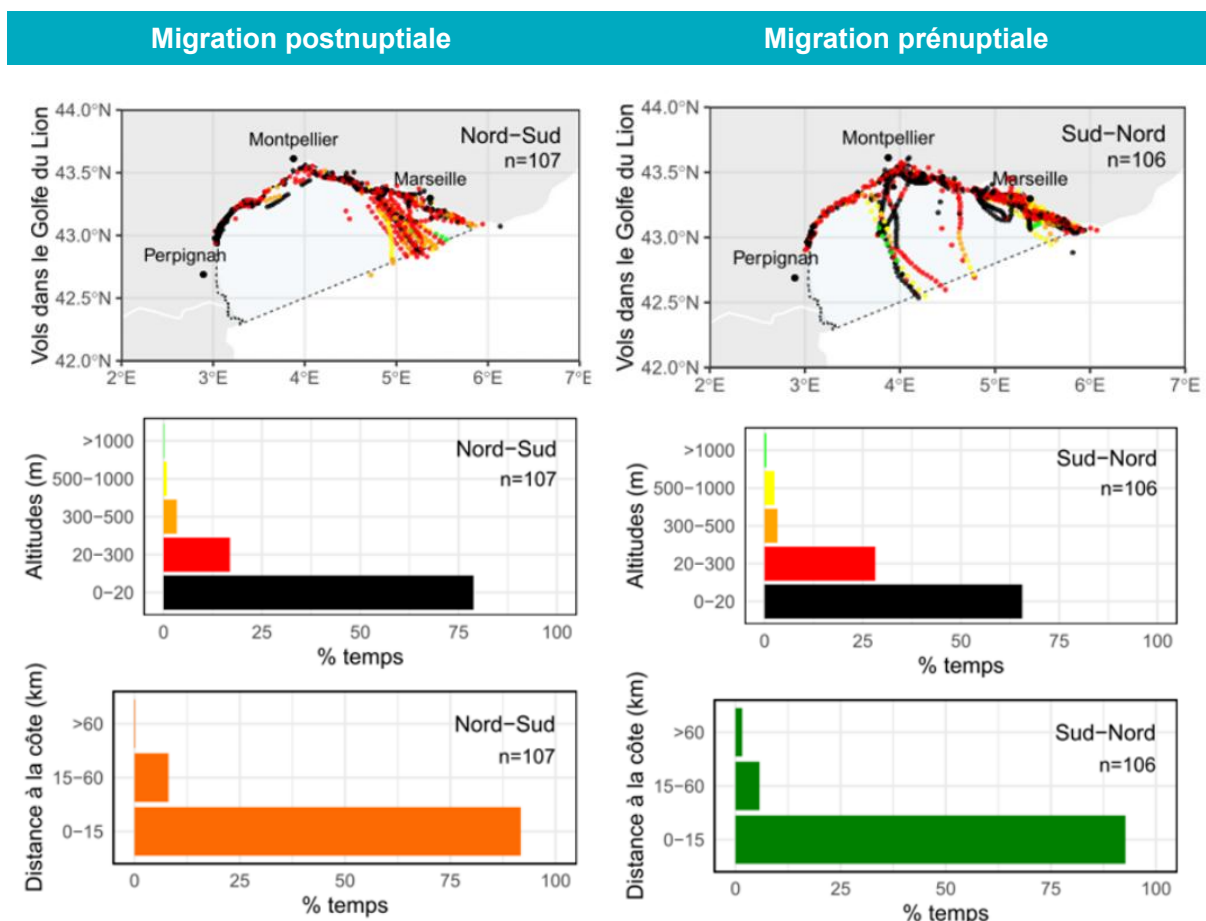


Figure 113 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Goéland railleur (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.17 Sterne hansel

Lors de la migration postnuptiale, la Sterne hansel (n=12) utilise principalement la bande côtière (0-15 km ; environ 35 % de son temps) et la partie intermédiaire (15-60 km ; 50 % de son temps) du golfe du Lion. Les individus équipés en Camargue ont migré en direction de l'Espagne soit en coupant en diagonale directement, soit en traversant le golfe en direction des côtes françaises à l'ouest du golfe puis en continuant vers l'Espagne en longeant la côte. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, plusieurs individus ont migré à moins d'un kilomètre au Nord ou au Sud de la zone, et le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Lors de la migration prénuptiale, la Sterne hansel (n=5) adopte une stratégie similaire. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

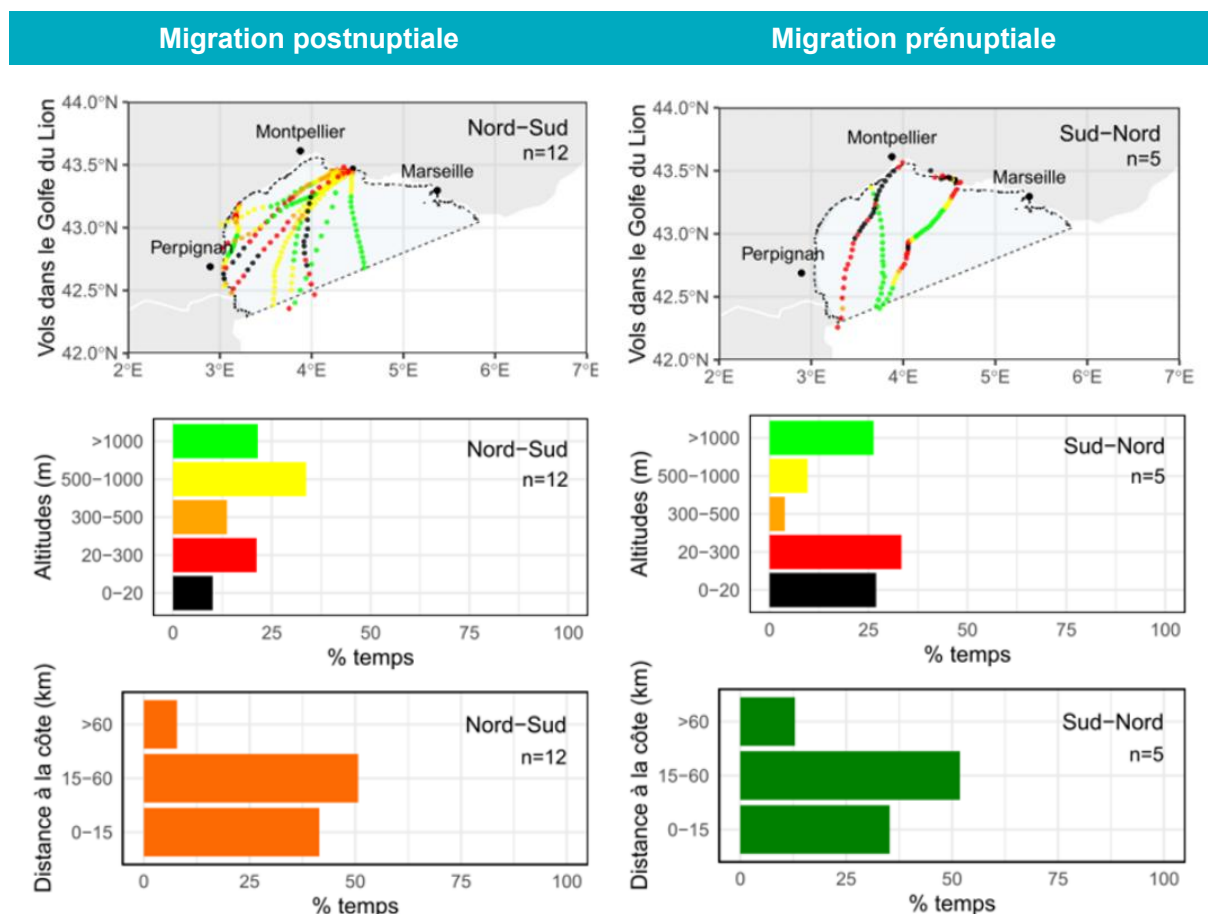


Figure 114 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Sterne hansel (tiré de Champagnon et al., 2025).

1.3.18 Autres migrateurs

Sur les 19 espèces de petits oiseaux terrestres équipés de GLS, seuls **8 de ces espèces ont effectué des traversées marines en Méditerranée** : le **Petit-duc Scops**, l'**Engoulevent d'Europe**, la **Huppe fasciée**, le **Traquet motteux**, la **Bergeronnette printanière**, le **Pipit rousseline**, le **Monticole de roche**, et le **Rossignol philomèle**. Les autres espèces n'ayant pas utilisé le milieu marin en migration sont, pour information : l'Hirondelle rousseline, l'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de fenêtre, le Rousserolle turdoïde, la Fauvette orphée, le Gobemouche gris, le Rougequeue à front blanc, le Tarier des prés, la Pie-grièche à tête rousse, le Pipit des arbres, et le Guêpier d'Europe,

Les données GLS n'ont malheureusement pas assez fourni de données pour connaître les trajectoires précises des espèces en mer (Figure 115 ; A).

Les altitudes de vol moyennes sont supérieures à 500 m d'altitude pour 7 des 8 espèces : le Petit-duc Scops, l'Engoulevent d'Europe, le Monticole de roche, le Rossignol philomèle, la Bergeronnette printanière, la Huppe fasciée, et le Pipit rousseline (Figure 115 ; B). Seul le Traquet motteux a volé à basse altitude, en moyenne à 112 ± 137 m ($n = 5$ vols).

La plupart des traversées marines ont eu lieu de nuit. Néanmoins, certains individus ont prolongé leur vol durant la journée : 16 des 29 vols analysés (55 %) se sont en effet poursuivis au-delà de la première nuit (Figure 115 ; C). Ce prolongement concerne surtout la Bergeronnette printanière et le Traquet motté, espèces effectuant les plus longues traversées au-dessus de l'eau, notamment depuis les côtes méditerranéennes françaises. De plus, 50% des individus ayant prolongé leur vol au-delà de la nuit, volent à une altitude plus faible durant la journée.

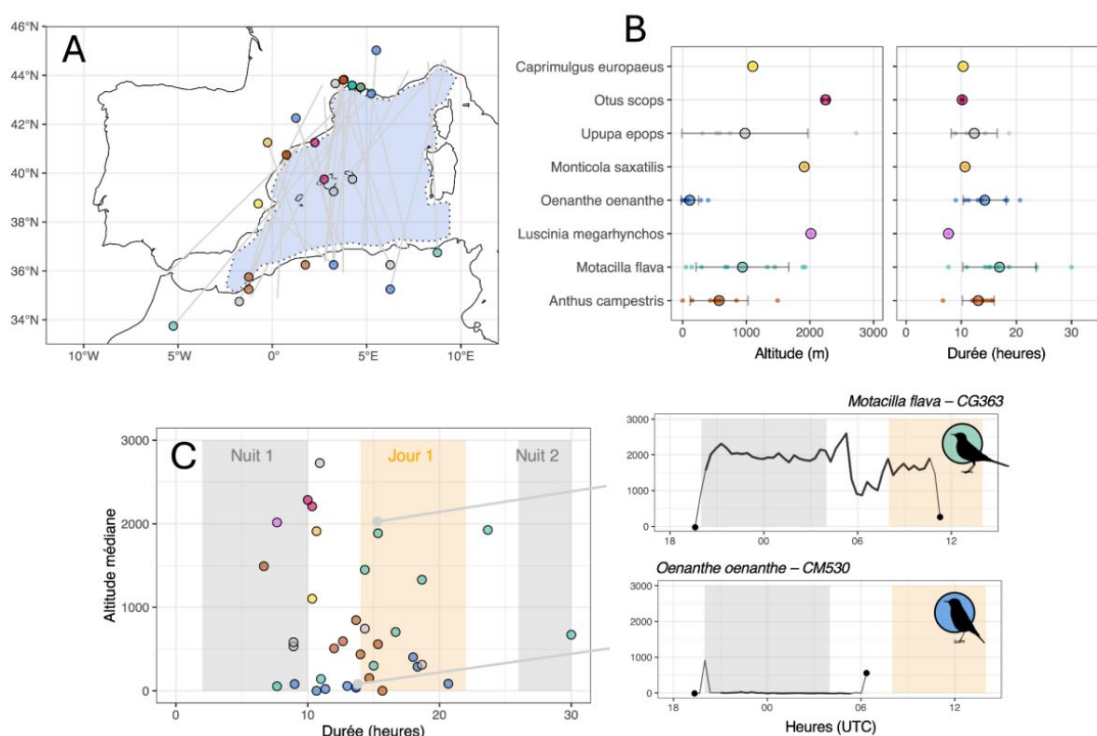


Figure 115 : Localisations et variations de la durée et de l'altitude des vols chez de petites espèces migratrices lors de la traversée d'une barrière marine. A : vol représenté par une ligne grise, avec un point coloré indiquant la zone stationnaire précédente. B : valeurs moyennes des altitudes médianes et des durées de vol. C : durées de vol (en heures) représentées en fonction des altitudes médianes (en mètres au-dessus du niveau de la mer). Les barres jaunes et grises indiquent respectivement les périodes diurnes (8h00–16h00 UTC) et nocturnes (20h00–4h00 UTC) (Champagnon et al., 2025).

Une modélisation, combinant les données des radars et des suivis télémétriques du programme Migration des plus grandes espèces terrestres, ainsi que des suivis télémétriques extérieurs, a été réalisée afin d'étudier l'intensité des flux migratoires des oiseaux terrestres dans le golfe du Lion.

Lors de la migration postnuptiale, la quasi-totalité de la bande de mer située de 15 à 60 km de la côte est utilisée par les oiseaux migrateurs ($0,37 \pm 0,22$). La zone de développement (Nar) présente des valeurs supérieures d'intensité de flux migratoire ($0,52 \pm 0,05$; $p=0,01$) par rapport à cette bande.

Migration postnuptiale

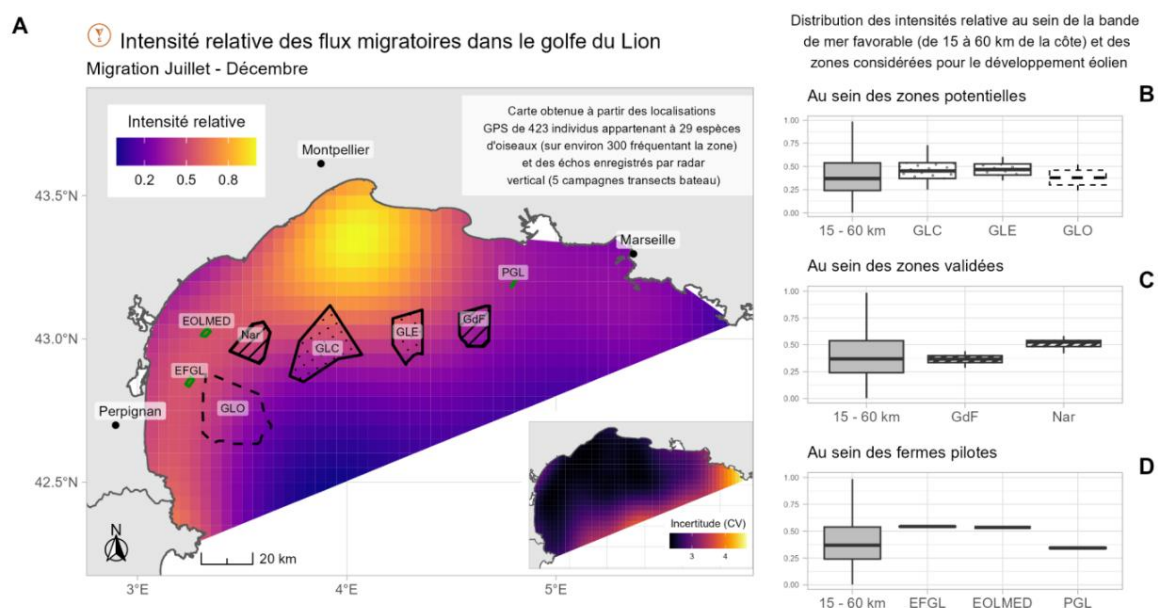


Figure 116 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Juillet-Décembre (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).

Lors de la migration prénuptiale, les résultats sont beaucoup plus contrastés. En effet, au sein de la bande de mer située de 15 à 60 km de la côte ($0,19 \pm 0,28$), les flux d'oiseaux migrants passent principalement sur la moitié ouest, et particulièrement proche de la côte. La zone de développement (Nar) présente des valeurs très supérieures d'intensité de flux migratoire ($0,76 \pm 0,10$; $p < 0,05$) par rapport à cette bande.

Migration prénuptiale

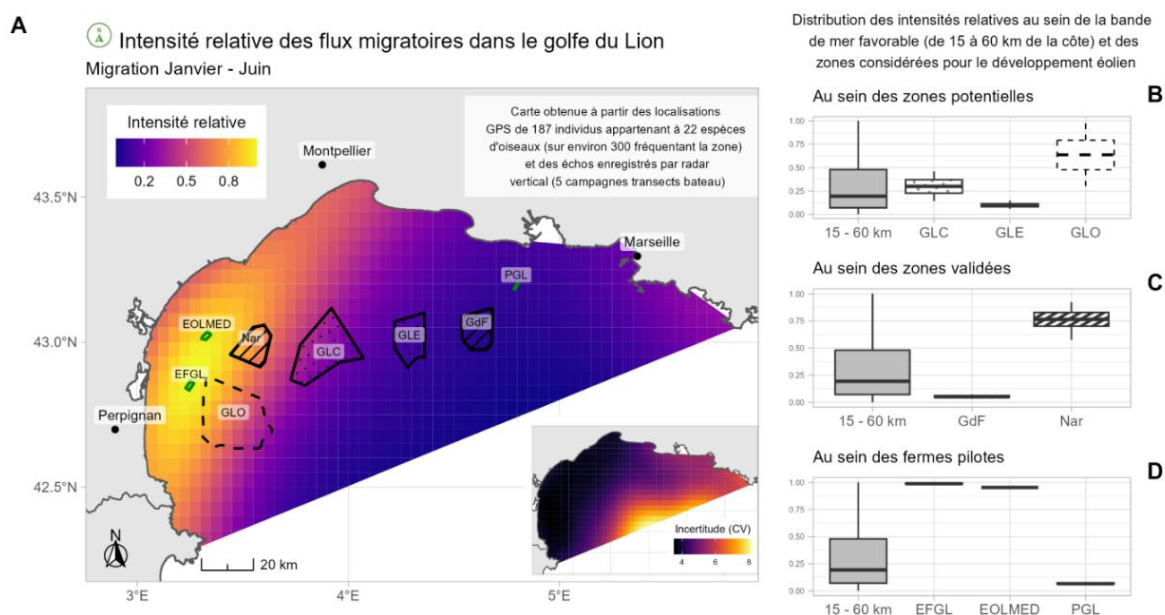


Figure 117 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Janvier-Juin (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).

Lors des campagnes en mer du lot 4 du programme MIGRALION, d'autres espèces ont également été observées visuellement ou contactées acoustiquement. On dénombre huit espèces supplémentaires, à proximité de l'aire d'étude immédiate. En effet, les transects nautiques ne traversant pas la zone de développement éolien, ces résultats se basent sur une zone tampon de 5 km autour de l'aire d'étude immédiate.

Le tableau énumère le nombre d'observations et d'individus et le nombre de contacts par acoustique pour les autres espèces observées selon la période biologique au sein de cette zone fictive de 5 km autour de l'aire d'étude immédiate.

Tableau 1 : Nombre de contacts acoustiques et nombre d'observations visuelles et effectifs associés pour les autres espèces migratrices recensées lors des campagnes en mer du lot 4 (2022-2024).

Espèces	
Grive mauvis	Contact acoustique =1 (postnuptial)
Grive musicienne	Contact acoustique =1 (prénuptial) et 4 (postnuptial)
Merle noir	Contact acoustique =6 (postnuptial)
Rouge-gorge familier	Contact acoustique =53 (postnuptial)
Bergeronnette printanière	Observation =1, individu =1 (postnuptial)

Hirondelle rustique	Observations = 2, individu : 4 (prénuptial)
Huîtrier pie	Observation =1, individu =1 (prénuptial)
Martinet noir	Observation =1, individus =2 (prénuptial)

1.4 CHIROPTERES

Les transects des campagnes en mer du lot 4 du programme MIGRALION ne traversent malheureusement pas la zone de développement éolien. Toutefois, les informations collectées grâce aux transects périphériques ou les données générales sur les chiroptères en mer nous informent sur les espèces et l'activités observées dans le golfe du Lion. Sur la zone 1, il peut être noté que deux Pipistrelles pygmées et deux Noctules de Leisler ont été enregistrés à moins de 2 km au nord-ouest de la zone. Les autres espèces de chiroptères sont également potentielle sur la zone. Enfin, du fait de la proximité à la côte de cette zone, des individus sédentaires des colonies locales, qui chassent les nuées d'insectes en mer, reste possible.

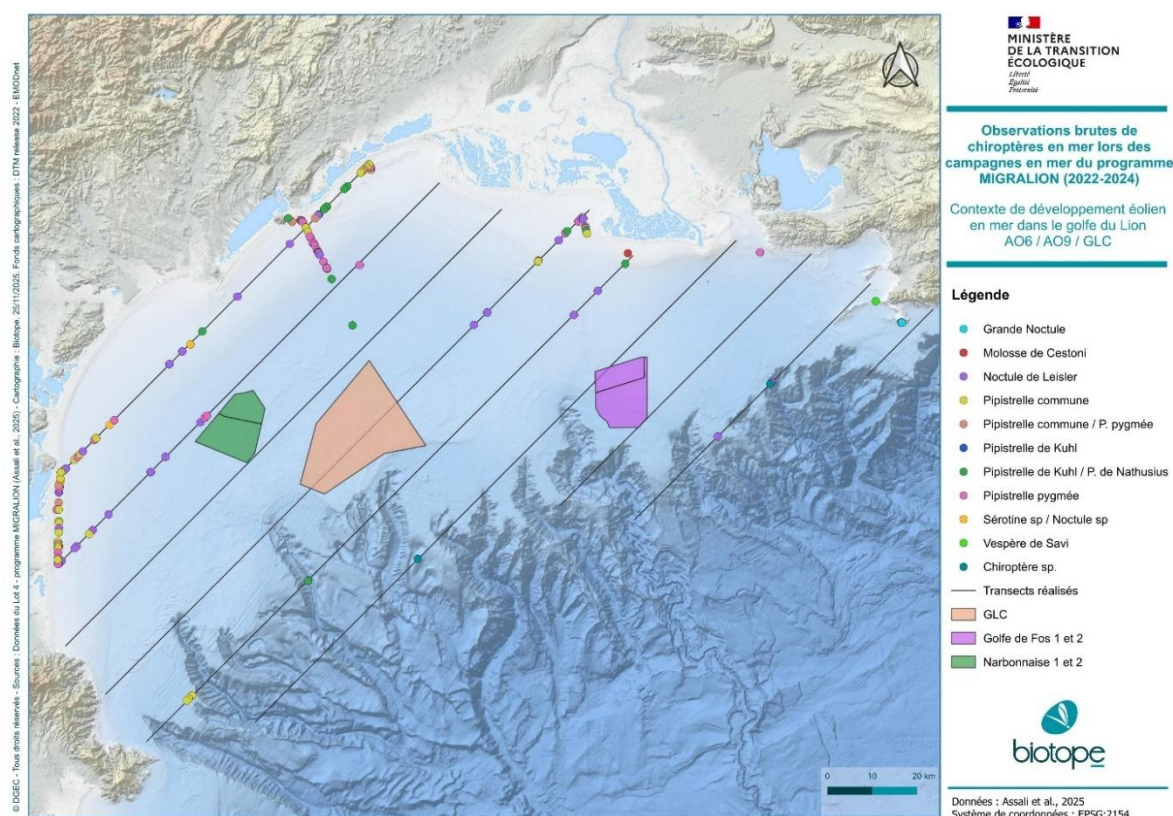


Figure 118 : Cartographie de synthèse des contacts visuels et acoustiques de chiroptères en mer, à l'échelle du golfe du Lion - Campagnes nautiques 2022-2024.

1.5 MAMMIFERES MARINS & GRANDS POISSONS PELAGIQUES

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), quatre espèces de mammifères marins ont été identifiées : le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*), le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le Dauphin commun (*Delphinus delphis*).

A l'échelle de l'ensemble de la zone du golfe du Lion prospectée, le Dauphin bleu et blanc est majoritaire avec 870 individus, puis le Grand dauphin avec 428 individus, et enfin le Rorqual commun avec 15 individus.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise, le Grand dauphin est majoritaire avec 179 individus, puis le Dauphin bleu et blanc avec 112 individus, et enfin le Rorqual commun avec un seul individu (Figure 119).

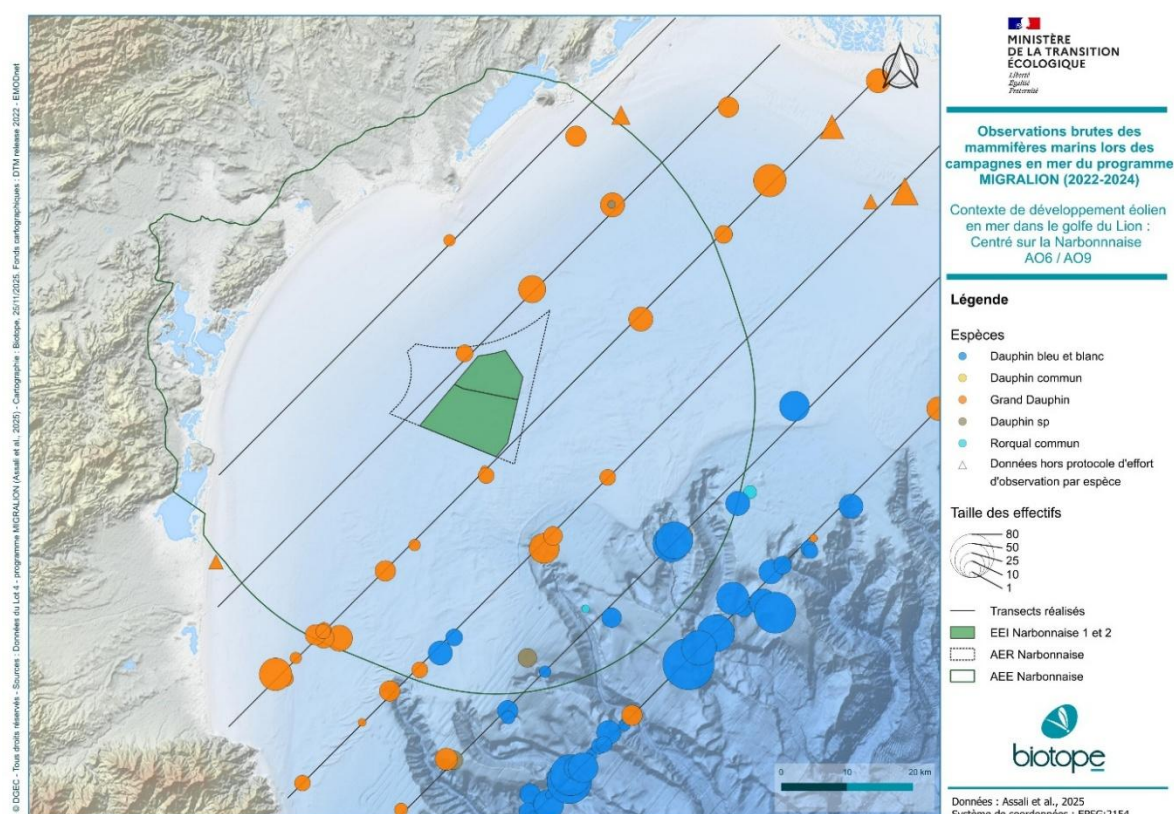


Figure 119 : Cartographie de synthèse des observations de mammifères marins, centrée sur la zone de projet de la Narbonnaise - Expertises nautiques 2022-2024.

La carte présentée ci-dessus, centrée sur la zone de projet de la Narbonnaise, est représentative de l'utilisation du golfe du Lion par les différentes espèces de mammifères marins. Le Grand Dauphin utilise l'intégralité du plateau continental ainsi que les zones de talus et plus ponctuellement les têtes de canyons, tandis que le Dauphin bleu et blanc, plus pélagique, se cantonne aux zones de canyons. Les observations du Rorqual commun sont plutôt réalisées au niveau des transects les plus pélagiques, au niveau du talus et des canyons.

Les principales observations de ces trois espèces au niveau de l'aire d'étude élargie de la Narbonnaise ont été réalisées entre le printemps (n=4 campagnes), l'été (n=2) et l'automne dans une moindre mesure (n=3). Il n'y a quasiment pas eu d'observations en hiver (n=2) comme le souligne la Figure 120 ci-dessous (uniquement une observation proche côtière de deux Grands Dauphins en hiver 2023).

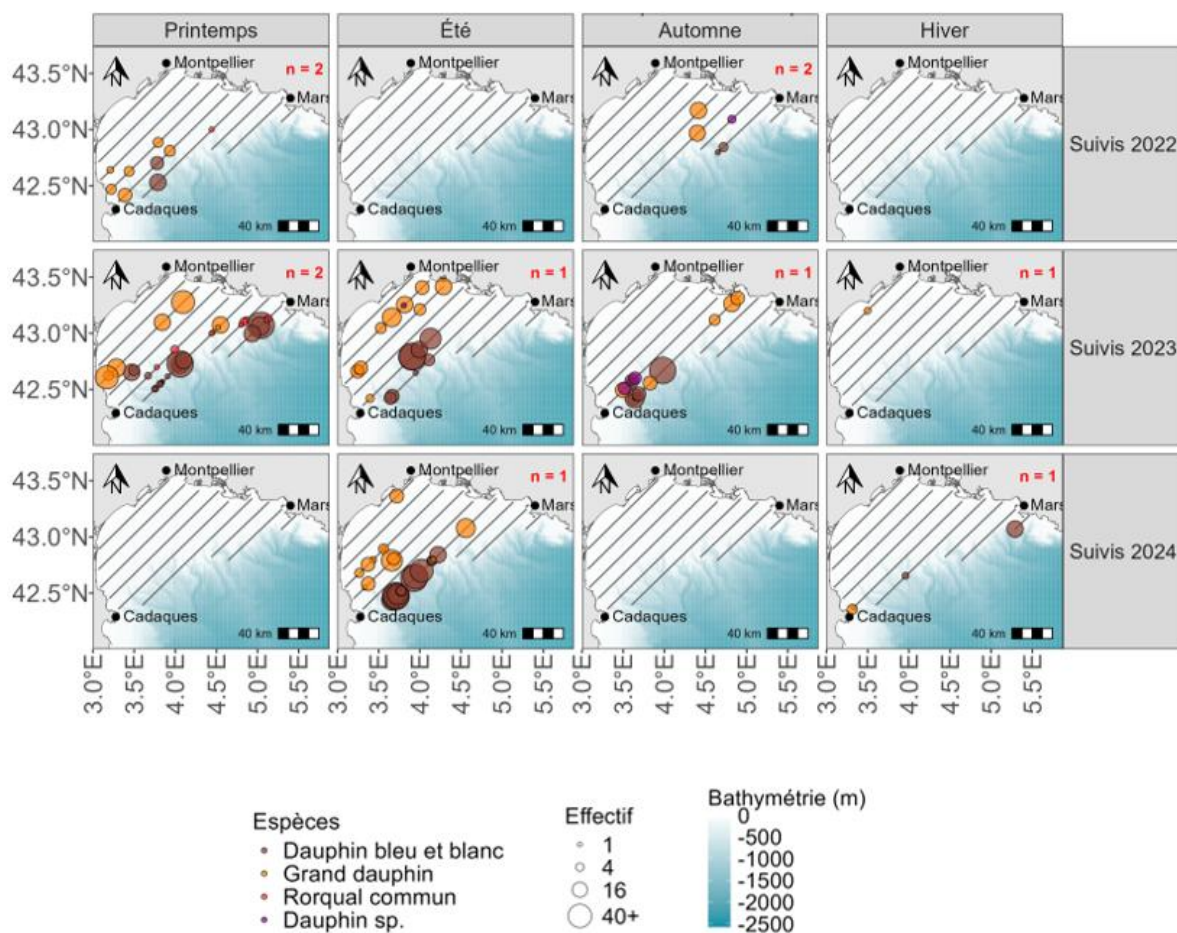


Figure 120 : Cartographie de synthèse des observations des mammifères marins lors des expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), plusieurs espèces de grands poissons pélagiques ont été observées au niveau de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise : le Poisson lune (*Mola mola*), l'Espadon (*Xiphias gladius*) et le Requin pèlerin (*Cetorhinus maximus*) notamment.

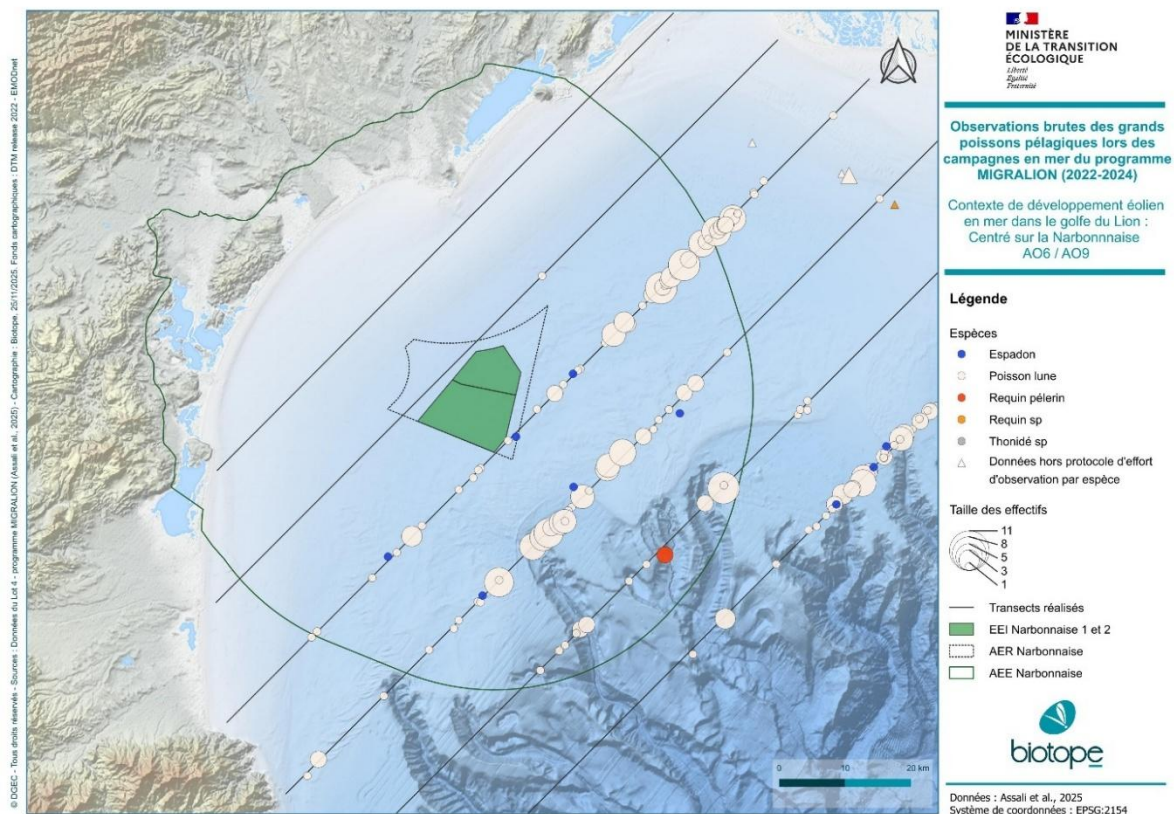


Figure 121 : Cartographie de synthèse des observations de grands poissons pélagiques, centrée la zone de projet de la Narbonnaise - Expertises nautiques 2022-2024.

Le Poisson-lune est largement majoritaire avec 170 individus observés sur l'aire d'étude élargie. Il est présent sur le plateau continental ainsi qu'au niveau du talus et des canyons (Figure 121). Il reste toutefois peu observé sur la moitié plus côtière de l'aire d'étude élargie de la Narbonnaise. Quelles que soient les années, à l'échelle du golfe du Lion, 99% des observations de Poisson-lune ont été réalisées lors des campagnes du printemps.

Six Espadons ont également été observés sur la moitié sud-est de l'aire d'étude élargie, au niveau de la partie plus au large du plateau continental donc. Toutes ces observations d'Espadons ont été réalisées lors des campagnes d'automne.

Enfin, deux Requins pèlerins ont été observés au sud-est dans l'aire d'étude élargie, au niveau du canyon de Marti au sud, au printemps 2023.

2 ZONE 2 — PACA — PARCS D'EOLIENNES EN MER FLOTTANTES AU LARGE DU GOLFE DE FOS-SUR-MER

2.1 OISEAUX MARINS

2.1.1 Goéland leucophée

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Goéland leucophée est l'espèce la plus observée avec 13 203 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 32% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces nombreuses observations de Goélands leucophées se répartissent sur tout le golfe du Lion y compris sur la zone de projet au large du golfe de Fos où il est omniprésent, comme le souligne la Figure 122 ci-dessous.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos, 1 311 individus ont été observés lors des 10 campagnes, ce qui représente 10% du total des Goélands leucophées observés à l'échelle du golfe du Lion. Ces individus représentent, respectivement en période prénuptiale et postnuptiale, 18% et 11% de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée.

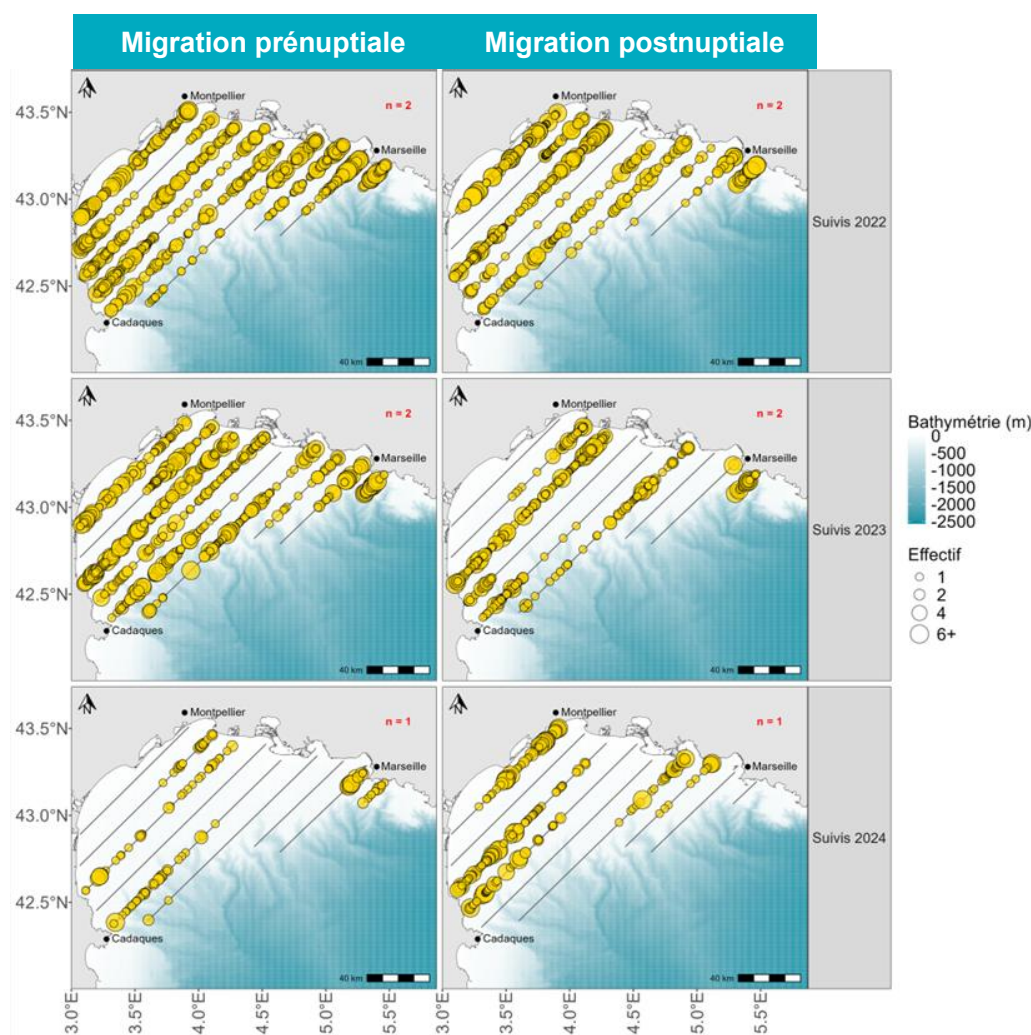


Figure 122 : Cartographie de synthèse des observations de Goéland leucopée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

Ces résultats mettent en évidence la présence de nombreux individus, en période prénuptiale comme postnuptiale, et ne permettent pas de détecter de mouvement migratoire marqué au sein de la zone de projet ni à l'échelle du golfe du Lion. Les densités maximales sont observées au printemps avec 2.25 ind.km⁻² au mois de mars et des densités moindre au printemps autour de 1 ind.km⁻². A noter que la distribution de cette espèce en mer est largement influencée par l'activité de pêche et le chalutage.

Les données télémétriques de 49 Goélands leucophées adultes et juvéniles équipés à Planasse (proche Narbonne), aux îles du Frioul (au large de Marseille) et dans l'Anse de Carteau (Camargue/Fos-sur-Mer) sont présentées ci-dessous. La Figure montre que la zone de projet éolien au large du golfe de Fos est traversée par 3 des 49 individus suivis. Les données de télémétrie montrent que la zone de projet se situe juste au sud d'une zone très utilisée par le Goéland leucopée, au large de la Camargue.

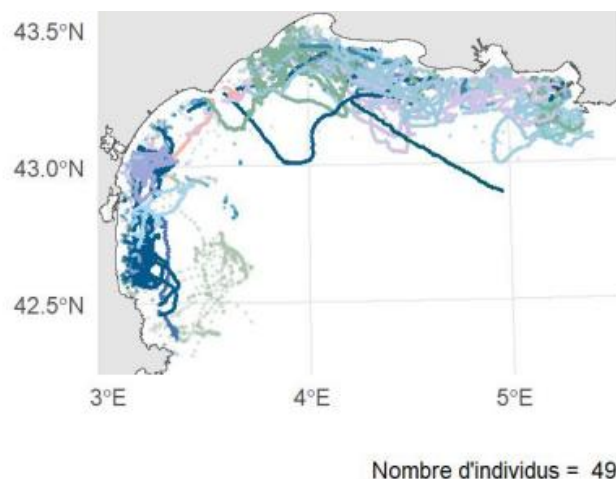


Figure 123 : Localisations GPS utilisées pour les analyses portant sur l'utilisation relative du golfe du Lion pour les Goélands leucophées suivis par télémétrie dans le cadre de programmes complémentaires au lot 3 de MIGRALION. Les localisations situées en dehors de l'aire dans laquelle les analyses sont effectuées ne sont pas conservées. Chaque point représente une localisation, les couleurs représentent différents individus (Canonne et al., 2025).

En effet, le Goéland leucophée présente une répartition plutôt côtière, notamment en période hors reproduction comme le soulignent les cartes ci-dessous :

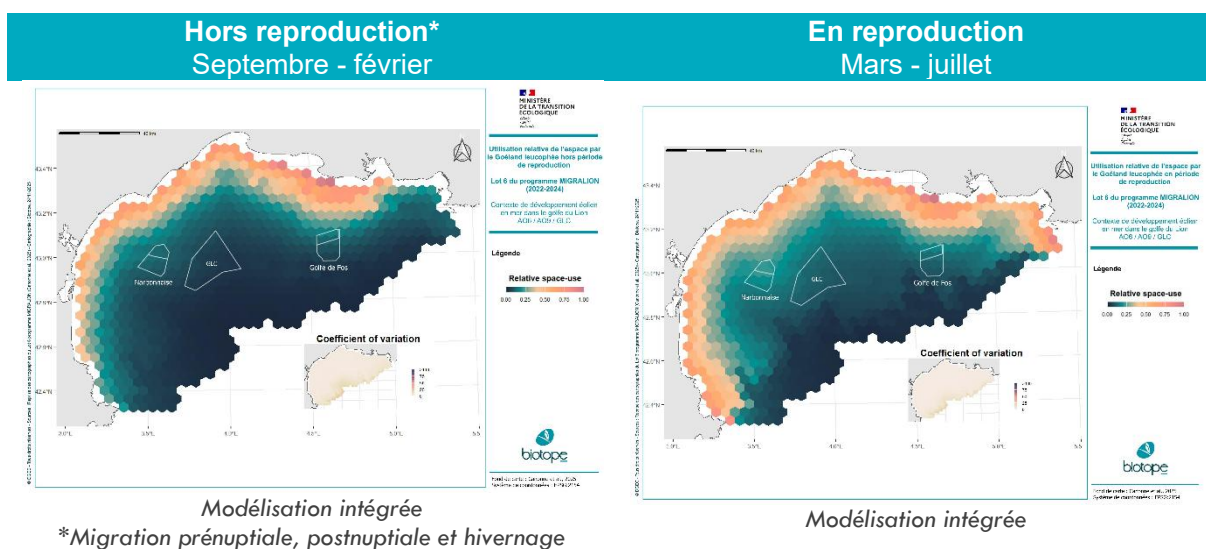


Figure 124 : Utilisation relative de l'espace par le Goéland leucophée en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et données GPS. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation (Canonne et al., 2025).

Les résultats du lot 6 de MIGRALION ont utilisé des co-variables environnementales pour caractériser l'utilisation du golfe du Lion par le Goéland leucophée. Parmi les covariables qui influencent le plus la distribution de l'espèce, on retrouve :

- La bathymétrie : détermination de la localisation des fronts de plateau continental, où les oiseaux marins et leurs proies ont tendance à s'agréger.
- La distance à la côte : essentielle pour les espèces étroitement liées à leurs sites de reproduction.

- La température de surface de la mer (SST) : effet sur la production primaire, la structuration des écosystèmes pélagiques et donc la répartition des proies.
- La concentration en chlorophylle a, indicateur de productivité primaire car elle reflète l'abondance de phytoplancton à la base des chaînes alimentaires marines.

Les relations entre la sélection d'habitat du Goéland leucophée en période de reproduction et ces différentes covariables environnementales sont détaillées Figure 125.

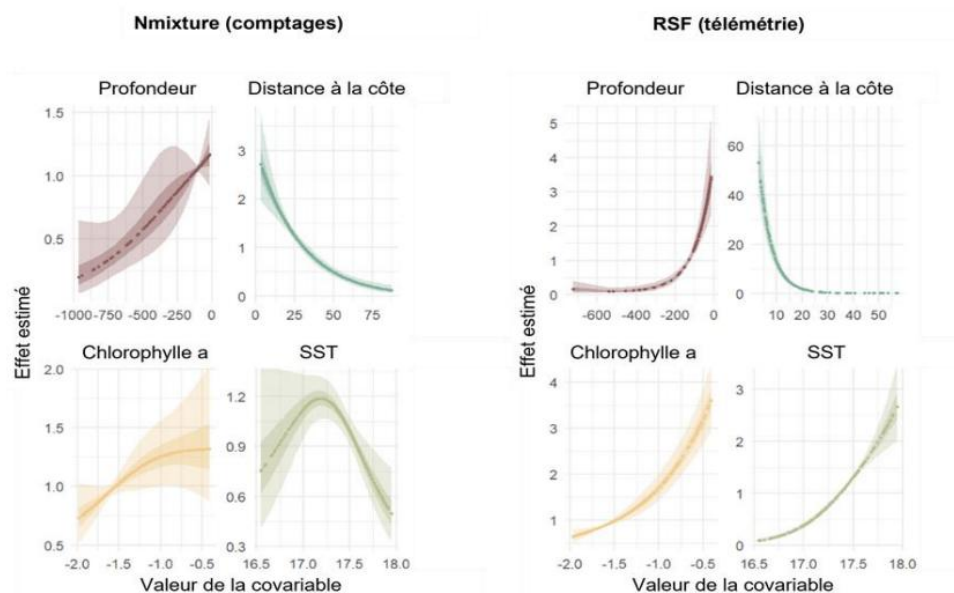


Figure 125 : Relations estimées entre la sélection d'habitat du Goéland leucophée en période de reproduction et différentes covariables environnementales à partir d'un modèle de Nmixture (à gauche) et d'un modèle RSF (à droite). Les points représentent la médiane estimée et les aires colorées les intervalles de crédibilité de 50% et 95% (Canonne et al., 2025).

La zone de projet au large du golfe de Fos, avec une distance à la côte et une profondeur d'eau plus élevée, ne semble pas constituer un habitat hautement privilégié pour le Goéland leucophée en reproduction. Toutefois, on remarque sur cette zone des concentrations en chlorophylle a moyennes avec notamment l'influence du delta du Rhône où cette concentration est parmi les plus importantes du golfe du Lion. Cet indicateur de productivité primaire, qui reflète l'abondance de phytoplancton à la base des chaînes alimentaires, pourrait constituer un avantage certain dans l'utilisation de l'habitat par l'espèce. Par ailleurs, la distribution en mer du Goéland leucophée semble très fortement dépendante du rythme des activités des pêcheurs professionnels puisque les petits poissons pélagiques constituent un aliment non seulement indispensable pour les adultes mais de toute première nécessité pour le nourrissage des très jeunes poussins (Beaubrun, 1988, Thezenas, 1993).

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol observées s'étalent entre 2 et 100 mètres dans le golfe du Lion (Figure 126), avec la gamme de hauteur de vol entre 10 et 20 mètres plus importante au printemps et des hauteurs de vol plus faible à l'automne (entre 2 et 5 m). Ces différences de hauteurs de vol observées entre les saisons sont difficilement interprétables dans l'état des connaissances actuelles mais reflètent peut-être des comportements alimentaires plus marqués en automne.

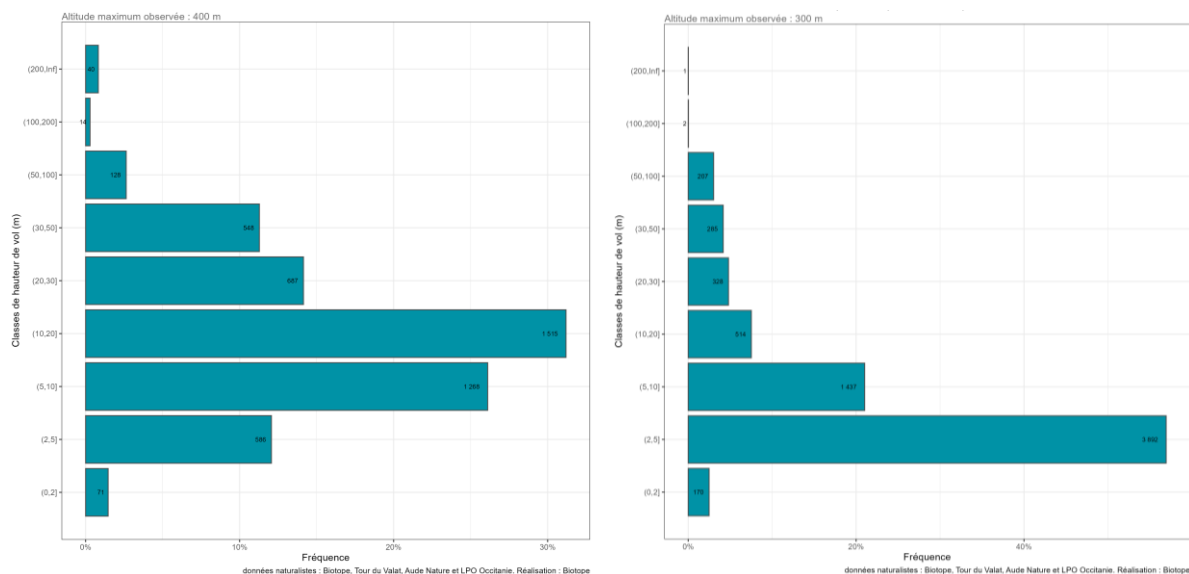


Figure 126 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Goéland leucophaea - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.2 Mouette mélanocéphale

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette mélanocéphale est une espèce régulièrement observée avec 883 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 2,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces observations de Mouette mélanocéphale se répartissent sur tout le golfe du Lion au printemps, y compris sur la zone de projet au large du golfe de Fos, comme le souligne la Figure 127 ci-dessous. Elles semblent plus localisées sur la moitié côtière du plateau continental à l'automne, toujours incluant la zone de projet au large du golfe de Fos.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos, 166 individus ont été observés lors des 10 campagnes, ce qui représente 19% du total des Mouettes mélanocéphales observées à l'échelle du golfe du Lion. Ces individus représentent 2% de l'effectif total d'oiseaux observés en période pré-nuptiale et en période post-nuptiale au sein de l'aire d'étude éloignée.

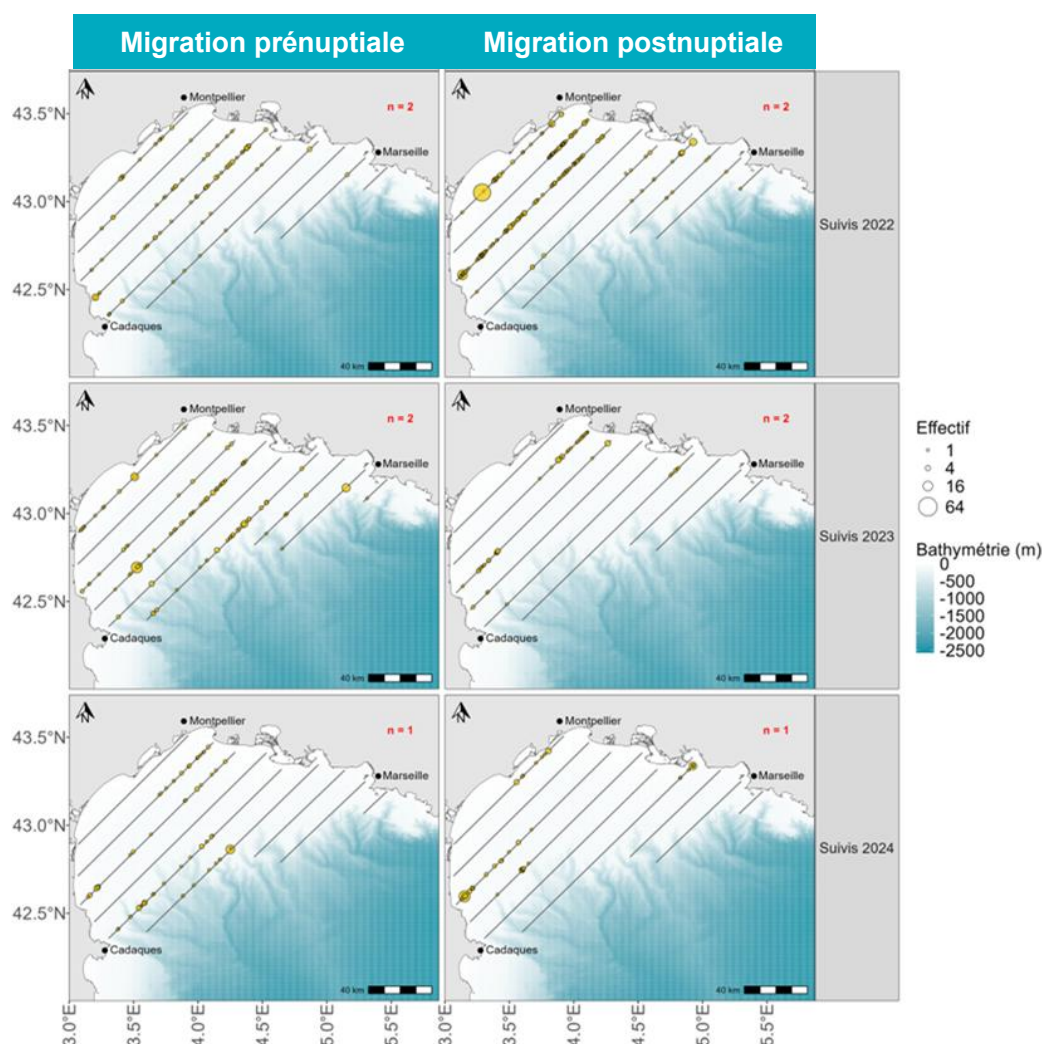


Figure 127 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette mélanocéphale a été estimée, avec une répartition diffuse en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) incluant la zone de projet au large du golfe de Fos et une répartition plus côtière en période de reproduction en lien avec la présence de colonies de reproduction au niveau des lagunes et le nourrissage des jeunes, comme le soulignent les cartes ci-dessous.

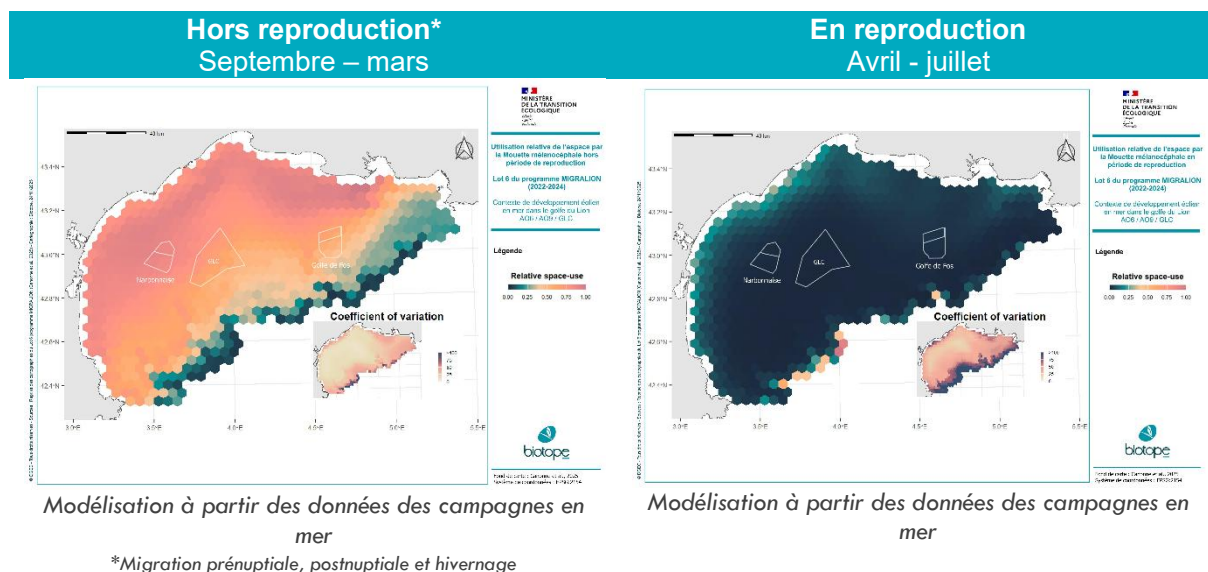


Figure 128 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette mélanocéphale en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

En Méditerranée, la Mouette mélanocéphale arrive sur les sites de reproduction dès le mois d'avril. Sitôt la reproduction terminée, les colonies sont désertées et les oiseaux rejoignent directement les lieux d'hivernage, en mer Méditerranée et dans l'Atlantique depuis le Maroc jusqu'au Pays-Bas et la Grande-Bretagne. Les migrations de la Mouette mélanocéphale au cours du printemps et de l'automne sont relativement peu marquées au sein de la zone de projet au large du golfe de Fos voire, même, à l'échelle du golfe du Lion. Ceci se reflète par l'observation de petits groupes d'oiseaux ou d'individus isolés lors des campagnes en mer. Ainsi, l'espèce s'observe en mer quasiment toute l'année avec un pic de présence entre février et avril. De nombreuses observations sont également réalisées en juillet et septembre. Durant la migration prénuptiale, il est observé un flux migratoire de retour vers les colonies depuis la côte (Leucate). La migration postnuptiale n'est pas détectée et est sûrement très diffuse aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Les densités maximales, à l'échelle du golfe du Lion, sont observées au printemps (février/mars) avec des densités proches de 0.25 ind.km⁻².

D'après les résultats des suivis télémétriques MIGRALION (Lot 3), lors de la migration postnuptiale Nord-Sud, la stratégie de la Mouette mélanocéphale (n=62) privilégiée pour traverser le golfe du Lion est de longer la côte, ce qui induit des passages plus à l'Ouest de la zone de projet au large du golfe de Fos (Figure 129). La Mouette mélanocéphale utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour plus de 92% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (<8%). La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs inférieures 20 m d'altitude (pour plus de 85% du temps total enregistré), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (moins de 14% du temps total enregistré). Quelques infimes exceptions ont montré des hauteurs de vols à plus de 300m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. Aucun des 62 individus suivis n'a traversé la zone de développement au large du golfe de Fos lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1). Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence dans la zone de développement.

Pour cette migration postnuptiale, les suivis télémétriques de la Mouette mélanocéphale (n=16) ont montré une date de départ plutôt début août (entre le 1er juillet et le 7 novembre) pour une arrivée fin septembre (entre le 2 juillet et le 20 décembre).

Lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (n=43), cette même stratégie « longe-côte » est utilisée par la Mouette mélanocéphale, voire la stratégie « diagonale » de traversée de l'Espagne vers la Camargue : cela induit des trajectoires possibles au sein de la zone de projet au large du golfe de Fos. Plus globalement à l'échelle des différentes espèces suivies par télémétrie, les stratégies peuvent varier selon les conditions environnementales au moment du départ. La Mouette mélanocéphale utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 85% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (<15%). Une infime partie des enregistrements ont montré des exceptions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs inférieures 20 m d'altitude (un peu moins de 80 % du temps total enregistré), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (environ 20% du temps total enregistré). Quelques infimes exceptions ont montré des hauteurs de vols à plus de 300m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. Aucun des 62 individus suivis n'a traversé la zone de développement au large du golfe de Fos lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1).

Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence plus importante dans la zone de développement.

Pour la migration prénuptiale (n=9), la Mouette mélanocéphale part autour de début mars (entre le février et le 30 mars) pour une arrivée après la mi-mars (entre le 4 février et le 15 avril).

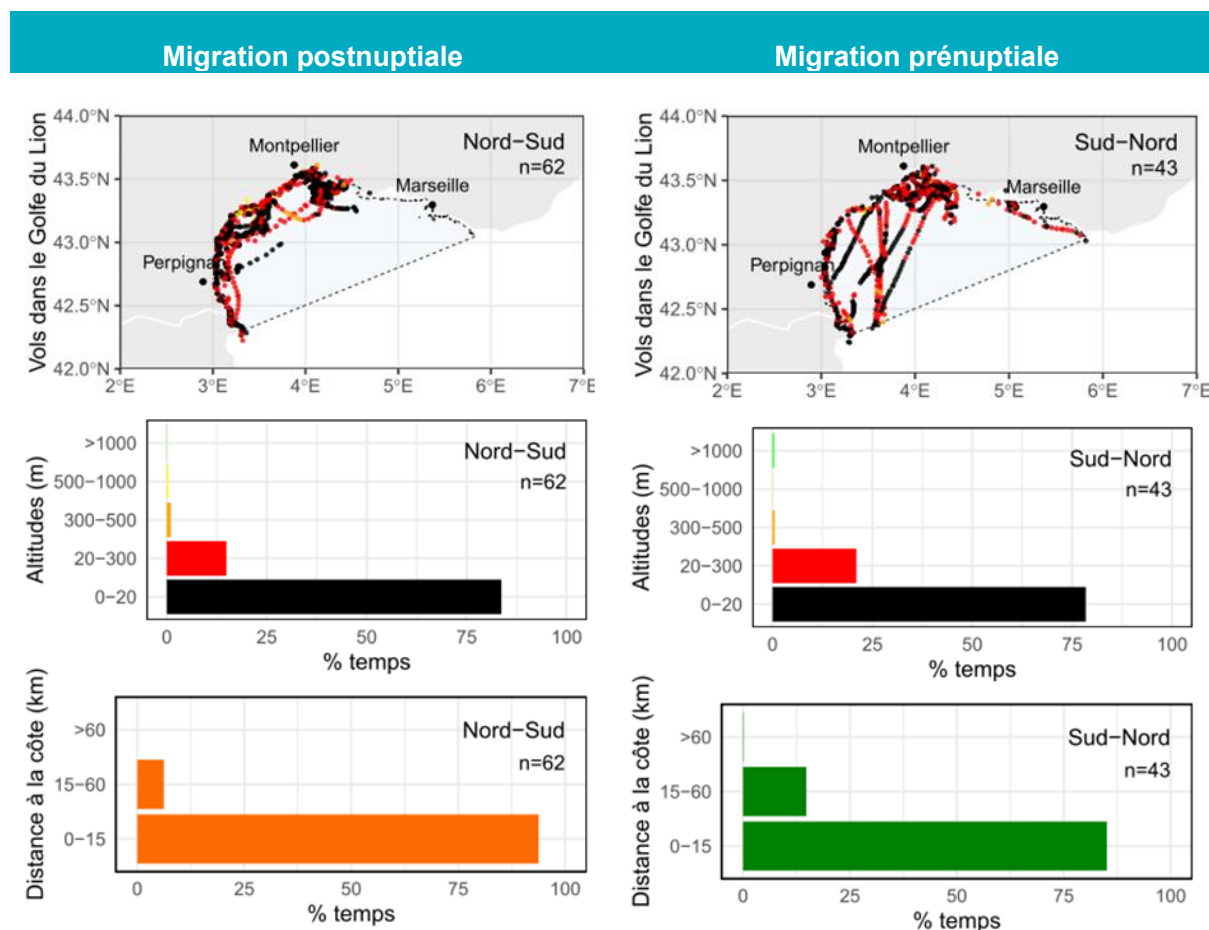


Figure 129 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Mouette mélanocéphale (tiré de Champagnon et al., 2025).

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les hauteurs de vol observées s'étalent entre 5 et 100 mètres dans le golfe du Lion (Figure 130), avec la gamme de hauteur de vol entre 10 et 20 mètres plus importante au printemps et des hauteurs de vol plus faible à l'automne (entre 2 et 5 m). Ces différences de hauteurs de vol observées entre les saisons sont difficilement interprétables dans l'état des connaissances actuelles mais reflètent peut-être des comportements alimentaires plus marqués en automne.

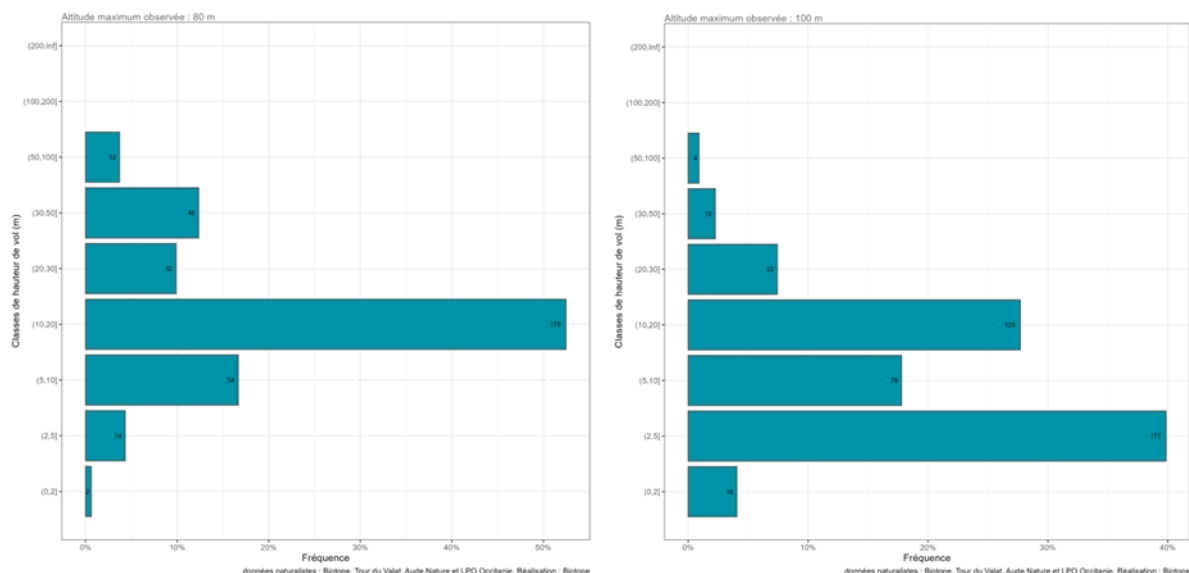


Figure 130 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.3 Mouette rieuse

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette rieuse a été peu observée avec 86 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). 93% de ces individus ont été observés en 2022 (55 individus en période pré-nuptiale et 25 en période post-nuptiale), les 7% restant en 2023 (3 individus en période pré-nuptiale et 3 en période post-nuptiale), et aucune observation n'a été faite en 2024. Ces chiffres indiquent une forte hétérogénéité inter-annuelle sur trois ans. L'essentiel des observations sont côtières et quelques individus isolés ont été notés au large au cours des suivis post-nuptiaux (Figure 131).

Au sein de de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet de Fos, dix individus ont été observés en proche côtier, en dehors des transects et des temps d'effort d'observation, à environ 2 km en face de Cap Couronne. On retrouve les autres observations les plus proches de l'aire d'étude éloignée entre 10 et 20 km de l'aire d'étude éloignée.

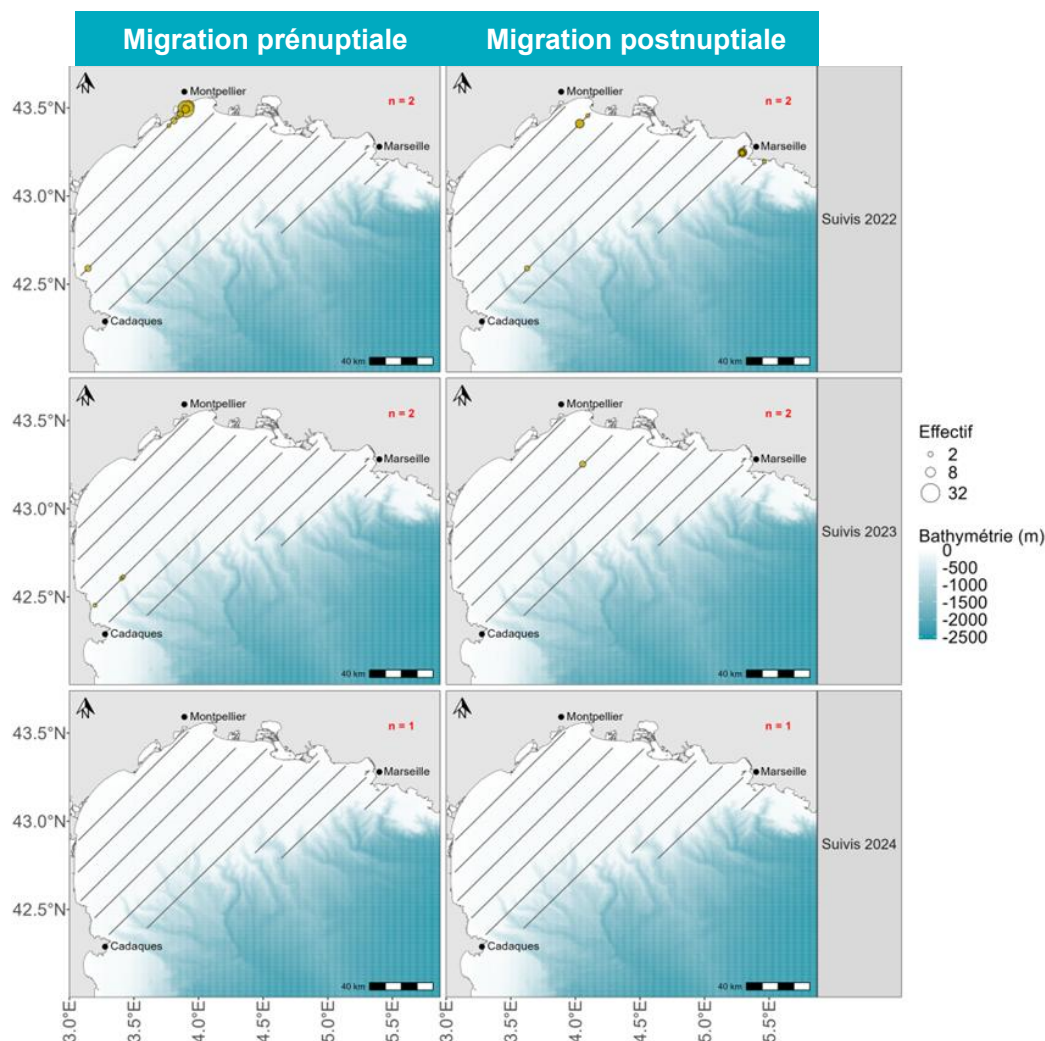
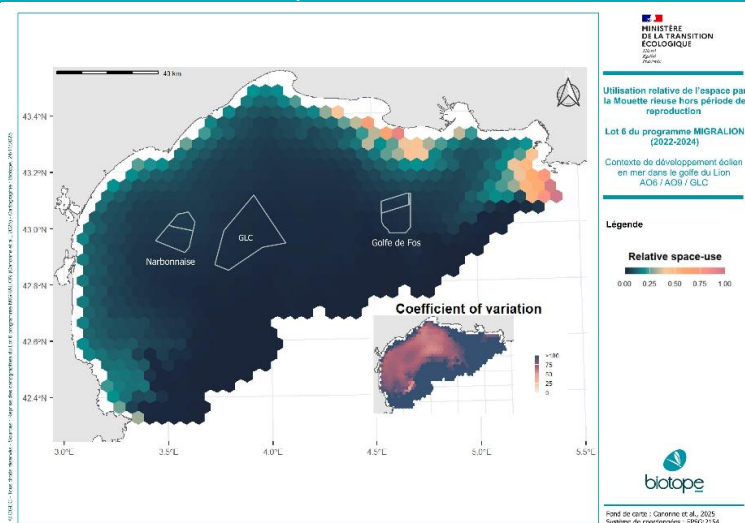


Figure 131 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette rieuse a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre une préférence pour les zones côtières, avec une présence plus marquée dans la partie Est (Figure 132 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 52 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour les Mouettes rieuses.

Hors reproduction*

Septembre – mars



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 132: Utilisation relative de l'espace par la Mouette rieuse en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette rieuse est très grégaire en période de reproduction 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. À partir du mois de septembre et en octobre, une migration peut être entreprise qui pousse 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.

D'après les résultats des suivis télémétriques MIGRALION (Lot 3), lors de la migration postnuptiale Nord-Sud, la stratégie privilégiée par la Mouette rieuse ($n=16$) est de couper le golfe du Lion en diagonale de la Camargue vers l'Espagne (Figure 133), ce qui peut induire des passages potentiels non loin de la zone de projet au large du golfe de Fos. La Mouette rieuse utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 63% de son temps, la partie intermédiaire (15-60 km) pour environ 35% de son temps, avec quelques portions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs comprises entre 500 et 1000 m d'altitude (environ 45% du temps total d'enregistrement), une bonne partie a également volé entre 20 et 300 m d'altitude (environ 30% du temps total d'enregistrement). Environ 10% des enregistrements indiquent des hauteurs de vols à plus de 1000 m, 10% indiquent des hauteurs de vols comprises entre 300 et 500 m, et enfin 5% indiquent des hauteurs de vol inférieures à 20m. Aucun des 16 individus suivis n'a traversé la zone de développement au large du golfe de Fos lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1). Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence dans la zone de développement.

Pour cette migration postnuptiale, les suivis télémétriques de la Mouette rieuse ($n=34$) ont montré une date de départ plutôt mi-août (entre le 6 juin et le 30 octobre) pour une arrivée entre mi et fin août (entre le 6 juin et le 31 octobre).

Lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (n=13), la Mouette rieuse utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 60% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (40%). Un infime partie des enregistrements ont montré des exceptions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs comprises entre 300 et 500 m d'altitude (quasiment 44% du temps total enregistré) ou entre 500 et 1000 m d'altitude (quasiment 44% du temps total), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (environ 12% du temps total). Quelques individus ont montré des hauteurs de vols à plus de 1000m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. Aucun des 16 individus suivis n'a traversé la zone de développement au large du golfe de Fos lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1). Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence dans la zone de développement.

Toutefois, le faible nombre d'individus équipés pour les migrations postnuptiales ou prénuptiales ne permet pas d'exclure la possibilité d'une présence plus importante de l'espèce dans la zone de développement.

Pour la migration prénuptiale (n=24), la Mouette rieuse part autour de début mars (entre le 14 février et le 30 mars) pour une arrivée mi-mars (entre le 14 février et le 8 avril).

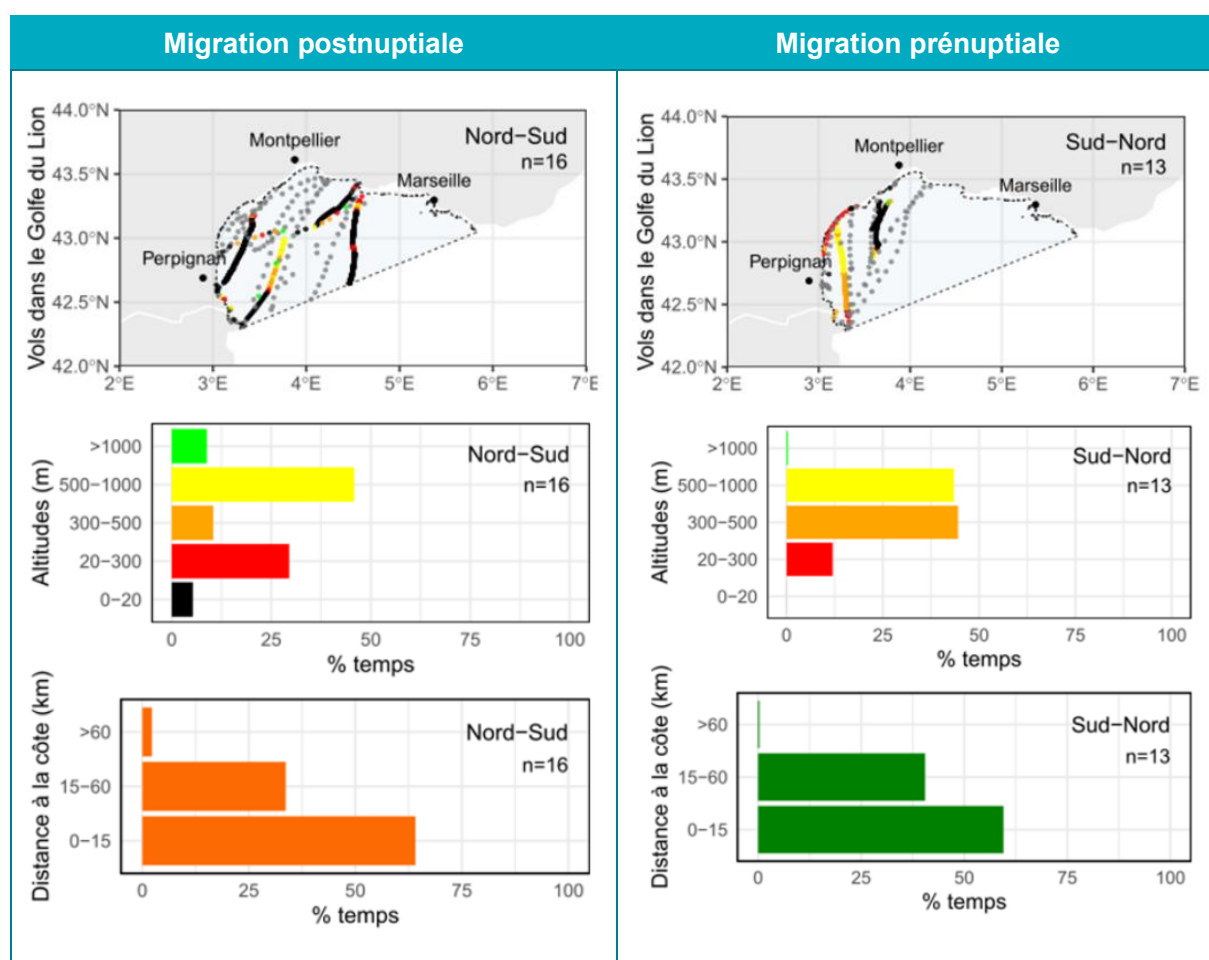


Figure 133 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Mouette rieuse (tiré de Champagnon et al., 2025).

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le nombre d'individus contactés ne permet pas de tirer de conclusion sur les hauteurs de vol préférentielles pour la Mouette rieuse. Des hauteurs de vol moyennes (entre 20 et 100 mètres) ont été relevées pour les individus observés en automne (n=27), comme le souligne la Figure suivante.

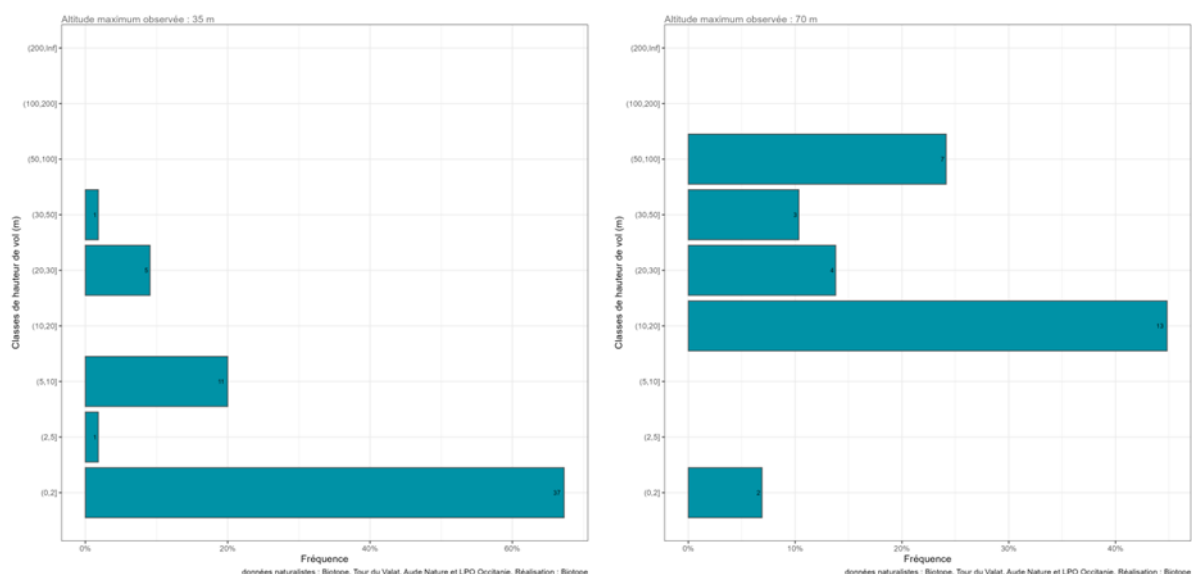


Figure 134 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.4 Mouette tridactyle

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette tridactyle a été peu observée avec 149 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). L'ensemble de ces observations ont été réalisées au cours des périodes pré-nuptiales : 10% en 2022, 71% en 2023 et 19% en 2024.

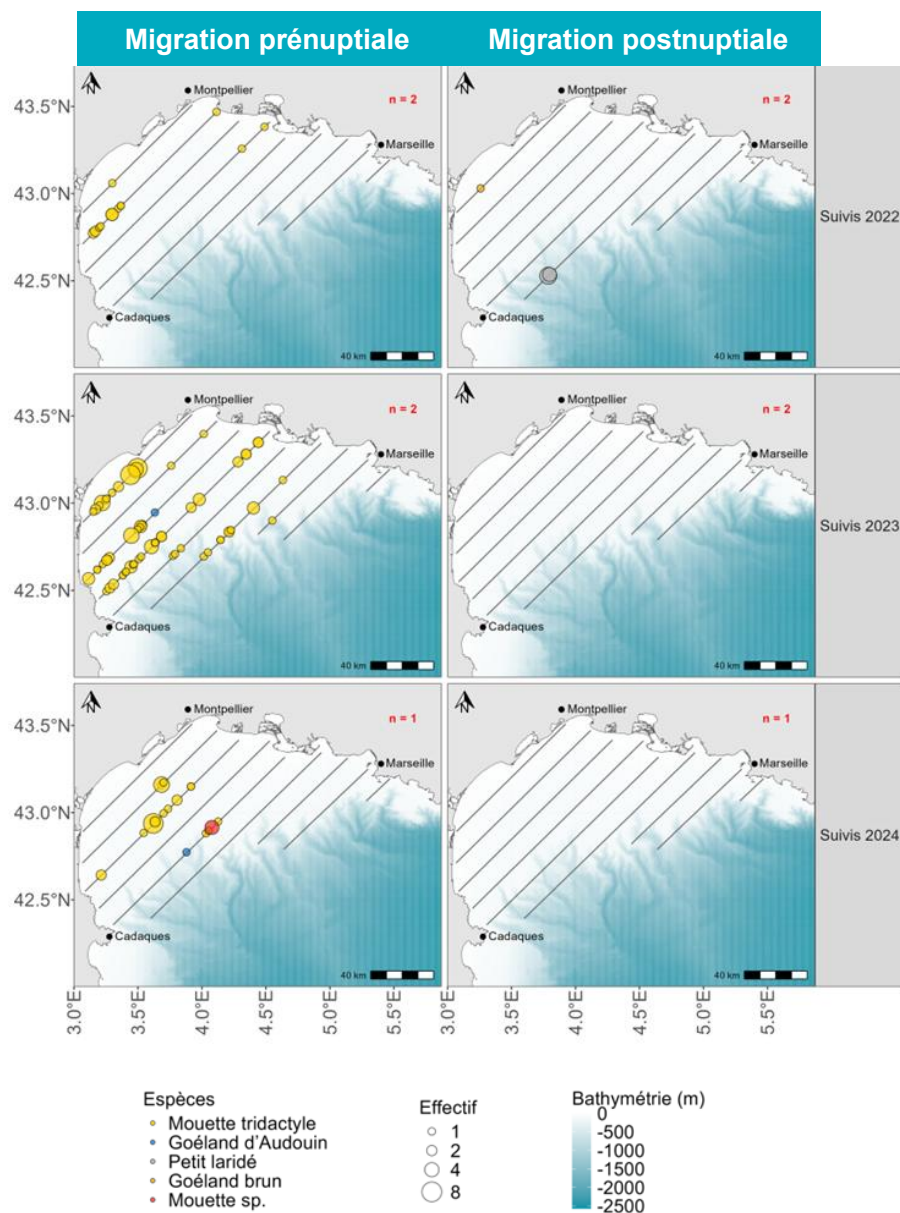


Figure 135 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces de Larinés dont la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de Fos représentée en violet Figure 136 ci-dessous), dix-huit individus ont été observés en période prénuptiale. L'aire d'étude éloignée accueille 12% du total des Mouettes tridactyles observées à l'échelle du golfe du Lion.

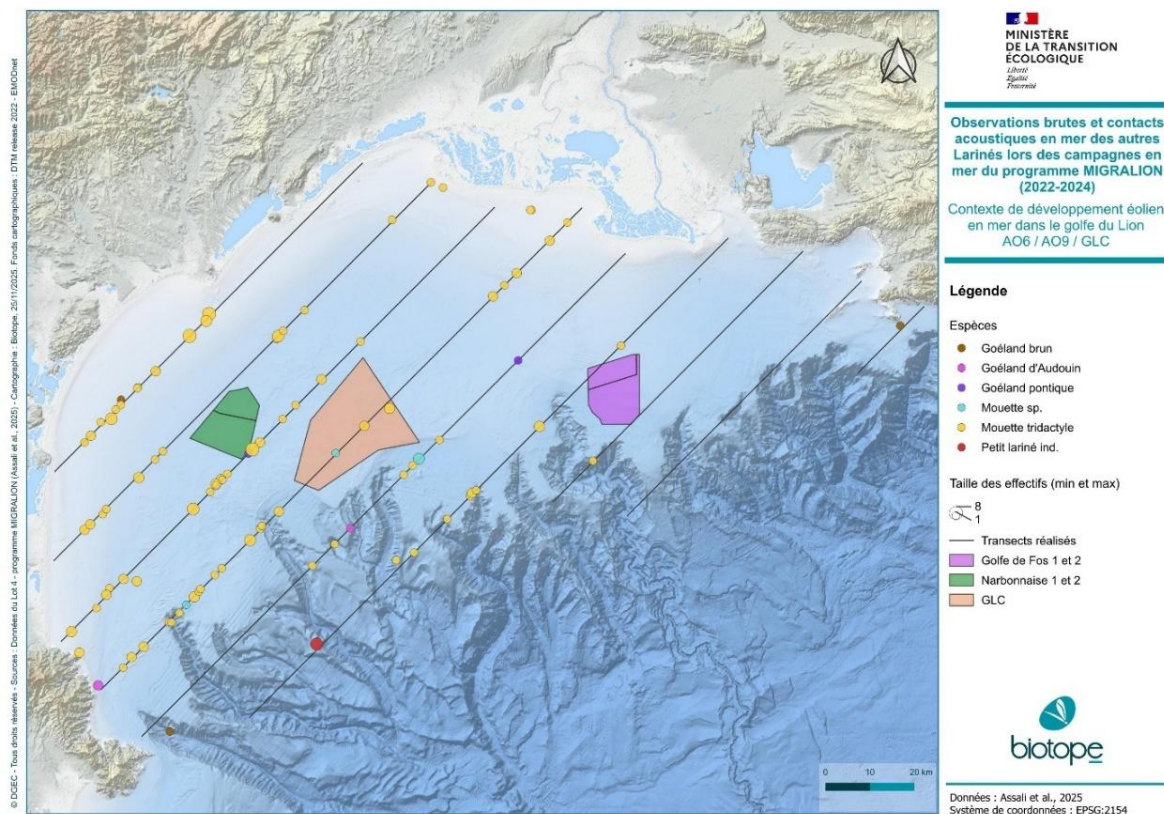
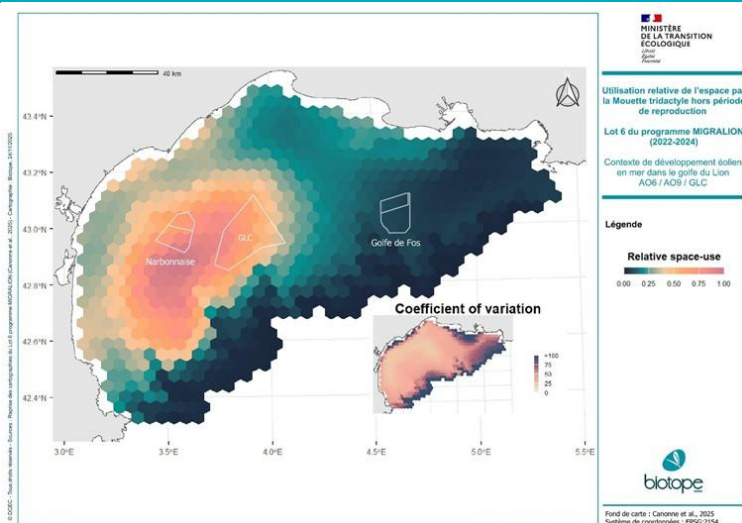


Figure 136 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des autres Larinés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale de la Mouette tridactyle a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre que les individus se concentrent plutôt au large dans la partie Ouest du golfe par rapport à la zone de développement au large du golfe de Fos (Figure 137 ci-dessous).

Hors reproduction* Novembre - avril



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 137 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette tridactyle en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette tridactyle est une espèce migratrice et hivernante au niveau du golfe du Lion. Les suivis réalisés mettent en évidence la présence de Mouette tridactyle durant les périodes de migration prénuptiale, correspondant probablement à la fin de période d'hivernage de cette espèce dans le golfe du Lion. Les observations se concentrent dans la partie ouest du golfe du Lion et soulignent l'intérêt de cette partie du golfe pour cette espèce, bien qu'elle utilise régulièrement la zone autour du projet de développement du large du golfe de Fos.

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle se situent majoritairement entre 2 et 20 mètres avec une hauteur préférentielle située entre 10 et 20 mètres (Figure 138 suivante).

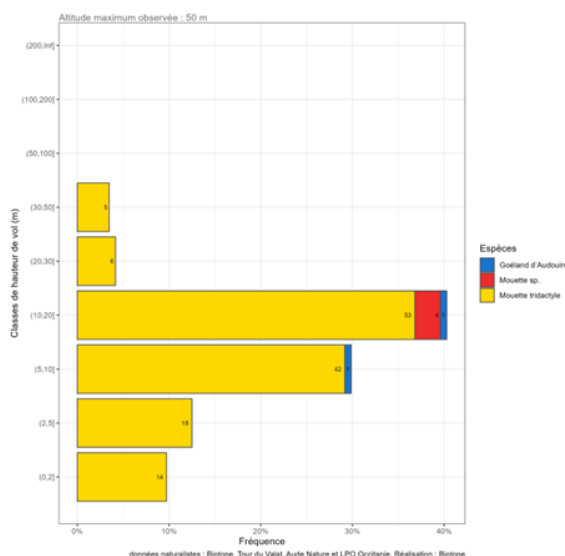


Figure 138 : Hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.5 Mouette pygmée

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette pygmée est la deuxième espèce la plus observée après le Goéland leucophaea avec 11 323 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 27,8% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Quasiment toutes ces observations ont été réalisées au cours des périodes prénuptiales : 18% en 2022, 65,2% en 2023 et 14,6% en 2024. Le reste des observations (2% environ) ont été réalisées en période postnuptiale de 2022.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos, 2 157 individus ont été observés lors des 5 campagnes prénuptiales. Ces individus représentent 42% de l'effectif total d'oiseaux observés en période prénuptiale au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 19% du total des Mouettes pygmées observées à l'échelle du golfe du Lion.

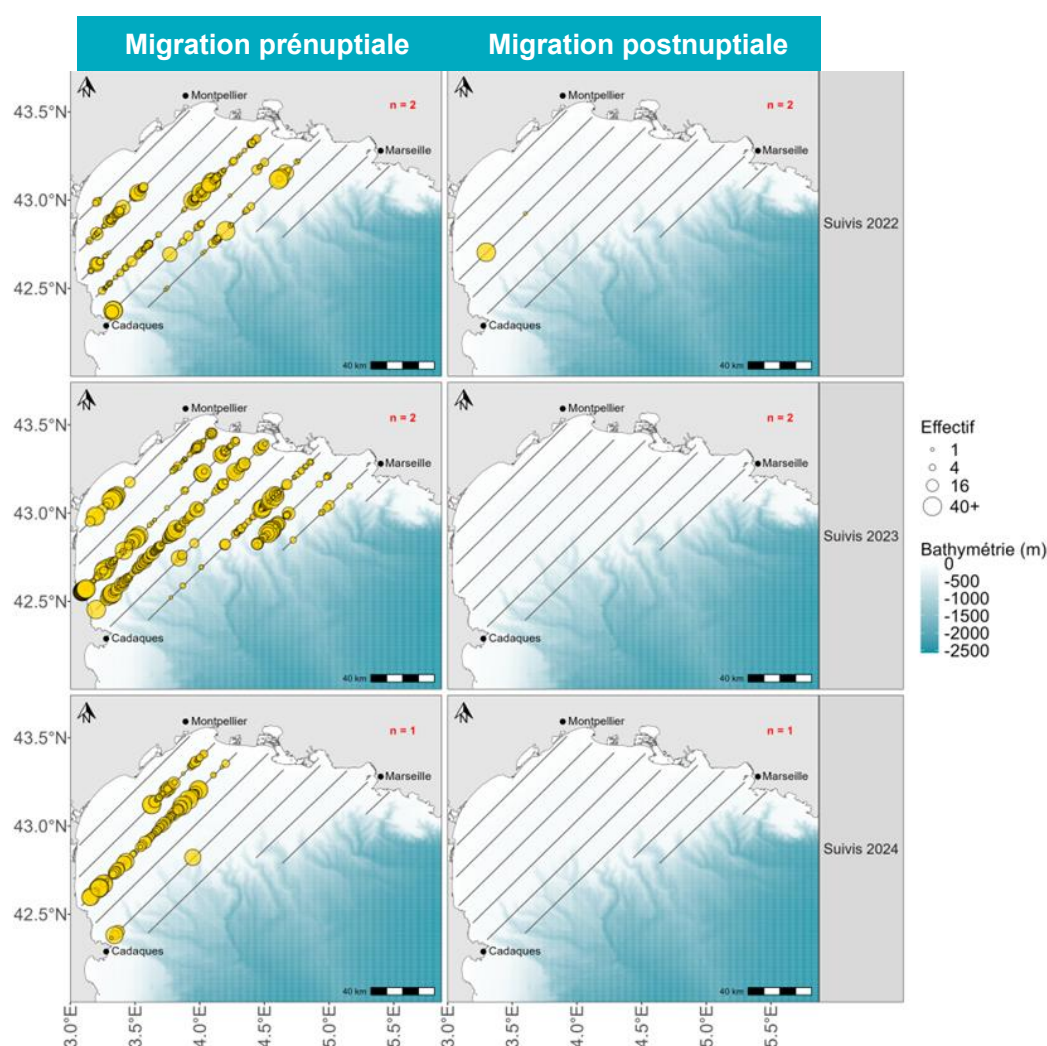


Figure 139 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette pygmée a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre que les individus se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe (Figure 140 ci-dessous).

Hors reproduction* Octobre - mai

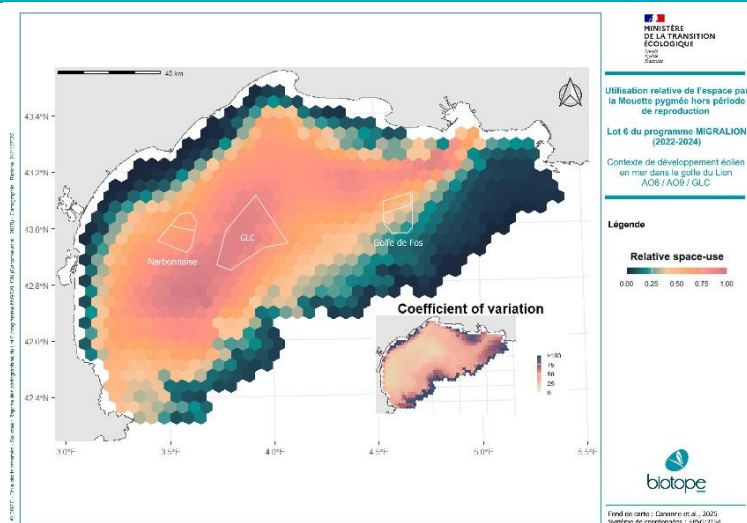


Figure 140 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette pygmée en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette pygmée est nicheuse en Europe du Nord et hiverne en Méditerranée. Hors période de reproduction, cette espèce a un comportement majoritairement pélagique et est observée sur le littoral en Méditerranée lors des pics migratoires et au cours de l'hiver. La Mouette pygmée migre en alternant des phases de déplacement actif et des phases d'alimentation. La Mouette pygmée est donc uniquement présente en hiver et lors des migrations pré-nuptiale dans le golfe du Lion. Ces apparitions hivernales et en migration sont sujettes à des fluctuations interannuelles et spatio-temporelles importantes (Dubois et al., 2013).

C'est en mer que l'on retrouve le plus gros des effectifs, comme le montre les résultats des campagnes menées dans le cadre du programme MIGRALION.

En migration pré-nuptiale, l'espèce est souvent notée avec parfois des effectifs très importants, parfois jusqu'à plusieurs centaines d'individus notés depuis les falaises de Leucate ou des côtes catalanes. Toutefois, ces phénomènes sont probablement liés à des conditions océaniques particulières et l'essentiel des individus en halte migratoire dans le golfe du Lion se trouve plus au large avec plusieurs milliers d'individus repartis dans l'intégralité du golfe du Lion, au niveau du plateau continental jusqu'à la zone de canyon en fonction des conditions trophiques locales.

Les résultats des campagnes de printemps du programme montrent bien cette large répartition et démontrent aussi l'intérêt du golfe du Lion pour cette espèce en période de migration pré-nuptiale.

L'Est du golfe du Lion, incluant la zone de projet au large du golfe de Fos, joue un rôle plus modeste bien que des concentrations d'oiseaux peuvent être notées au large de la Camargue et de l'embouchure du Rhône.

Les densités maximales observées se situent fin février /début mars avec une densité proche de 3.5 ind. km⁻².

Les hauteurs de vol des Mouettes pygmées observées au printemps s'étalent entre 2 et 20 mètres en lien avec l'activité de chasse/pêche des oiseaux observée lors des haltes migratoires dans le golfe du Lion, comme le montre la Figure 141 suivante. L'espèce est connue pour effectuer des migrations à haute altitude, notamment lors de traversée du continent européen pour rejoindre les sites de nidification situés en Europe du Nord et jusqu'en Sibérie.

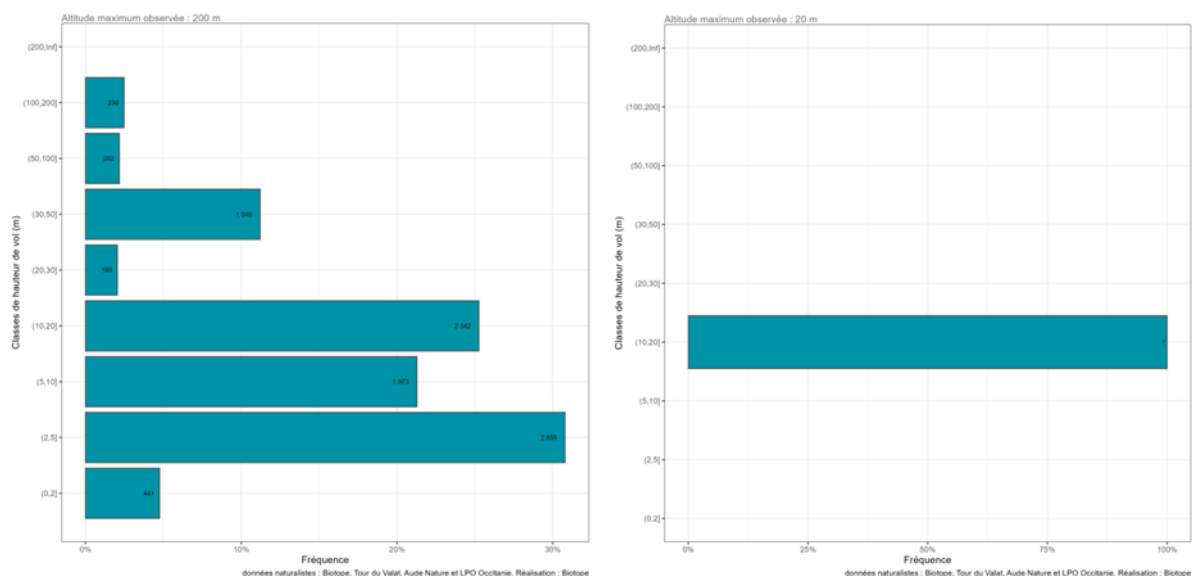


Figure 141 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.6 Sterne caugek

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Sterne caugek est régulièrement observée avec 2217 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 5,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). C'est la cinquième espèce d'oiseaux la plus observée à l'échelle de ces campagnes, juste après la Sterne pierregarin. Chaque année, ces observations sont majoritairement réalisées au cours de la période postnuptiale (66,8% des individus contactés en période postnuptiale sur le total des trois années).

Ces observations de Sterne caugek se répartissent principalement sur la frange côtière du golfe du Lion comme le souligne la Figure 142 ci-dessous, cette tendance étant accentuée en période prénuptiale. Certains individus sont toutefois observés plus au large et au niveau de la zone de projet au large du golfe de Fos, notamment en période postnuptiale.

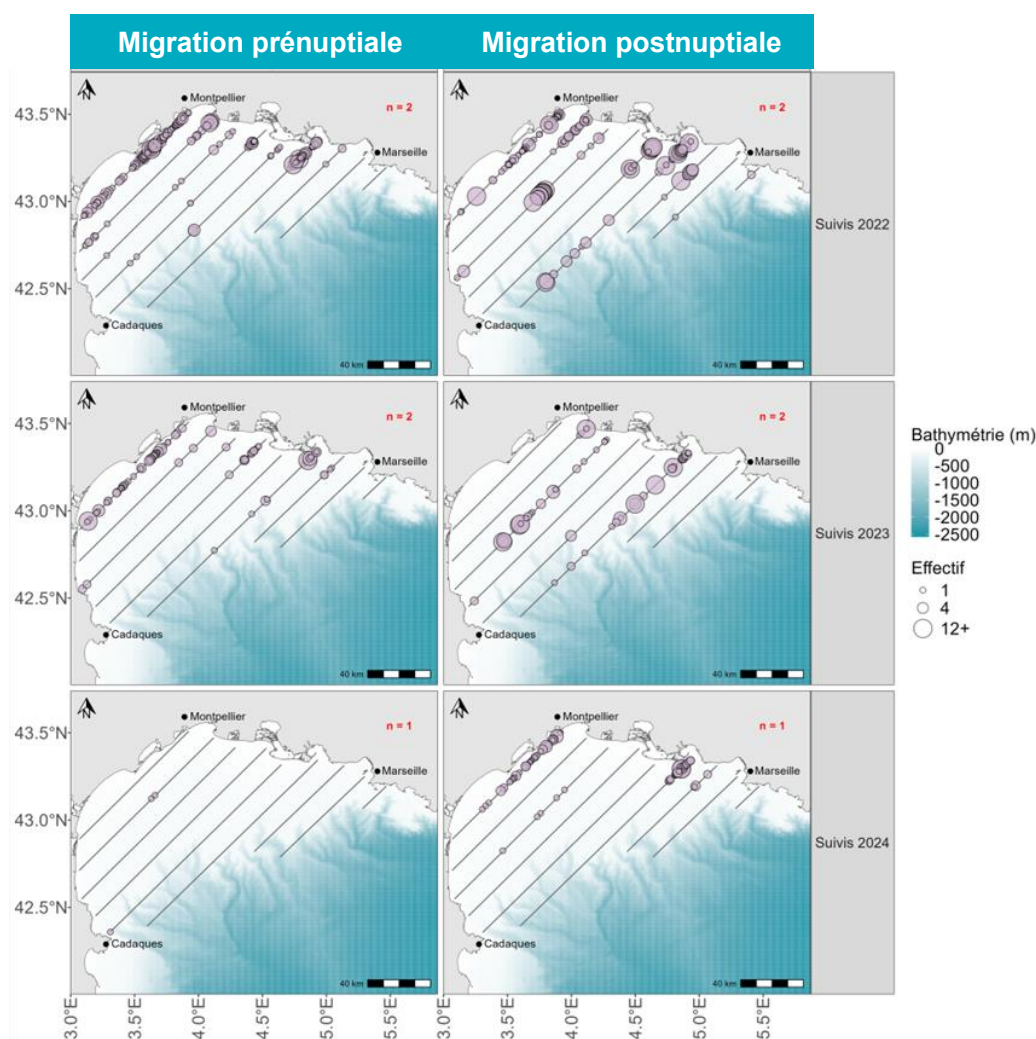


Figure 142 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos, 736 individus ont été observés lors des 10 campagnes dont 74% en période postnuptiale. Ces individus représentent 8% de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 33% du total des Sternes caugeks observées à l'échelle du golfe du Lion.

La Sterne caugek fréquente les îlots côtiers rocheux, les bancs de sable, les lagunes littorales ou les bassins de saliculture en période de reproduction. C'est une espèce essentiellement marine et pélagique en période internuptiale.

Les migrations et les déplacements de la Sterne caugek sont assez complexes. En Languedoc-Roussillon, l'espèce est visible toute l'année, mais la population hivernante n'est probablement pas la même que la population reproductrice. Les deux populations doivent ainsi se croiser dans les eaux du golfe du Lion à certaines périodes de l'année ce qui complexifie l'interprétation des résultats.

Les campagnes prénuptiales montrent que l'espèce se concentre sur la côte au printemps, donc plus au Nord de la zone de développement au large du golfe de Fos même si certains individus y sont observés, probablement en lien avec la recherche active de site de reproduction. En revanche, on observe nettement la dispersion postnuptiale avec des individus présents dans l'ensemble du golfe du Lion et plus particulièrement au large de la Camargue et vers la zone de projet du golfe de Fos en automne. Cette dispersion semble plus marquée durant les mois de septembre/octobre plutôt qu'en fin d'été. Là aussi, il apparaît difficile de distinguer les individus en migration active des oiseaux qui hiverneront dans le golfe du Lion et plus largement en Méditerranée.

Les densités maximales ont été notées au cours des campagnes de fin avril 2022 avec $0,35 \text{ ind.km}^{-2}$.

D'après les résultats de télémétrie du lot 3 (Figure 143 suivante), la Sterne caugek utilise préférentiellement la frange côtière, notamment en Camargue au niveau de l'embouchure du Rhône. Toutefois, cette répartition reflète l'utilisation de l'espace par les oiseaux nicheurs locaux et non celle des oiseaux qui transitent par la zone d'étude lors des périodes internuptiales et issues des autres colonies à l'échelle à large échelle (colonies du bassin méditerranéen et au-delà). Ainsi, les oiseaux nicheurs locaux sont globalement peu en interaction avec la zone de projet de développement commercial de Parcs d'éoliennes en mer flottantes au large du golfe de Fos-sur-Mer.

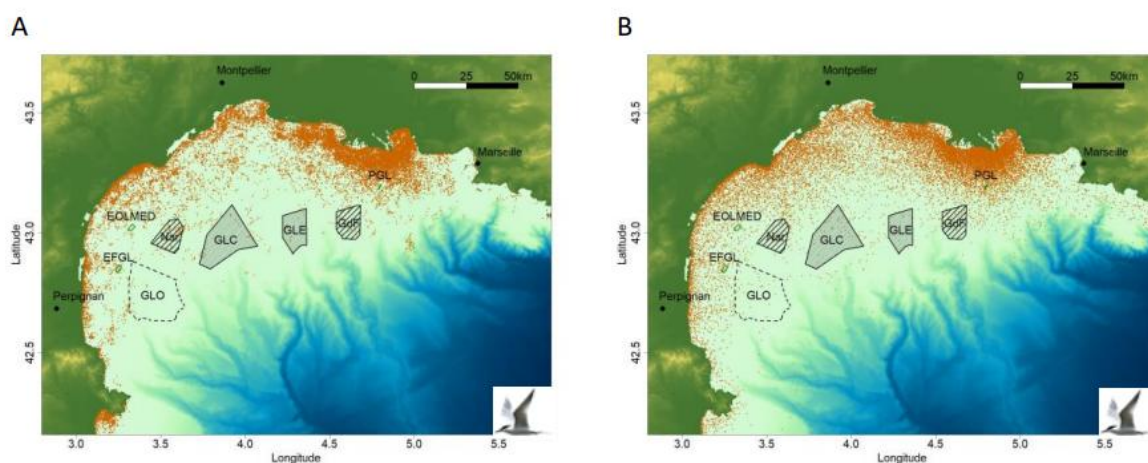


Figure 143: Répartition spatiale des 26 sternes caugek suivies entre 2021 et 2023, pendant leurs phases (A) de recherche alimentaire, ou (B) de vol de transit dans le golfe du Lion. Les phases de repos étant quasiment exclusivement sur terre à la côte, elles ne sont pas représentées ici (Champagnon et al., 2025).

Les cartes suivantes sont issues d'une modélisation combinant les données des campagnes en mer et celles de télémétrie. La Sterne caugek présente bien une répartition plutôt côtière et la zone de projet au large du golfe de Fos se trouve légèrement plus au Sud de la Camargue et de l'embouchure du Rhône, où on retrouve les zones les plus utilisées (Figure 144).

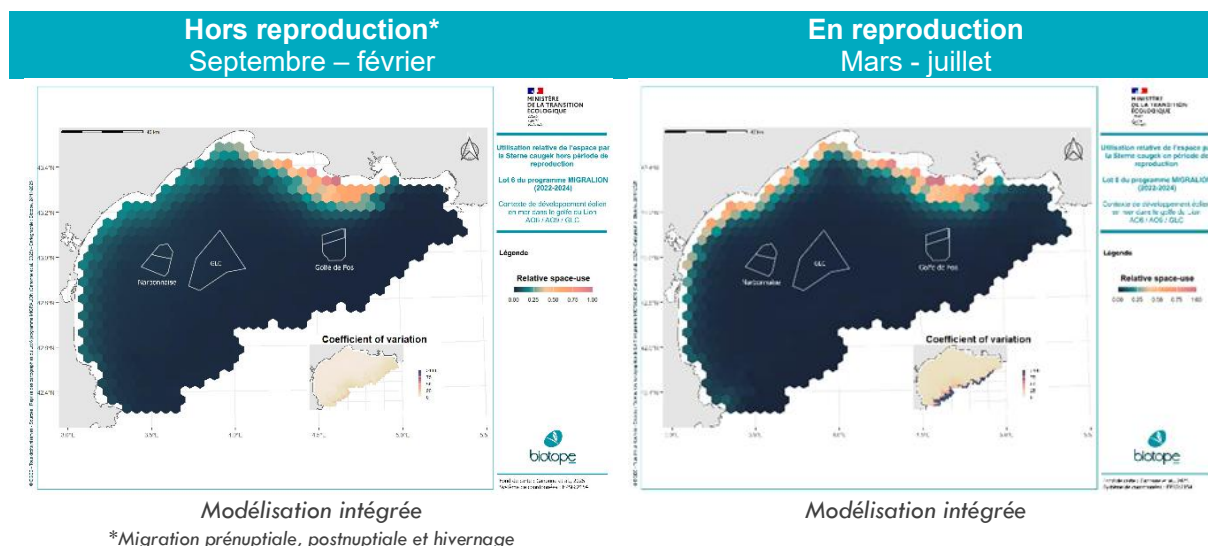


Figure 144 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne caugek en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par le coefficient de variation.

La Sterne caugek passe à peu près autant de temps au repos qu'en recherche restreinte (~40%) et le reste en vol de transit, tout au long de la journée (Figure 145). Les conditions marines influent peu sur la distribution des hauteurs de vol des Sternes caugek étudiées, bien qu'elles passent moins de temps à se reposer mais plus de temps en vol (alimentation notamment) lorsque la vitesse du vent augmente ou que la hauteur des vagues augmente, et moins de temps en recherche alimentaire lorsque la hauteur de vague augmente.

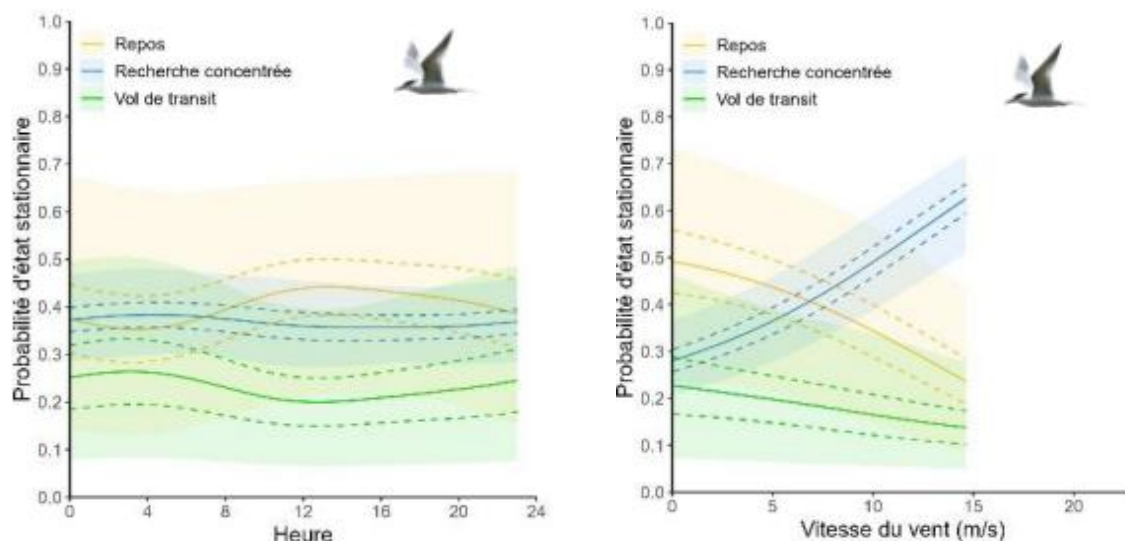


Figure 145 : Probabilité d'être au repos (jaune), en recherche alimentaire (bleu) ou en vol de transit (vert) pour les Sternes caugek lorsqu'elles sont en mer, en fonction de l'heure de la journée et la vitesse du vent. La moyenne populationnelle (ligne continue) et son intervalle de confiance à 95% (ligne pointillée), ainsi que la distribution à 95% des prédictions individuelles (zone en transparence) sont indiquées (Champagnon et al., 2025).

Via les données télémétrie, les Sternes caugek ont une altitude de vol médiane de 6,8 m et une altitude moyenne de 14,2 m. Elles volent au-dessus de 22 m dans 17% de leur temps, 11% au-dessus de 30 m, et 5% au-dessus de 50 m. La Figure 146 propose une distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. Par ailleurs, elles volent à plus faible altitude lorsque la vitesse du vent augmente, mais volent plus haut avec un vent arrière (Figure 147). Cette hauteur de vol ne semble pas être affectée par la hauteur des vagues.

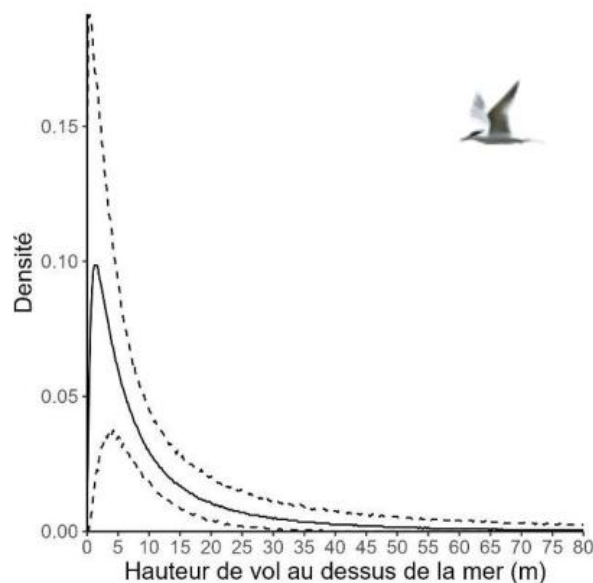


Figure 146 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. La moyenne (ligne continue) et son intervalle de crédibilité à 95% (ligne pointillée) sont représentés (Champagnon et al., 2025).

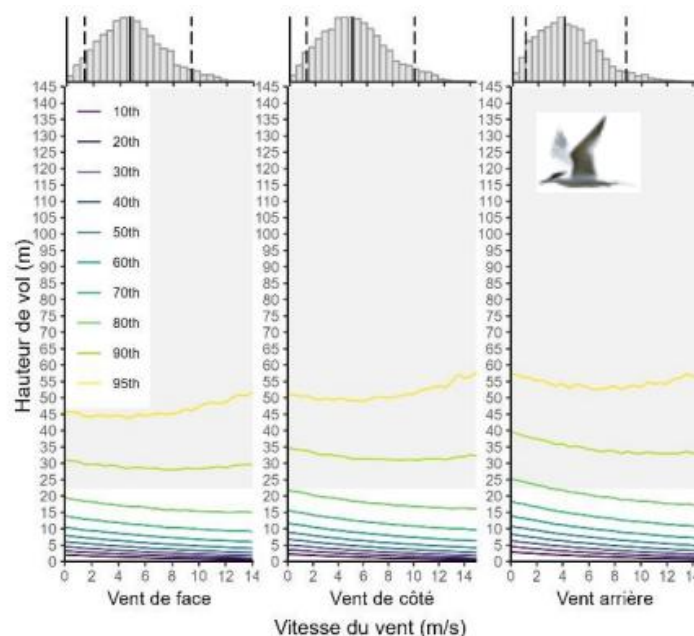


Figure 147 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek en fonction de la vitesse du vent et de la direction relative du vent (Champagnon et al., 2025).

Lors des campagnes nautiques et pour compléter les données de télémétrie, l'espèce est principalement notée à des altitudes situées entre 10 et 30 mètres (Figure 148).

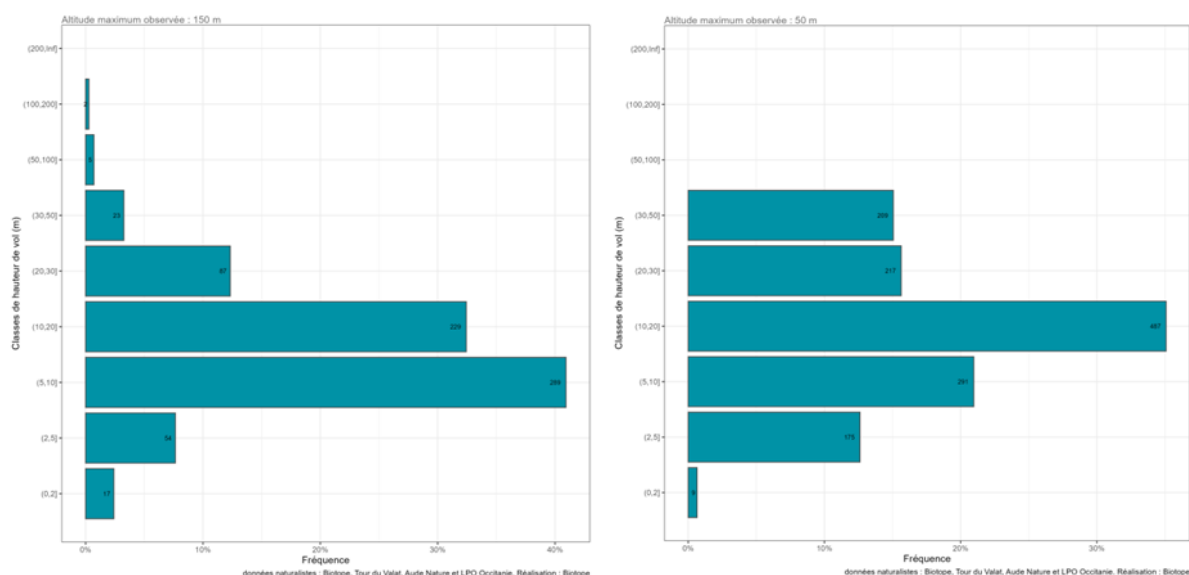


Figure 148 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.

2.1.7 Sterne pierregarin

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Sterne pierregarin est régulièrement observée avec 2503 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 6,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). C'est la quatrième espèce d'oiseaux la plus observée à l'échelle de ces campagnes. 95% des Sternes pierregarins ont été contactés en période postnuptiale (97% en 2023 et 100% en 2024, avec une tendance inversée en 2022 sur un faible nombre d'individus).

Ces observations de Sterne pierregarin se répartissent principalement sur la frange côtière Nord du golfe du Lion en période pré-nuptiale comme le souligne la Figure 149 ci-dessous, du cap d'Agde au golfe de Fos. Les observations se répartissent dans le golfe du Lion plus au large en période postnuptiale.

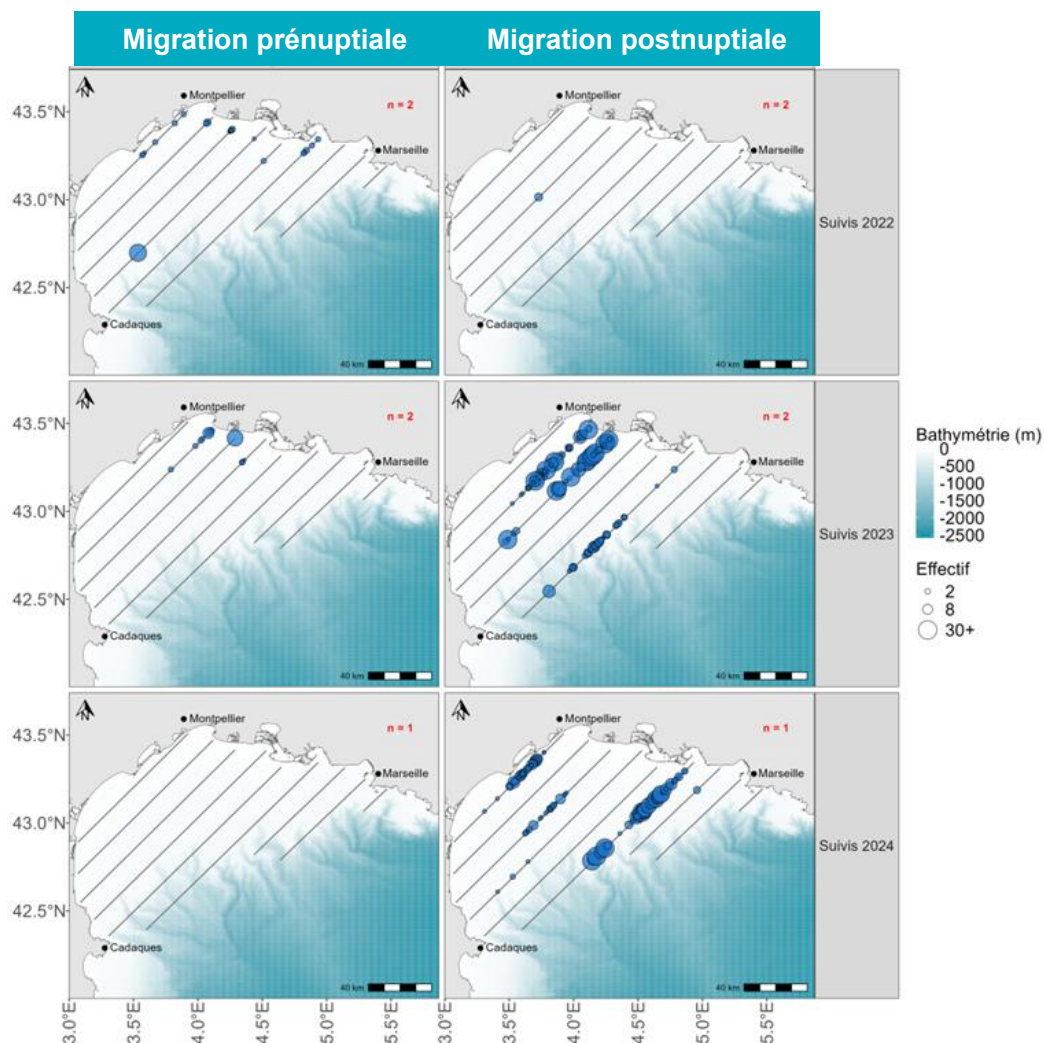


Figure 149 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos (qui représente environ 36 km marins autour de la zone au large du golfe de Fos représentée en violet sur la Figure 150 suivante), 621 individus ont été observés lors des 10 campagnes dont 97% en période postnuptiale. Ces individus représentent 7% de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 25% du total des Sternes pierregarins observées à l'échelle du golfe du Lion.

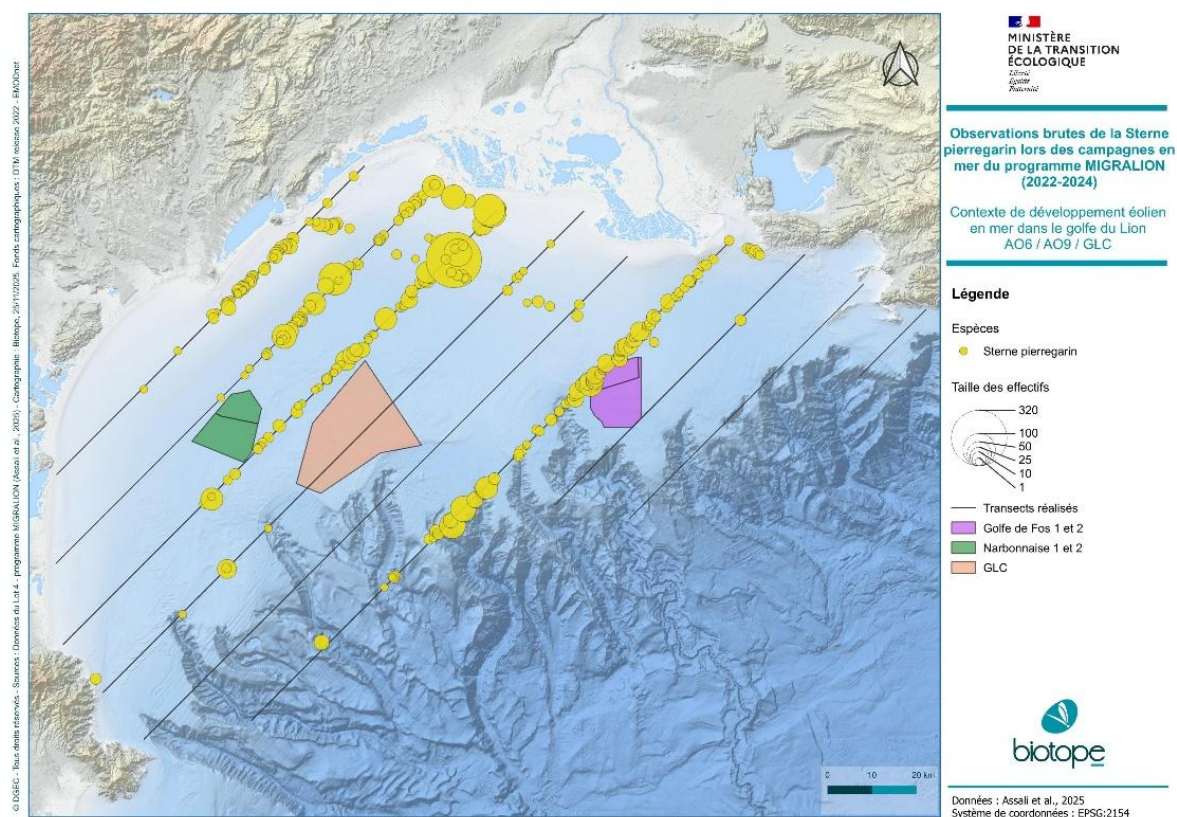
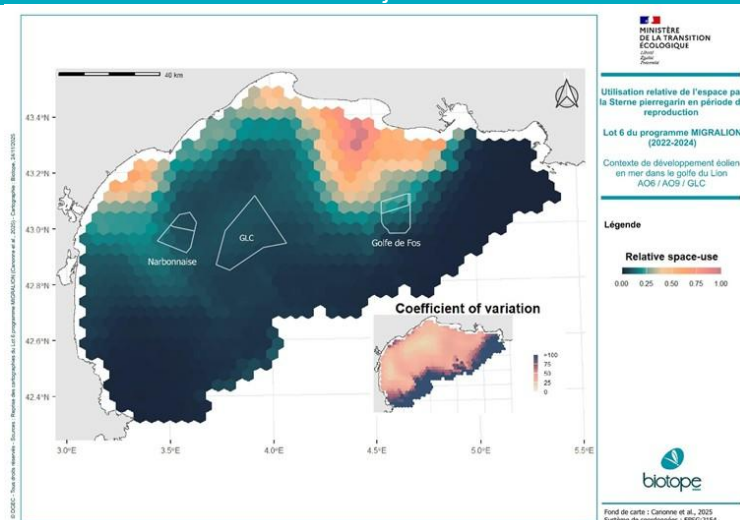


Figure 150 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer de la Sterne pierregarin lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale de la Sterne pierregarin a été estimée en période de reproduction et montre que les individus se concentrent près des côtes entre les mois d'avril et de juillet, principalement en face du delta du Rhône en Camargue et donc juste au Nord de la zone de développement (Figure 151 ci-dessous). Cette répartition reflète l'utilisation de l'espace par les oiseaux nicheurs locaux et non celle des oiseaux qui transitent par la zone d'étude lors des périodes internuptiales et issues des autres colonies à l'échelle à large échelle (colonies du bassin méditerranéen et au-delà).

En reproduction Avril - juillet



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 151 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne pierregarin en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Sterne pierregarin est une espèce inféodée au milieu aquatique qui va généralement être présente près des littoraux, des lacs, des rivières et des fleuves, tout au long de son cycle annuel. L'espèce s'aventure généralement peu loin des côtes en période de reproduction. En fin de reproduction, les oiseaux nicheurs ont tendances à gagner le littoral et à se regrouper en groupe parfois importants sur des secteurs favorables avant les départs en migrations. Cela est notamment noté en Camargue, où plusieurs milliers d'oiseaux peuvent parfois être notés lors des rassemblements postnuptiaux (Dupuy, 2022).

Les campagnes MIGRALION de l'automne (migration postnuptiale) montrent que ces rassemblements ne se cantonnent pas au littoral, avec des observations importantes au large de l'embouchure du Rhône où l'espèce est abondante, formant des radeaux à proximité des zones où elles pêchent. Elles profitent énormément des ressources locales et notamment des chasses de thons pour s'alimenter avant leur traversée de la Méditerranée. Des radeaux sont alors bien visibles et rassemblent parfois plusieurs centaines d'individus sur des zones de concentration bien marquées. Des groupes mixtes Sterne pierregarin/Guifette noire sont ainsi largement observés à partir de fin août et s'étalent jusqu'à la fin octobre. La partie Est du golfe du Lion, entre le golfe d'Aigue Morte et l'embouchure du Rhône, joue probablement un rôle important pour l'alimentation des oiseaux en haltes migratoires ou sur le point de partir vers le sud. La Camargue et son littoral semblent jouer un rôle majeur dans la conservation de l'espèce en période de migration postnuptial.

En migration pré-nuptiale, l'espèce est globalement absente au large et donc sur la zone de développement ; l'essentiel des contacts sont alors côtiers.

La migration postnuptiale concentre ainsi les densités les plus importantes de Sterne pierregarin avec des densités maximales observées autour de 0.5 ind.km⁻².

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour la Sterne pierregarin montrent des altitudes de vol plus faibles que la Sterne caugek avec une majorité des observations situées entre 2 et 20 mètres (Figure 152).

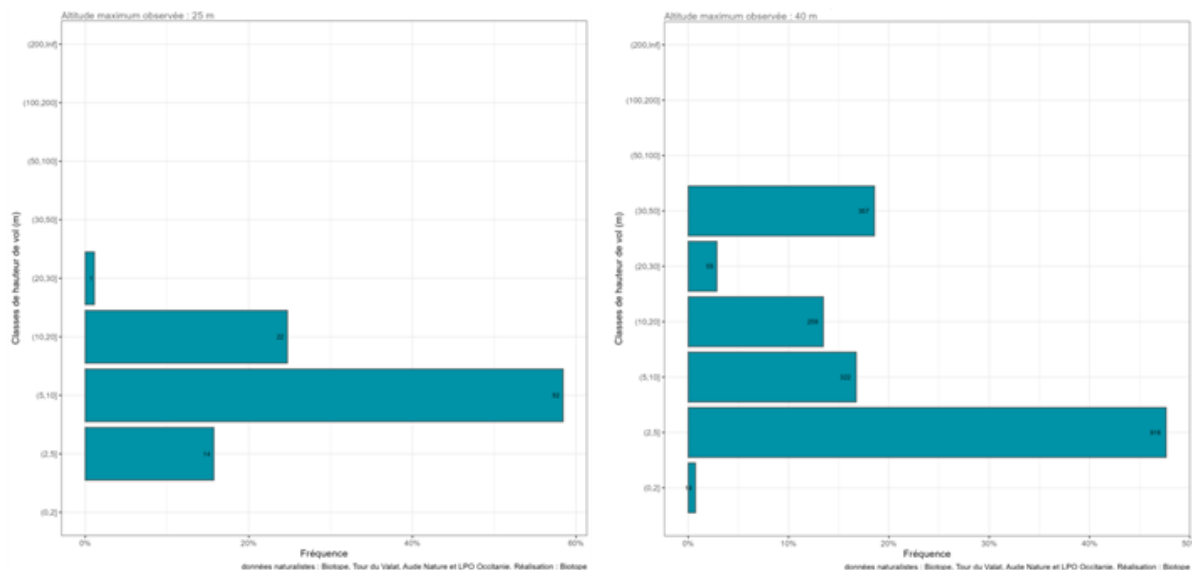


Figure 152 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.

2.1.8 Puffin des Baléares

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin des Baléares est peu observé avec 69 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente moins de 1% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). En 2022 comme en 2023, les observations se répartissent entre périodes pré-nuptiales et post-nuptiales. Un seul individu a été observé en 2024, en période post-nuptiale. A noter que la distinction entre Puffin des Baléares et Puffin yelkouan est parfois délicate en mer selon les conditions d'observation.

Certaines observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce entre le Puffin des Baléares ou le Puffin yelkouan : 377 individus sont concernés, soit environ 1% de l'effectif total d'oiseaux observés. En 2022 et en 2023, respectivement 91% et 89% de ces individus ont été observés en période pré-nuptiale. Seuls 3 Puffins yelkouan/Baléares ont été observés en 2024 (en période post-nuptiale).

Ces observations de Puffin des Baléares sont relativement homogènes à l'échelle du golfe du Lion en migration pré-nuptiale, comme le souligne la Figure 153 ci-dessous. En période post-nuptiale, elles se répartissent principalement sur la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion, côté Camargue donc.

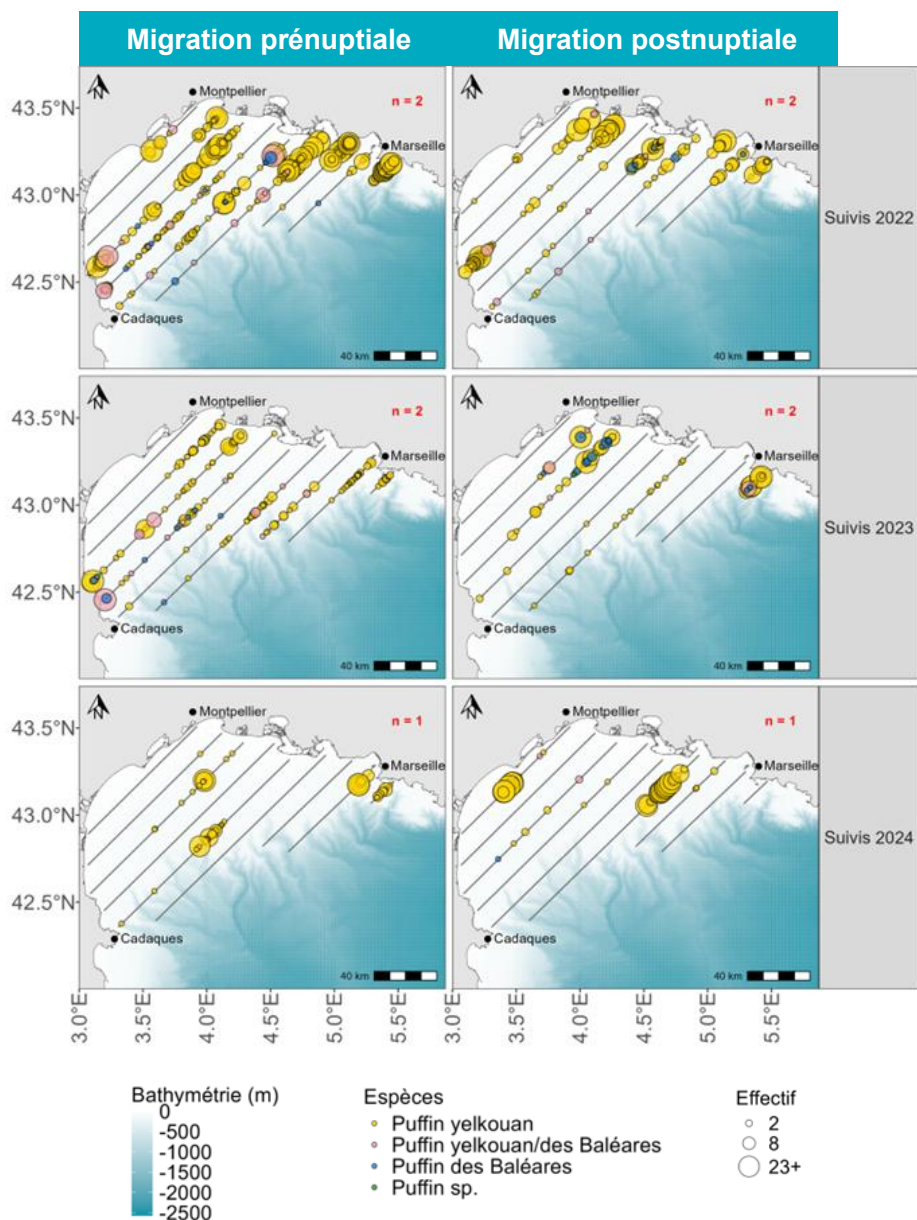


Figure 153 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos), 21 individus ont été observés lors des 10 campagnes. A ce jeu de données pourraient s'ajouter 118 individus non identifiés spécifiquement de Puffin yelkouan/Baléares. Le cumul de ces individus représente presque 2% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. Les Puffins des Baléares observés au sein de l'aire d'étude éloignée comptent pour 30% du total des Puffins des Baléares observés à l'échelle du golfe du Lion. Les Puffins yelkouan/Baléares observés au sein de l'aire d'étude éloignée comptent pour 31% du total des Puffins yelkouan/Baléares observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale du Puffin des Baléares a été estimée en période hors reproduction (migration pré-nuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre une préférence pour les zones côtières, encore plus marquée dans la partie Nord-Est du golfe du Lion relativement proche de la zone de projet au large du golfe de Fos (Figure 154 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 49 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour les Puffins des Baléares.

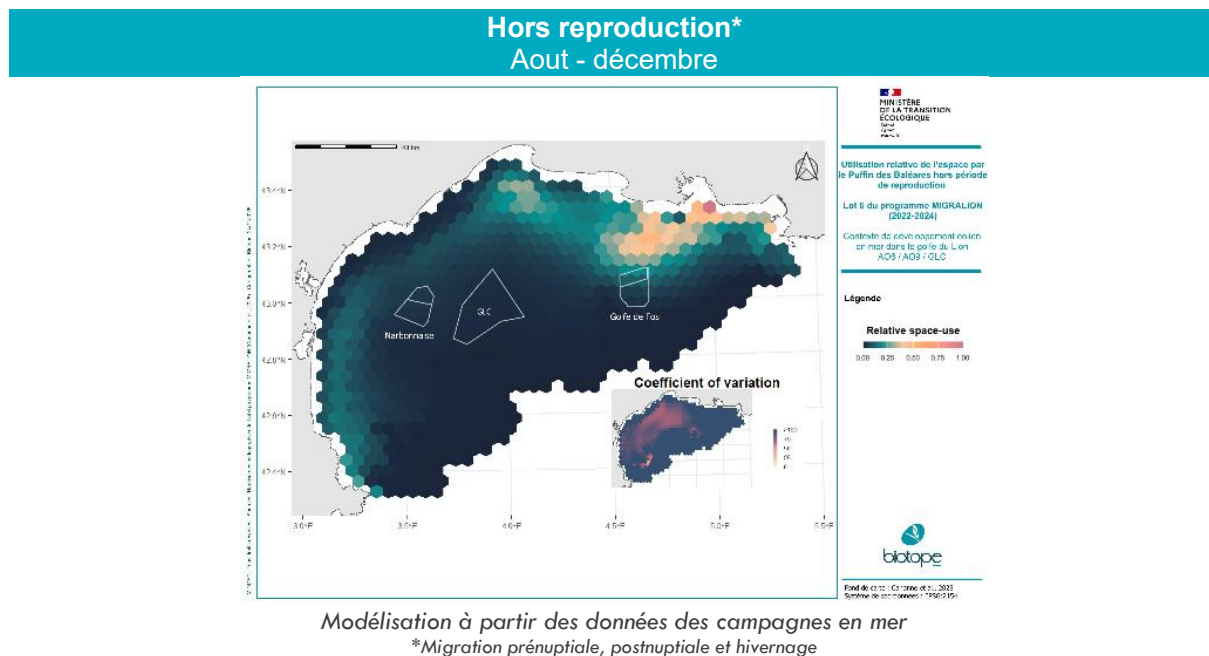


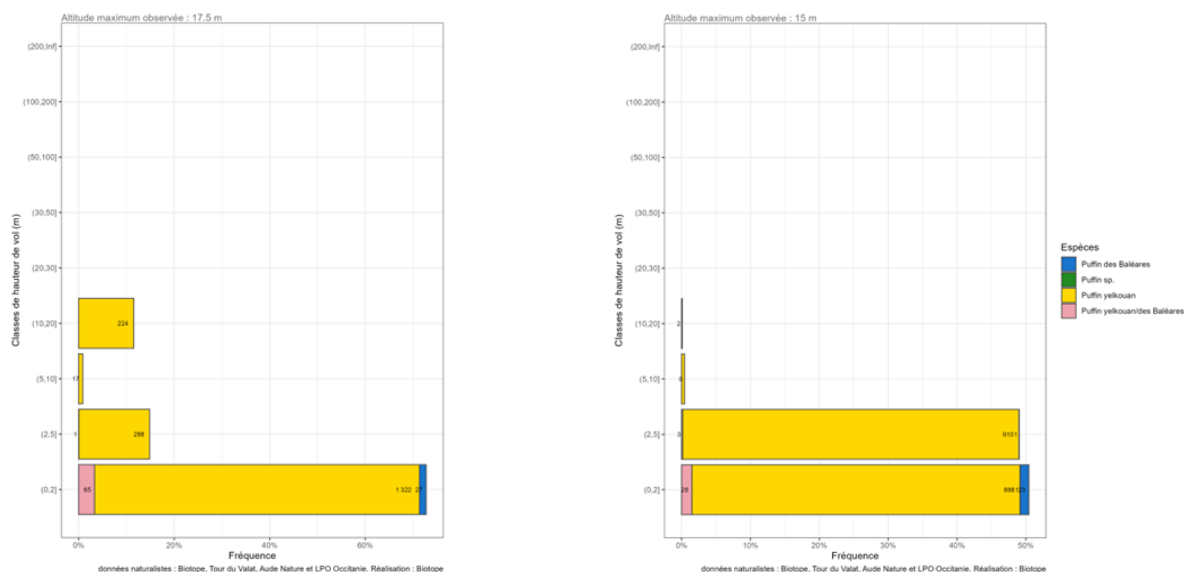
Figure 154 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin des Baléares en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

À partir des mois de septembre-octobre, une part importante de la population de Puffin des Baléares migre vers l'Atlantique, et les retours vers la Méditerranée s'étalent d'avril à mai. Cette espèce semble exploiter des secteurs plus côtiers que le Puffin yelkouan, entre les lignes de sonde de 5-10 m et 35-40 m, mais elle ne dédaigne pas aller plus loin vers le large, attirée par les chalutiers.

Bien que plus abondant dans le secteur du Parc naturel marin du golfe du Lion, le Puffin des Baléares est effectivement rencontré entre Agde et Sète ainsi que plus ponctuellement, au large de la Camargue. L'embouchure et le panache du Rhône jouent un rôle important pour les disponibilités alimentaires qu'ils offrent pour les puffins.

Les densités les plus importantes relevées dans le golfe du Lion pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan confondus s'élèvent à 2.2 ind.km⁻² au printemps (fin mars/début avril) et 0.5 ind.km⁻² à l'automne (fin septembre).

D'après les données collectées lors des campagnes en mer, les Puffins des Baléares contactés volent à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 155), comme les Puffins yelkouan suivis par télémétrie et campagnes en mer. De plus grandes altitudes de vols peuvent être occasionnellement observées, notamment en cas de conditions en mer agitée.



2.1.9 Puffin yelkouan

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin yelkouan est la troisième espèce la plus observée (après le Goéland leucophaée et la Mouette pygmée) avec 5 096 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 12,5% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Les observations se répartissent entre périodes pré-nuptiales et post-nuptiales avec 56,3% des Puffins yelkouan contactés en période pré-nuptiale. L'année 2022 se démarque avec 63,7% des Puffins yelkouan observés sur les trois années.

Certaines observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce entre le Puffin des Baléares ou le Puffin yelkouan : 377 individus sont concernés, soit environ 1% de l'effectif total d'oiseaux observés et qualifiés de Puffin yelkouan/des Baléares.

Ces observations de Puffin yelkouan montrent une présence dans l'ensemble du golfe du Lion avec une abondance plus marquée à l'est, au niveau du littoral Camarguais / golfe de Fos et d'Aigue Morte en migration pré-nuptiale, comme le souligne la Figure 156 ci-dessous. En période post-nuptiale, les observations se concentrent légèrement plus sur la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion, toujours non loin de la zone de développement.

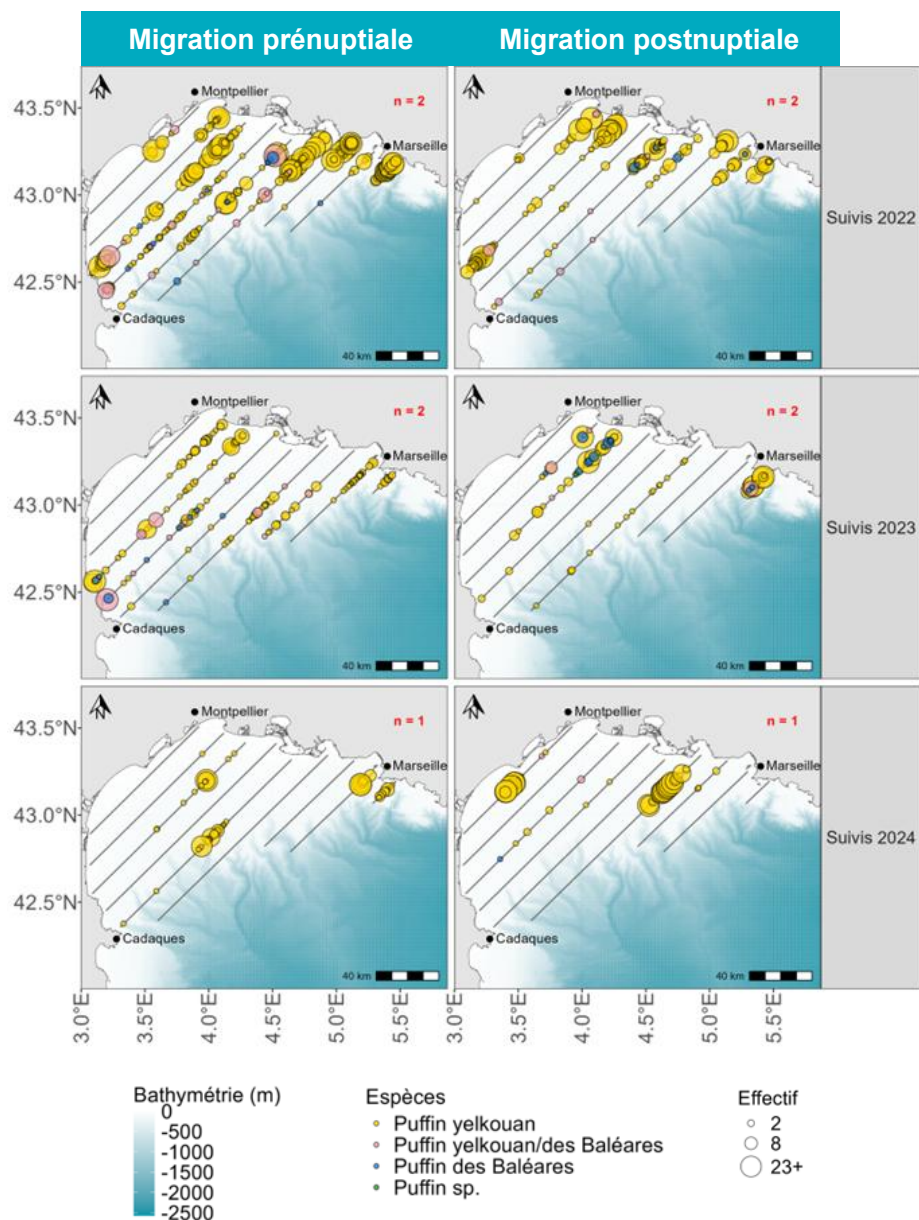


Figure 156 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos, 2 141 individus ont été observés lors des 10 campagnes dont 58% en période prénuptiale. Ces individus représentent 24% de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 42% du total des Puffins yelkouan observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale des Puffins yelkouan a été estimée et montre que l'espèce utilise préférentiellement et toute l'année la zone côtière du Nord-Est du golfe du Lion notamment au large de la Camargue et du golfe de Fos. La répartition des Puffins yelkouan semble toutefois plus diffuse à l'échelle du plateau continental du golfe du Lion en période de reproduction, avec une utilisation potentielle un peu plus importante de la zone de développement, comme le soulignent les cartes ci-dessous.

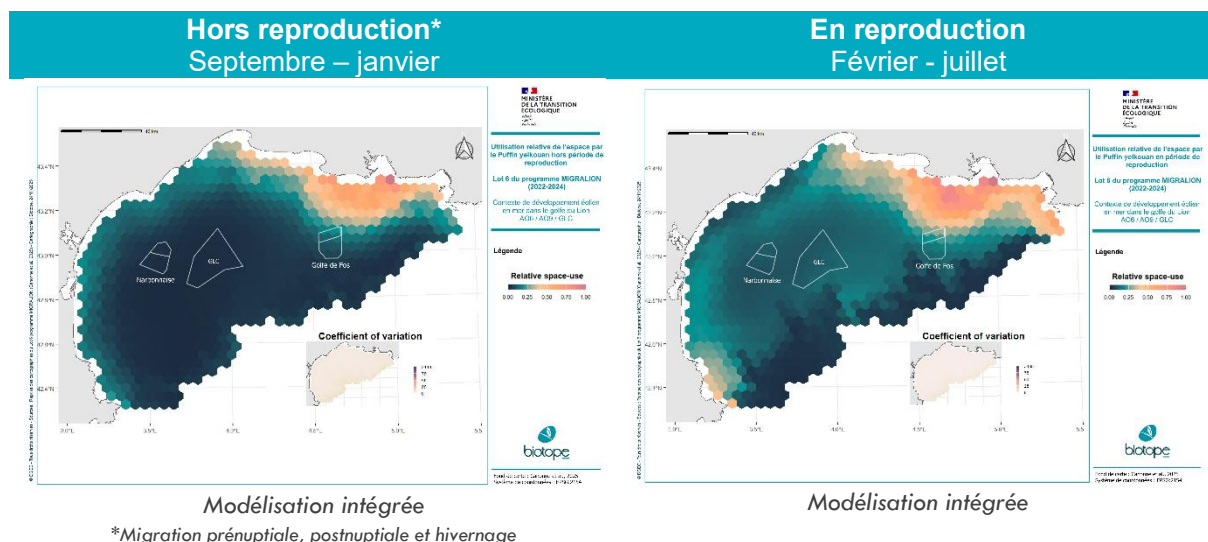


Figure 157 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin yelkouan en période hors reproduction (à gauche) et en période de reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Puffin yelkouan est une espèce endémique de la Méditerranée, qui niche sur les îles méditerranéennes (Corse, îles de Marseille, îles d'Hyères) pour la partie française mais également en Sardaigne, Italie, Turquie, Tunisie et Algérie avec d'importantes colonies. La totalité de la population de Puffin yelkouan semble demeurer dans le bassin méditerranéen bien qu'elle migre loin des colonies de reproduction, notamment en Méditerranée orientale. Le golfe du Lion joue un rôle important pour les individus résidents pendant la période internuptiale (Péron et al., 2013).

Le Puffin yelkouan affectionne les zones de petits fonds (< 100 m) pour se nourrir, en évitant ainsi les zones de grands fonds (canyons ; Bourgeois et al., 2007). Comme le montre les résultats des campagnes MIGRALION, il en résulte une occupation assez homogène de tout le plateau continental du golfe du Lion et notamment de la zone de projet : plutôt en période de reproduction qu'hors période de reproduction, mais on la trouve tout de même au niveau de la zone de projet lors des migrations pré-nuptiales et post-nuptiales d'après les observations des campagnes nautiques ci-dessus. L'embouchure et le panache du Rhône jouent un rôle important pour les disponibilités alimentaires qu'ils offrent pour les puffins.

Les densités les plus importantes relevées s'élèvent à 0.34 ind.km⁻² au printemps (début avril) et 0.25 ind.km⁻² à l'automne (fin septembre).

En cohérence avec les données collectées par GPS, le Puffin yelkouan passe la majeure partie de son temps de vol à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 158). De plus grandes altitudes de vols peuvent être occasionnellement observées, notamment en cas de conditions en mer agitée.

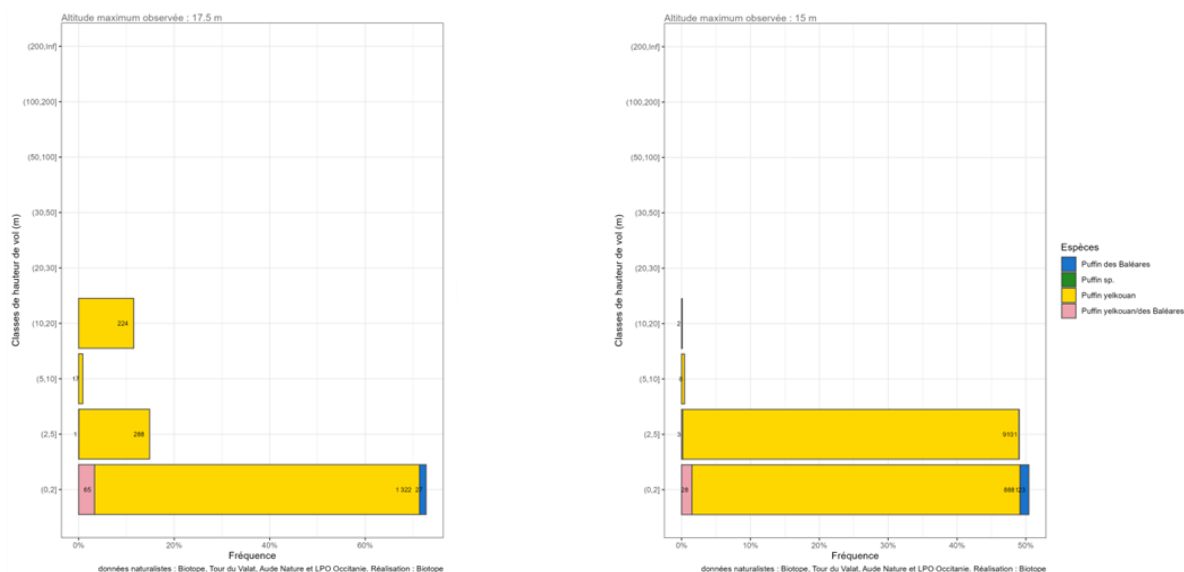


Figure 158 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.10 Puffin de Scopoli

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin des Scopoli a été régulièrement observé avec 1 212 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 3% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Chaque année, les observations sont majoritaires en migrations postnuptiales avec quasiment 70% des individus contactés en période postnuptiale contre 30% en période prénuptiale.

Ces observations de Puffin de Scopoli sont relativement homogènes à l'échelle du golfe du Lion en migration postnuptiale, comme le souligne la Figure 159 ci-dessous. En période prénuptiale, les observations se rapprochent de la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion vers le golfe de Fos.

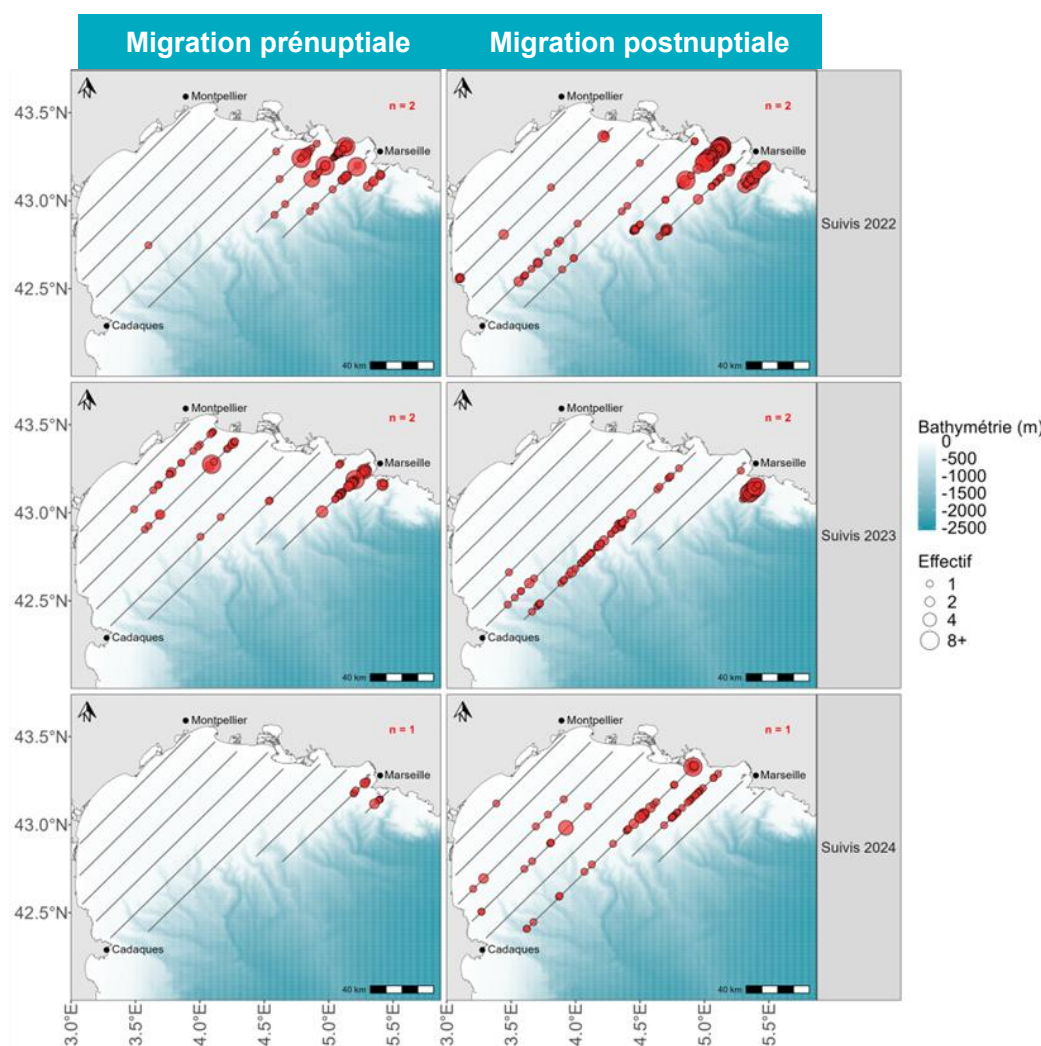


Figure 159 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos, 391 individus ont été observés lors des 10 campagnes (dont 78% en période postnuptiale). Ces individus représentent 4% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 32% du total des Puffins de Scopoli observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale du puffin de Scopoli a été estimée en période de reproduction et montre que les individus sont majoritairement présents dans la partie Est du golfe du Lion et de la zone de projet au large du golfe de Fos (Figure 160 ci-dessous).

En reproduction
Mars - juillet

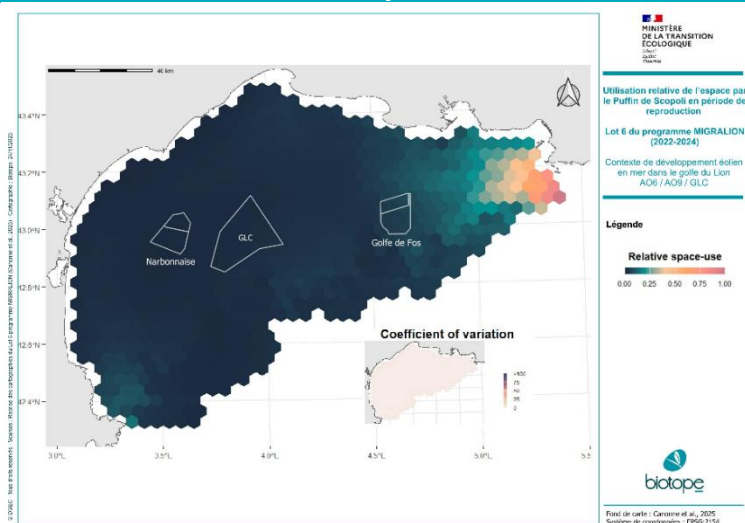


Figure 160 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin de Scopoli en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Puffin de Scopoli, espèce endémique à la Méditerranée, niche sur les îles méditerranéennes (Corse, îles de Marseille, îles d'Hyères). Migrateurs transéquatoriaux, leurs aires d'hivernage se situent en Atlantique et Sud-Ouest de l'Océan Indien et plus marginalement dans le bassin méditerranéen. De manière générale, le Puffin de Scopoli est une espèce pélagique qui s'alimente sur le plateau continental, sur les têtes de canyon et les zones de remontées abyssales (upwelling). Dans ces secteurs, le Puffin de Scopoli trouve sa nourriture de manière opportuniste, en recherchant les chasses de thons, les œufs ou larves d'espèces pélagiques et les chalutiers en activité. Peu de Puffins cendrés hivernent en Méditerranée (Borg et al., 1999, Anselme et al., 2012). La plupart rejoignent l'Océan Atlantique, rapidement après l'envol des jeunes, en passant par Gibraltar entre mi-octobre et mi-novembre (Camphuysen et al., 2001). L'hivernage se réalise essentiellement au large de l'Afrique de l'Ouest. Lors des campagnes MIGRALION, les Puffins de Scopoli sont observés globalement proche des colonies (îles de Marseille) dès les campagnes de mars ; la dispersion plus au large, au niveau des canyons semble plus marquée à l'automne, avant les départs vers les sites d'hivernage en Atlantique.

En cohérence avec les données collectées par GPS, le Puffin de Scopoli passe la majeure partie de son temps de vol à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 161).

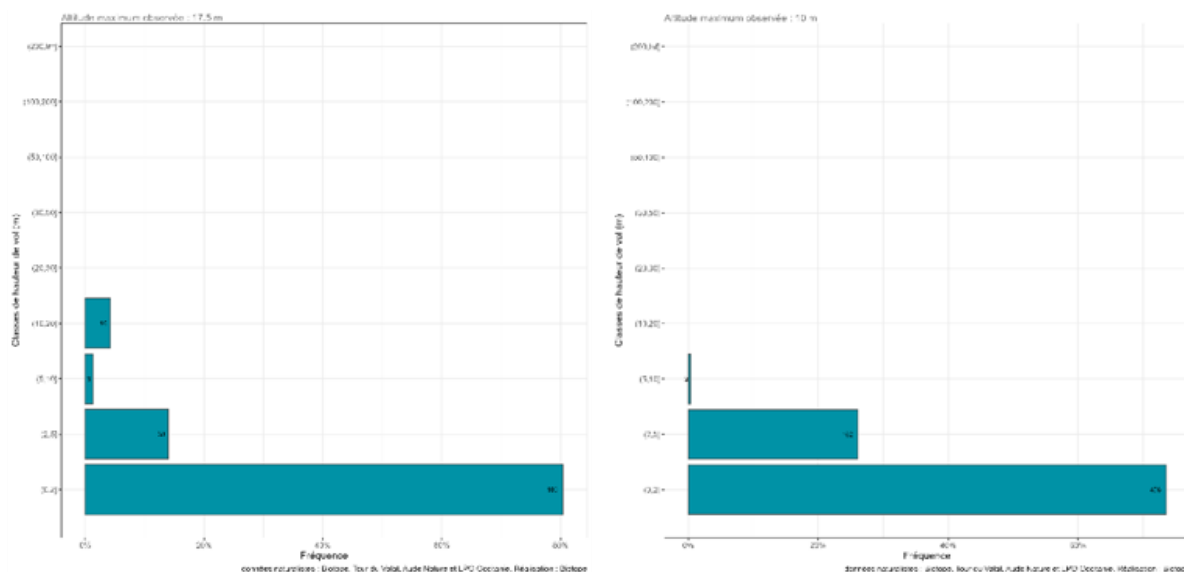


Figure 161 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Puffin de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.11 Océanite tempête

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), l'Océanite tempête de Méditerranée a été observée avec 202 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,5% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Sur les 10 campagnes des trois années cumulées, 74% des individus ont été contactés en période postnuptiale, à l'automne. L'année 2022 se démarque toutefois avec 100% des 43 individus contactés en période pré-nuptiale, au printemps.

A ce jeu de données pourraient s'ajouter 40 individus non identifiés spécifiquement (Océanite sp.), contactés en 2023 en période postnuptiale.

Ces observations d'Océanite tempête de Méditerranée se localisent au large du golfe du Lion et plutôt au niveau des talus et têtes de canyons, comme le souligne la Figure 162 ci-dessous, avec certaines observations également réparties sur le plateau continental.

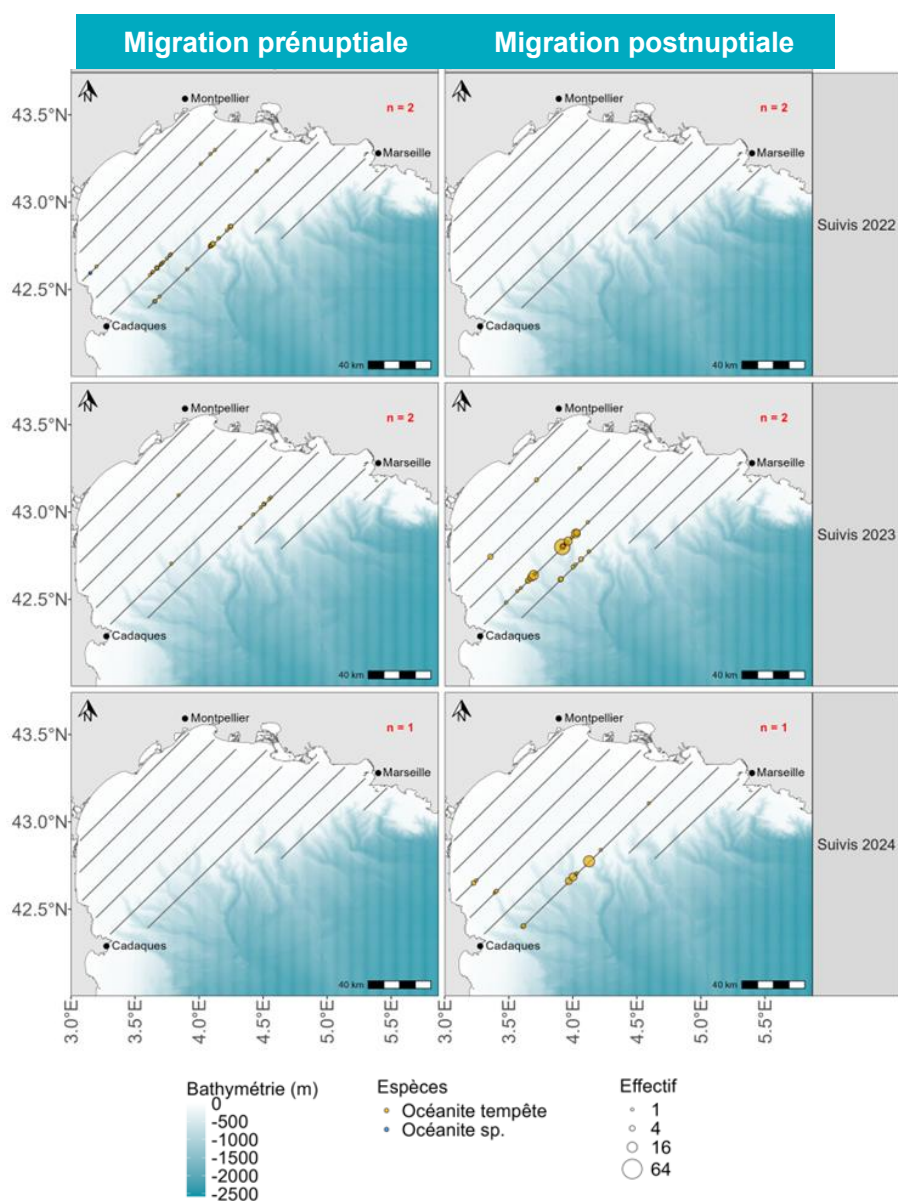


Figure 162 : Cartographie de synthèse des observations des Océanites - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet du golfe de Fos (qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos représentée en violet sur la Figure 163), 16 individus ont été observés lors des campagnes prénuptiales et 3 individus lors des campagnes postnuptiales. Ces individus représentent moins de 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille ainsi 9% des Océanites tempêtes observées à l'échelle du golfe du Lion.

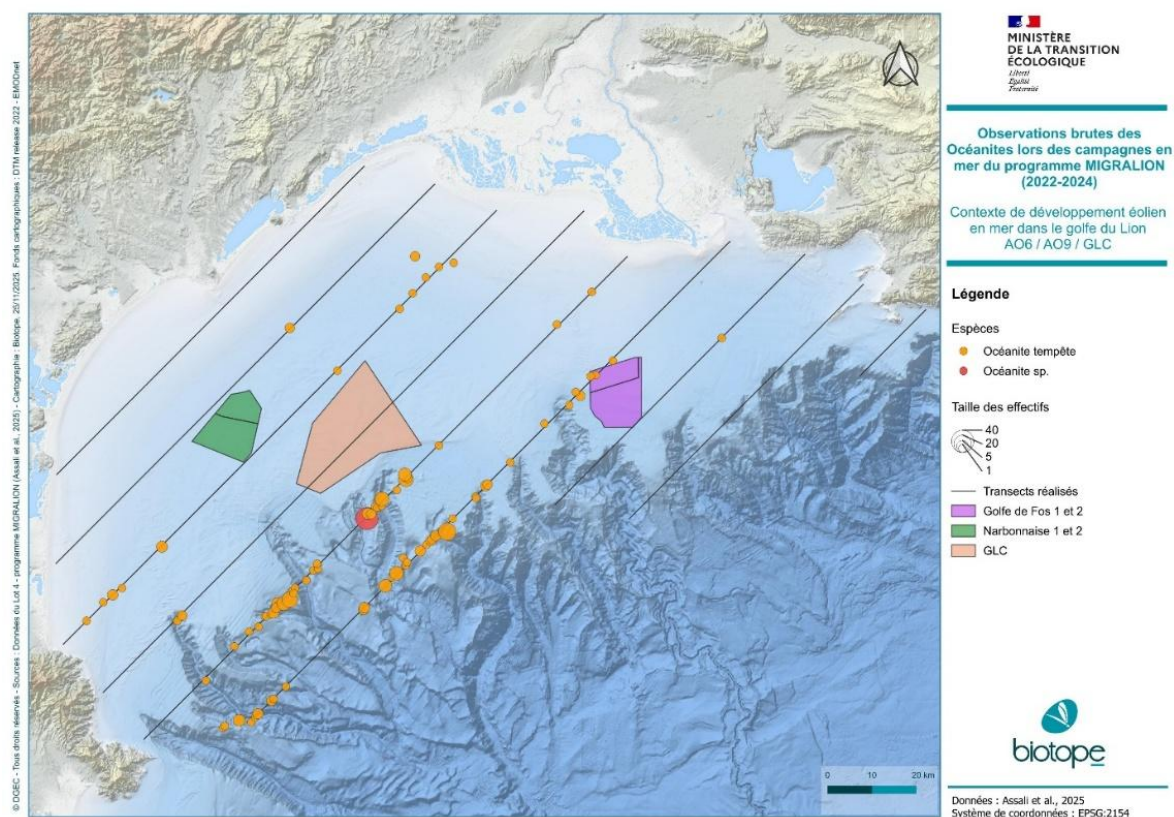
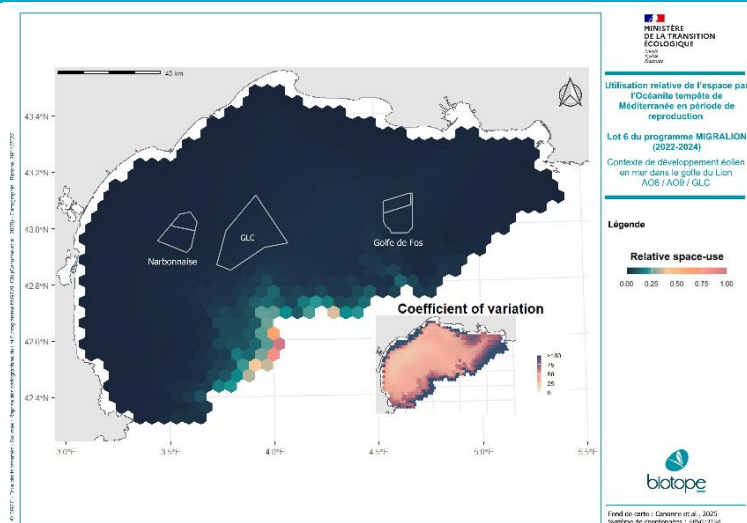


Figure 163 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Océanites lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale de l'Océanite tempête de Méditerranée a été estimée en période de reproduction et montre une présence relativement uniforme sur l'ensemble de la zone étudiée (Figure 164 ci-dessous). La zone de forte présence estimée au sud-est du golfe du Lion correspond à un secteur caractérisé par une forte incertitude, liée au manque de données disponibles dans des conditions environnementales peu échantillonnées. Les résultats dans cette zone-là doivent donc être interprétés avec précaution.

En reproduction Avril - août



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 164 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

L'Océanite tempête de Méditerranée est une espèce planctonophage qui exploite de vastes zones marines allant du talus au plateau continental. Les dernières colonies françaises se situent aujourd'hui en Corse et potentiellement dans les îles d'Hyères et de Marseille.

Les Océanites tempêtes de Méditerranée présentes dans le golfe du Lion ne semblent pas quitter le bassin Méditerranéen durant la période internuptiale (Hémery et al., 1985, Paterson 1997). Les observations concernent donc majoritairement des oiseaux adultes non nicheurs ou des oiseaux immatures en provenance des grandes colonies comme les Baléares. L'espèce s'observe toute l'année avec toutefois un probable pic en fin d'été lié à la dispersion postnuptiale de ces grandes colonies de Méditerranée.

Lors des campagnes MIGRALION d'automne, des effectifs conséquents ont ainsi été notés au niveau des talus et des canyons. La présence d'oiseaux au printemps y est également notée mais en de plus faible quantité et plus ponctuellement. En effet, les conditions environnementales créées au niveau de fortes pentes telles que les rebords de plateau continental et des talus favorisent l'agrégation de proies, attirant ainsi de nombreuses espèces pélagiques d'oiseaux marins comme l'Océanite tempête de Méditerranée (Cox et al., 2018 ; Weimerskirch et al., 2007).

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour l'Océanite tempête de Méditerranée montrent de faibles altitudes de vol pour cette espèce, généralement inférieure à 5 mètres (Figure 165).

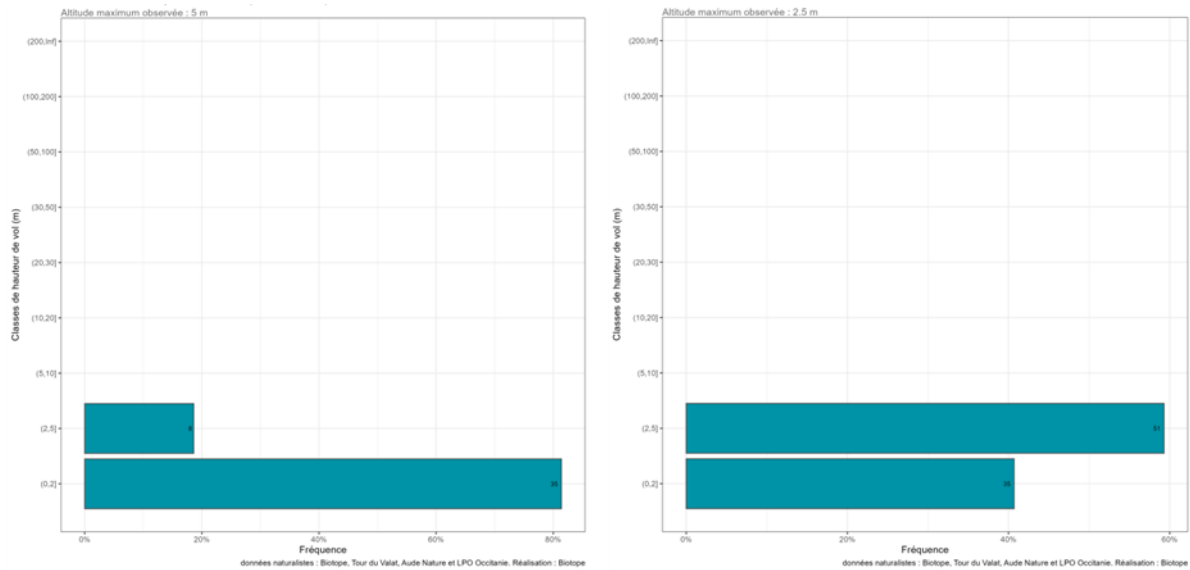


Figure 165 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour l'Océanite tempête de Méditerranée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.12 Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda)

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les Alcidés ont été régulièrement observés avec 504 Macareux moines et 336 Pingouins tordas contactés au cumul des trois années, ce qui représente respectivement 1,2% et 0,8% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Sur les 10 campagnes des trois années cumulées, 90,3% des Macareux moines et 100% des Pingouins tordas ont été contactés en période prénuptiale.

Les observations d'Alcidés, plus denses en période prénuptiale, se répartissent sur l'ensemble du golfe du Lion, incluant le plateau continental et jusqu'au talus et têtes de canyons, comme le souligne la Figure 166 ci-dessous.

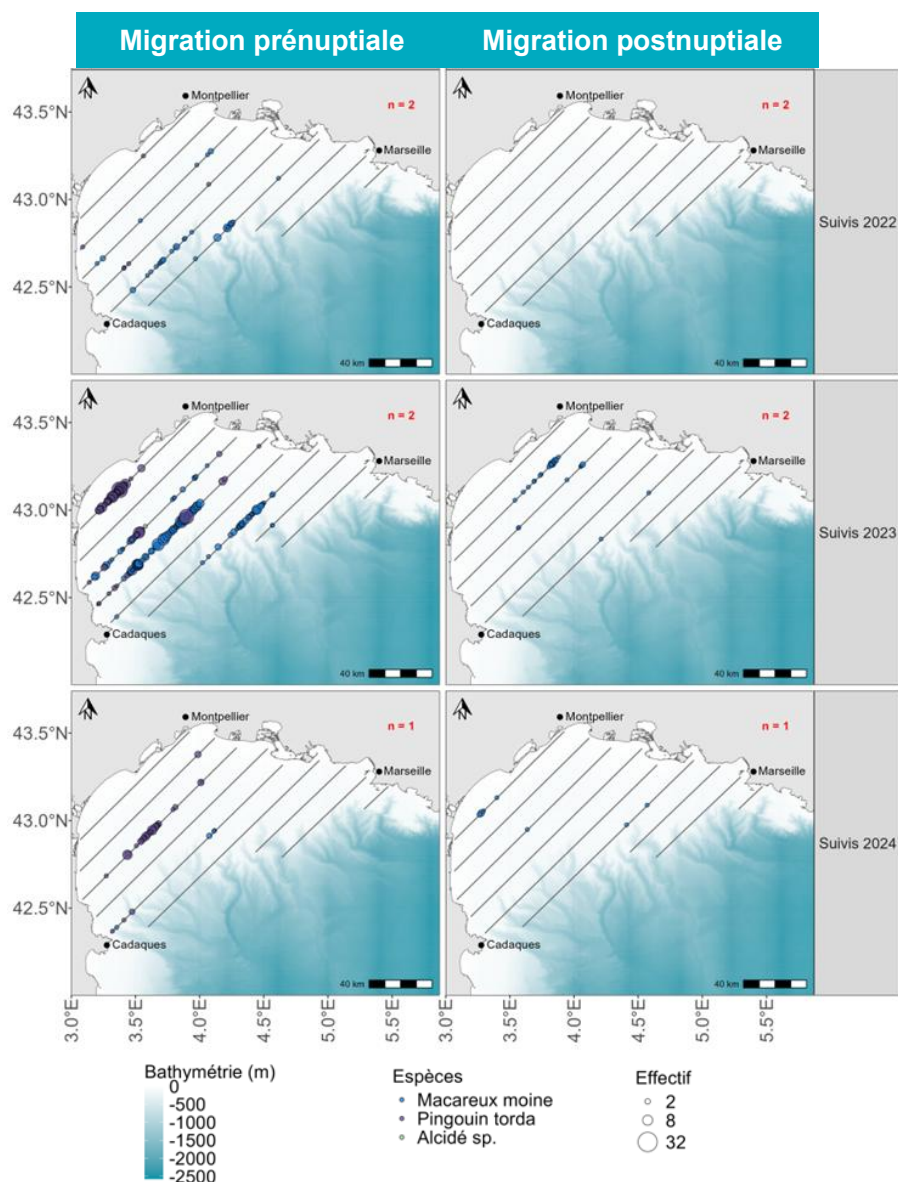


Figure 166 : Cartographie de synthèse des observations des Alcides - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone de développement représentée en violet sur la Figure 167 ci-dessous) lors des 10 campagnes, 74 Macareux moines ont été observés en période prénuptiale et 5 en période postnuptiale. Ces individus représentent près de 1% de l'effectif total d'oiseaux observés sur l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 16% des Macareux moines observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

Pour le Pingouin torda, sept individus ont été observés au sein de l'aire d'étude éloignée en période prénuptiale. L'aire d'étude éloignée accueille 2% du total des Pingouins tordas observés à l'échelle du golfe du Lion.

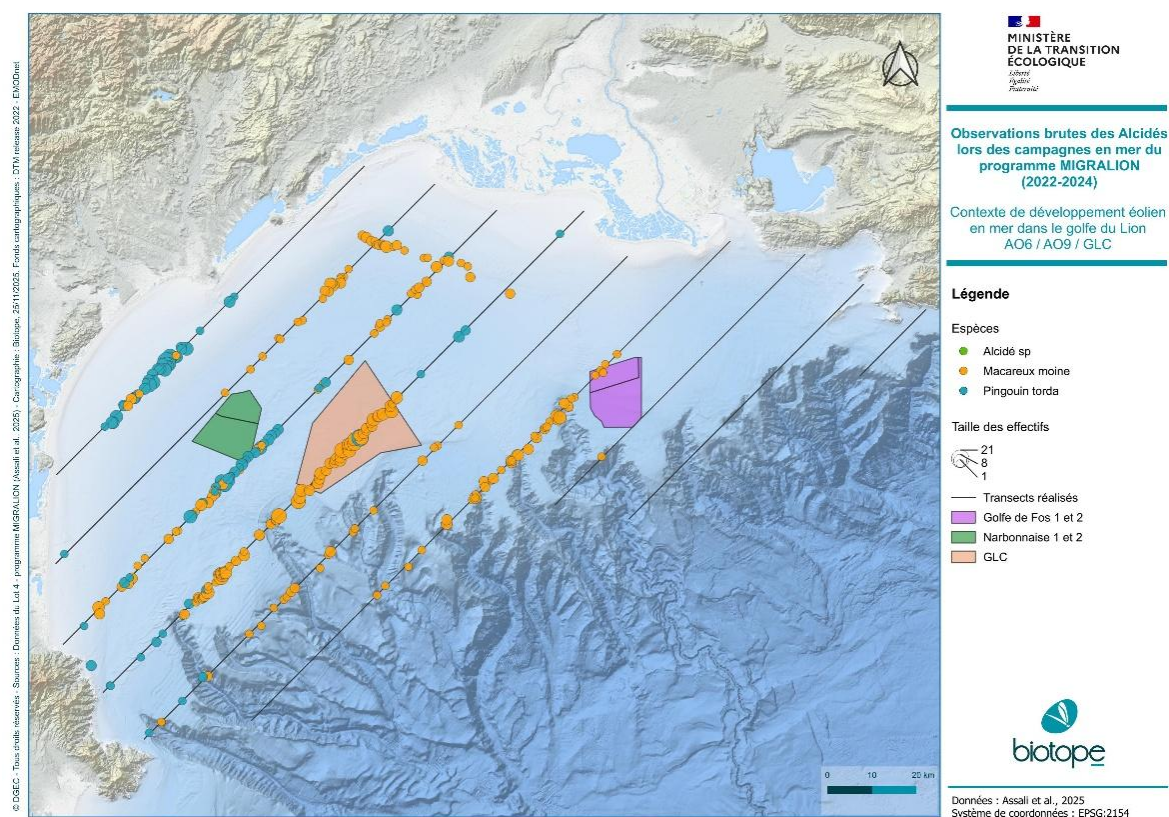


Figure 167 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Alcidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale du Macareux moine et du Pingouin torda a été estimée en dehors de la période de reproduction, respectivement à gauche et à droite sur les cartes ci-dessous (Figure 168). Les résultats soulignent que ces deux espèces d'Alcidés se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe, tendance encore plus marquée hors reproduction.

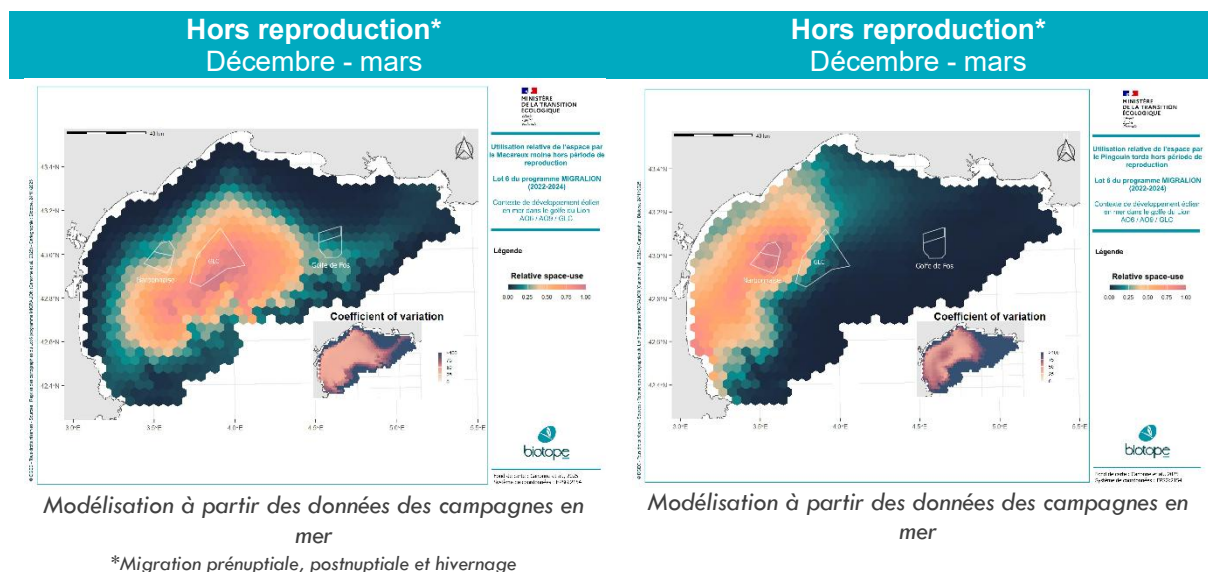


Figure 168 : Utilisation relative de l'espace par le Macareux moine (à gauche) et le Pingouin torda (à droite) en période hors reproduction dans le golfe du Lion. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Pingouin torda est essentiellement observé en hivernage au sein du golfe du Lion, principalement à l'Ouest donc plus éloigné de la zone de développement au large du golfe de Fos.

Concernant le Macareux moine, l'espèce est connue pour fréquenter les eaux du golfe du Lion en été, essentiellement d'avril à juillet (Ruffray, 2014). Les observations dans le cadre des campagnes MIGRALION montrent une présence assez marquée au printemps, ce qui tend à prouver que les Macareux moines présents en Méditerranée sont des oiseaux immatures. Des zones de concentrations sont identifiées au niveau de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet, notamment au niveau des talus et des canyons. Les premiers hivernants sont présents dès les mois d'automne. Cette phenologie d'observation des Macareux moines en Méditerranée est tout à fait particulière et fait l'objet souvent de débat au sein de la communauté ornithologique.

Lors des campagnes MIGRALION, le pic de présence des Alcidés se situait au mois de mars avec 1.37 ind.km^{-2} .

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour les Alcidés sont globalement faibles. Il faut toutefois noter des observations d'altitude de vol situés entre 10 et 20 mètres pour le Pingouin torda au printemps (Figure 169).

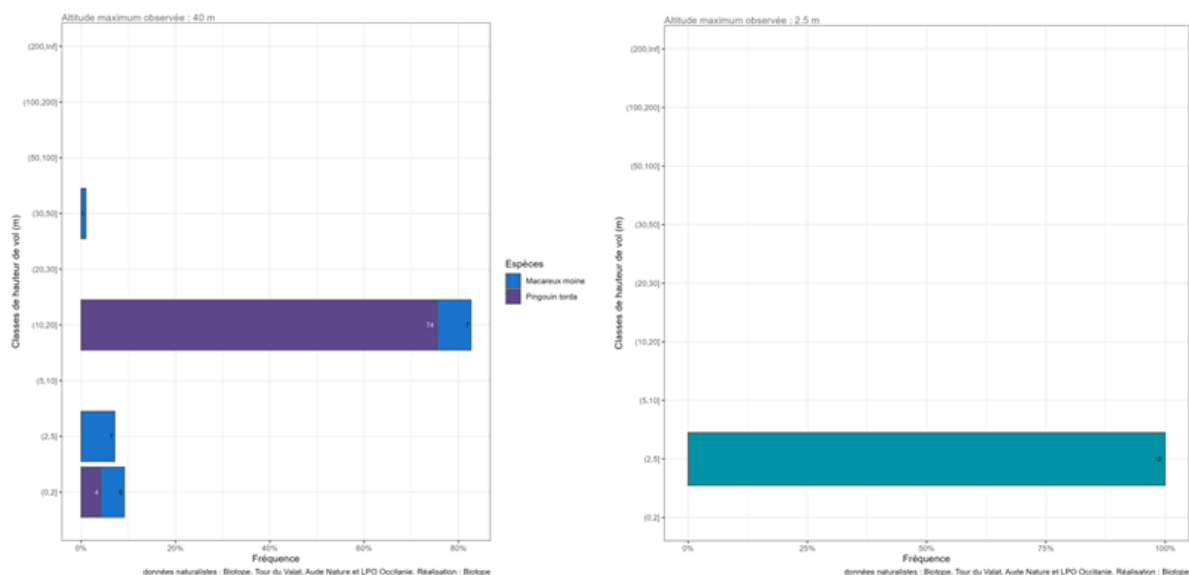


Figure 169 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024. A droite, Macareux moine uniquement. (Assali et al., 2025).

2.1.13 Fou de Bassan

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Fou de Bassan a été observé de manière anecdotique : 17 individus ont été contactés au cumul des trois années pour un effectif total d'oiseaux contactés de 40 703 individus. Ces observations se répartissent équitablement entre périodes pré-nuptiale (41%) et post-nuptiale (59%). Elles restent relativement proches côtières pour la plupart malgré quelques exceptions, donc assez éloignées de la zone de projet au large du golfe de Fos.

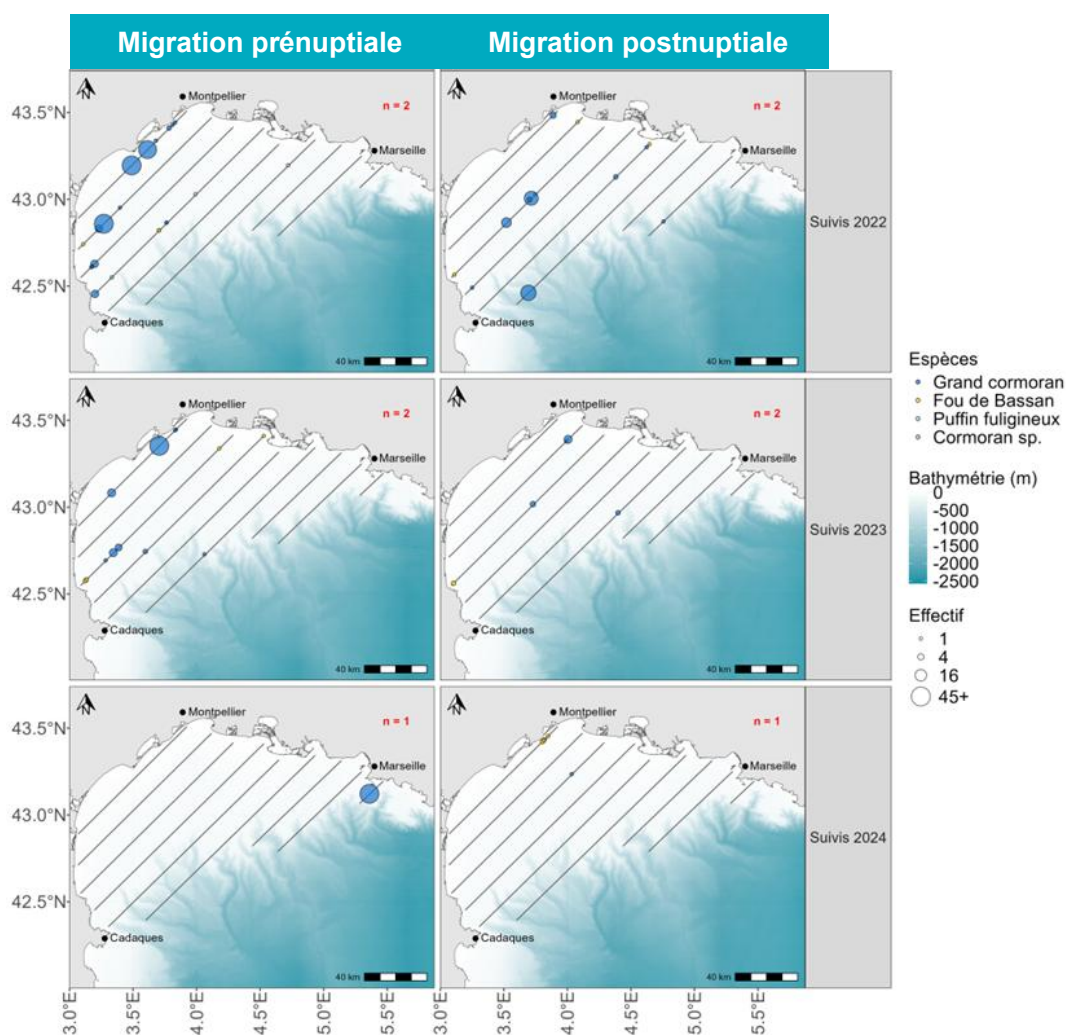
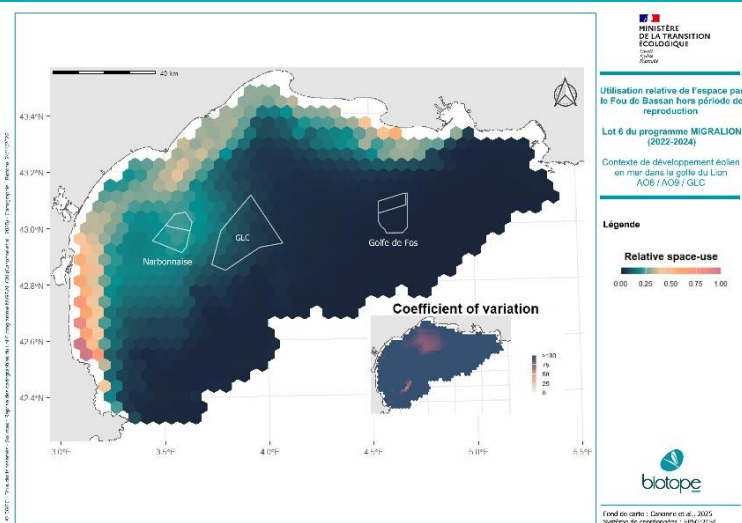


Figure 170 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos, deux individus ont été observés lors des 10 campagnes réalisées. Quatre individus supplémentaires ont également été observés en dehors des transects et temps d'effort d'observation. L'ensemble de ces observations se situaient entre 2 km et 4 km de la côte camarguaise sauf une à moins de 10 km au sud-est de l'aire d'étude immédiate.

La répartition spatiale du Fou de Bassan a été estimée en dehors de la période de reproduction et montre une présence majoritairement côtière donc éloignée de la zone de projet de la Narbonnaise (Figure 171 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 52 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour le Fou de Bassan.

Hors reproduction Octobre - Avril



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 171 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour le Fou de Bassan sont inférieures à 20m en période prénuptiale et inférieures à 30m en période postnuptiale (Figure 172).

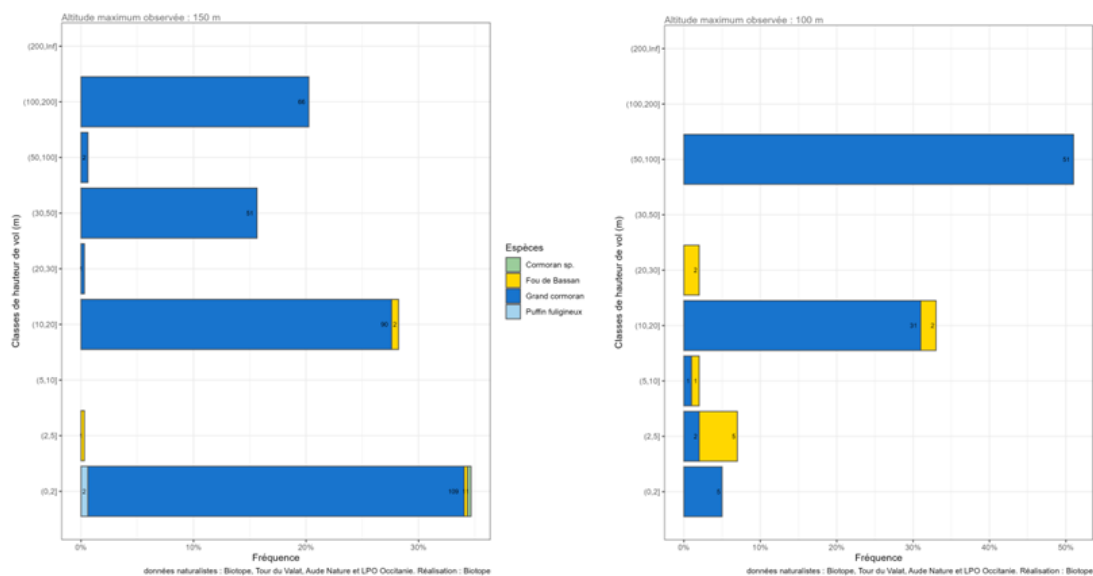


Figure 172 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.14 Labbes

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), plusieurs Stercorariidés ont été identifiés à l'espèce : le Labbe pomarin et le Labbe parasite plus communes, ainsi que le Grand labbe et le Labbe à longue queue plus anecdotiques. Au total, 132 Stercorariidés ont été contactés au cumul des trois années dont 70 Labbes pomarins et 53 Labbes parasites, ce qui représente 0,3% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). 86% de ces observations ont été réalisées en périodes prénuptiale contre 14% en période postnuptiale.

Les observations sont réparties dans l'ensemble du golfe du Lion, tant au niveau du plateau continental que plus au large vers le talus et les canyons (Figure 173). Le Labbe pomarin semble légèrement plus pélagique que le Labbe parasite qui est plus côtier.

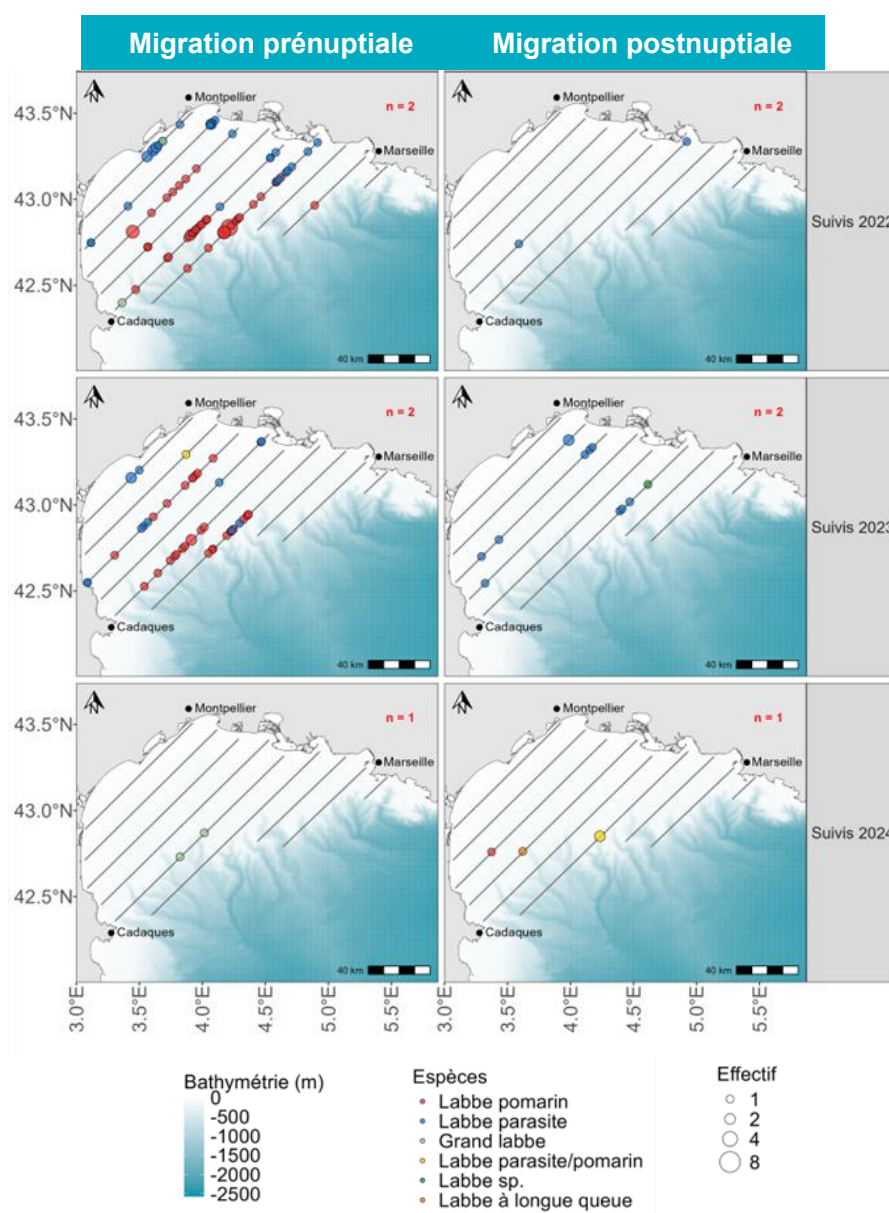


Figure 173 : Cartographie de synthèse des observations de Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet (qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos représentée en violet sur la Figure 174 ci-dessous), 39 labbes spp (toutes espèces confondues) ont été observés lors des 10 campagnes. Ces individus représentent moins de 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 30% des Labbes spp observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

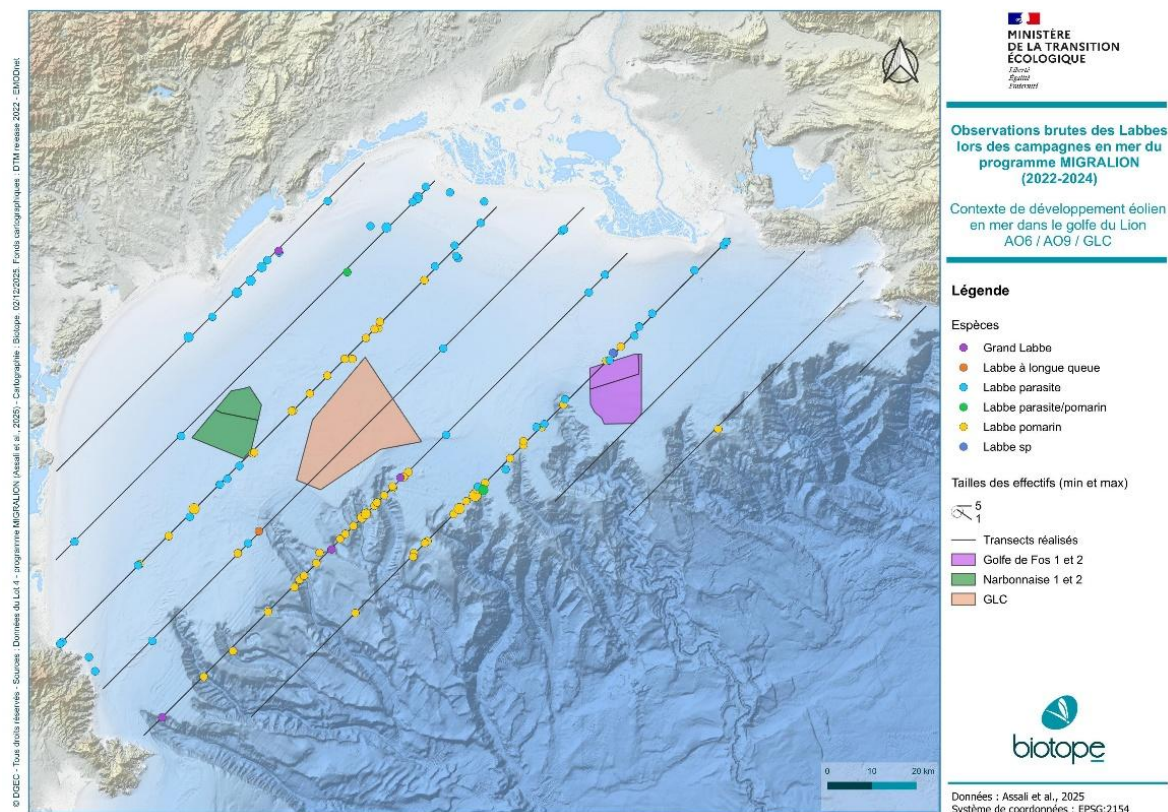
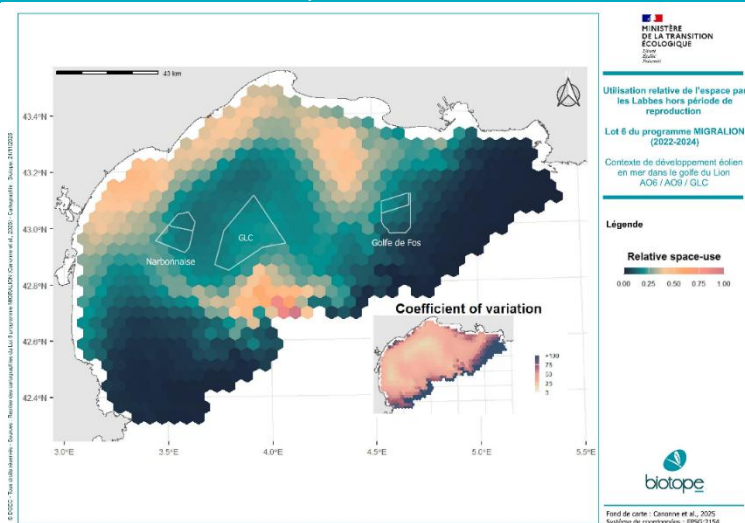


Figure 174 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Stercorariidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale des Stercorariidés a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et semble hétérogène, combinant une forte présence côtière et une occupation des zones profondes au large (Figure 175).

Hors reproduction* Septembre - mai



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 175 : Utilisation relative de l'espace par les Stercorariidés en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Labbe parasite s'observe en période de migration à la fois prénuptiale et postnuptiale avec une concentration plus importante des observations pour la première période. Le passage postnuptial débute fin juillet et s'étale jusqu'en octobre avec une répartition globalement pélagique sur l'ensemble du golfe incluant la zone de projet.

Le Labbe pomarin est plus présent à l'automne avec une répartition plus pélagique que le Labbe parasite, toujours incluant la zone de projet. L'espèce est en revanche quasi absente à l'automne.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols des labbes sont très variables, en lien avec les bonnes capacités des espèces concernées pour évoluer à différentes altitudes (notamment pour le cleptoparasitisme). Des oiseaux évoluant à plus de 30 mètres sont ainsi réguliers lors des observations réalisées (Figure 176).

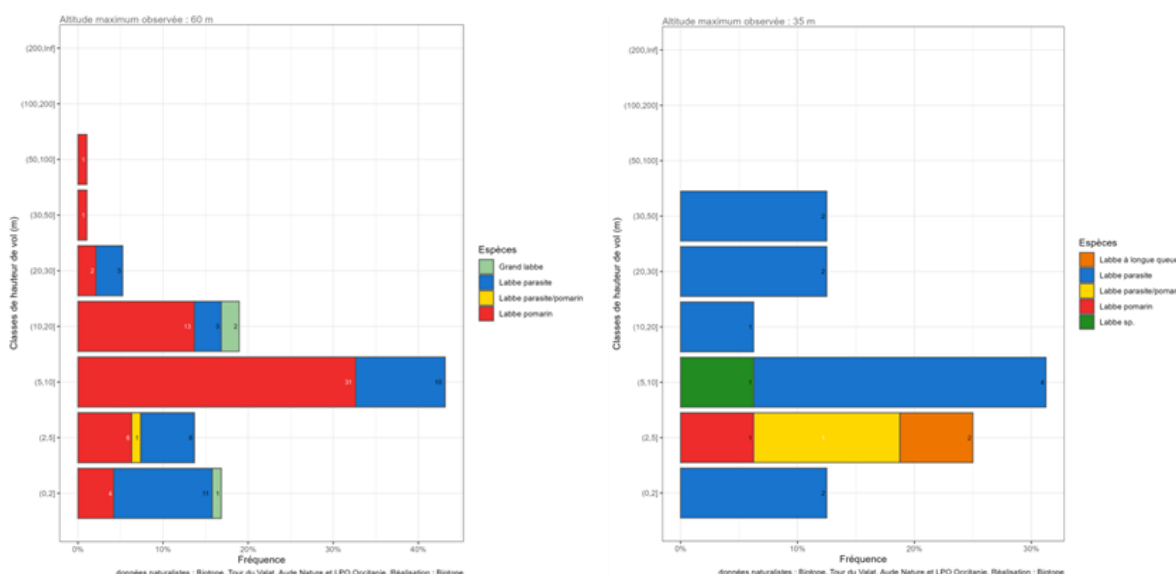


Figure 176 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.15 Grand Cormoran

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Grand Cormoran est une espèce régulièrement observée avec 411 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 1% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces observations sont majoritaires en période pré-nuptiale avec 78% des individus contactés contre 22% en période post-nuptiale.

Ces observations de Grand Cormoran se répartissent sur tout le golfe du Lion et semblent légèrement plus côtières en période pré-nuptiale, comme le montre la Figure 177 ci-dessous.

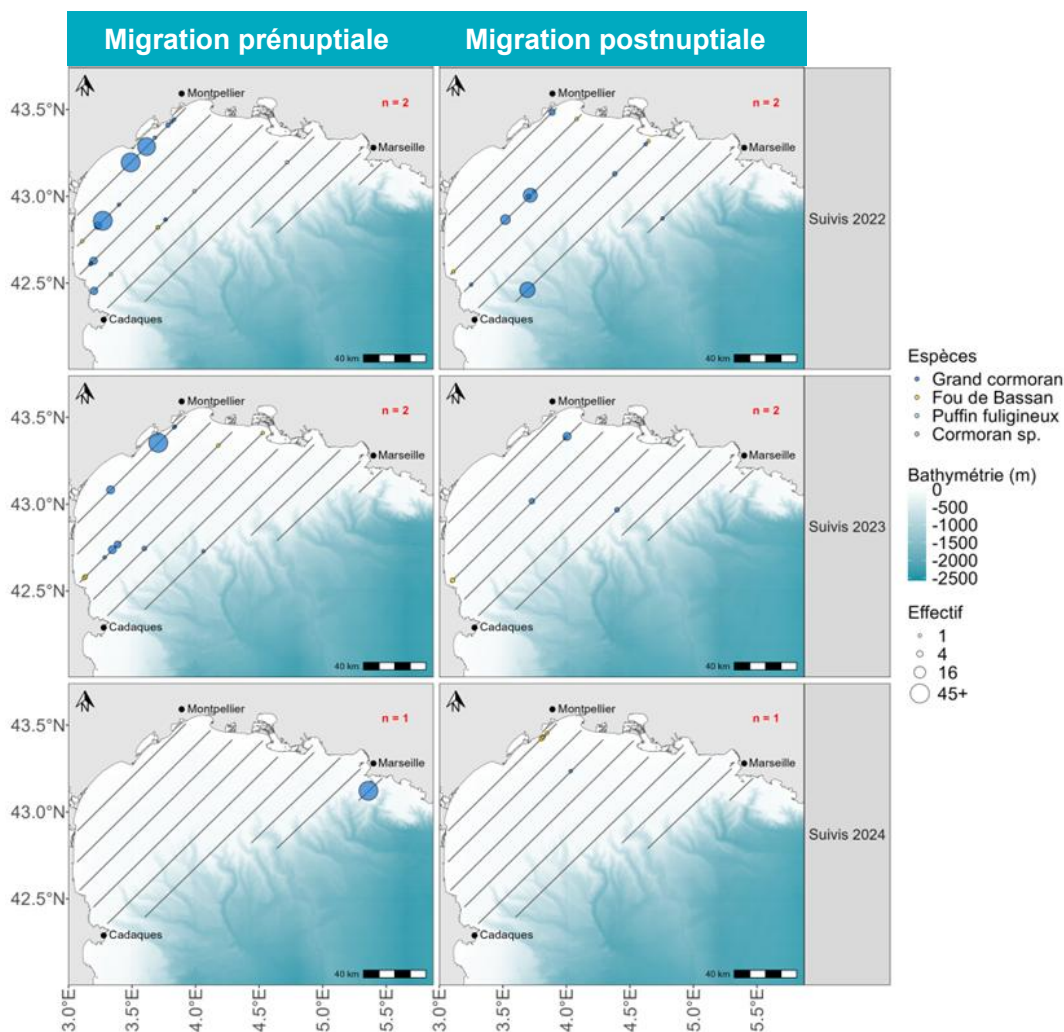
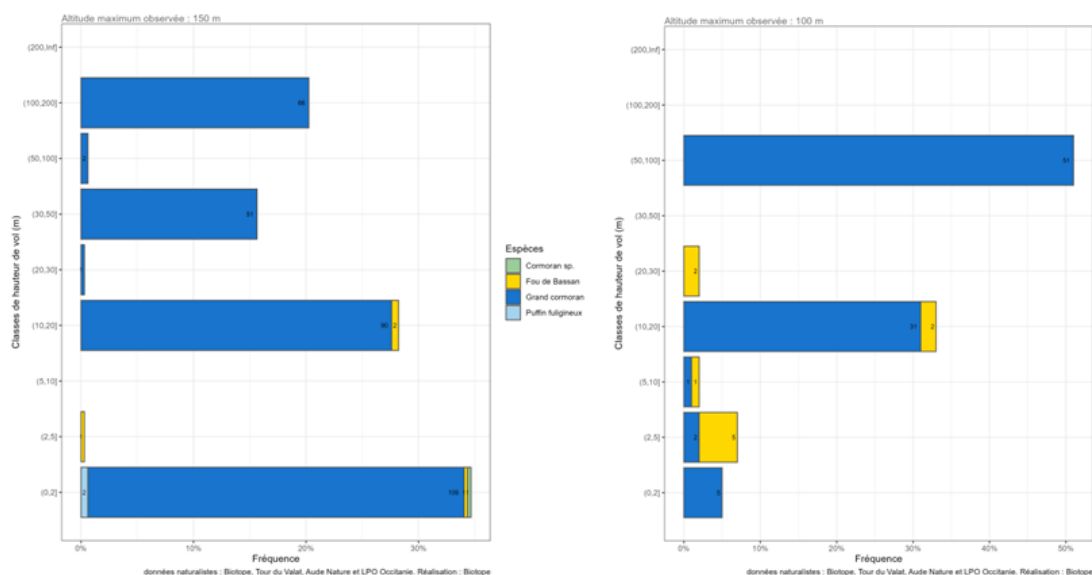


Figure 177 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos, six individus ont été observés lors des 5 campagnes postnuptiale. Ces individus représentent 1% des Grands Cormorans observés sur l'ensemble du golfe du Lion. Neuf individus supplémentaires ont également été observés en période postnuptiale mais en dehors des transects et temps d'effort d'observation.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol relevées pour les Grands Cormorans sont très variables et peuvent atteindre 100 - 200 mètres d'altitude selon les conditions observées en mer. (Figure 178).



2.1.16 Guifette noire

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Guifette noire a été régulièrement observée avec 967 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 2,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). En 2022, 6 Guifettes noires ont été observées en période pré-nuptiale contre 8 en période post-nuptiale. En 2023 et en 2024, 100% des Guifettes noires ont été observées en période post-nuptiales (respectivement 694 et 259 individus).

Ces observations de Guifettes noires sont principalement regroupées vers les canyons et talus du golfe du Lion, au sud de la Camargue comme le souligne la Figure 181, avec toutefois quelques observations plus côtières sur le littoral de Camargue.

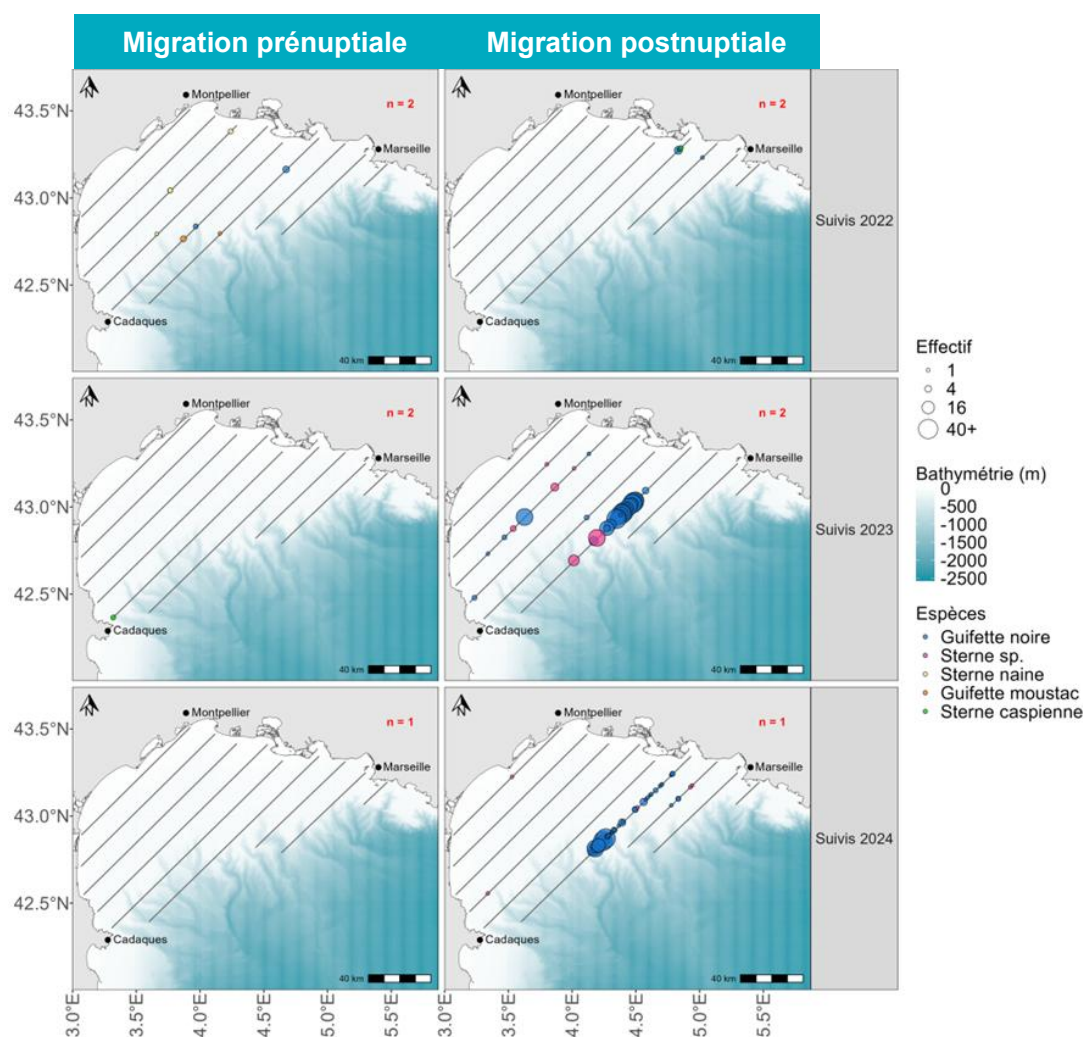


Figure 179 : Cartographie de synthèse des observations de Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet qui représente environ 36 km marins autour de la zone du golfe de Fos, 840 individus ont été observés lors des 10 campagnes (dont 99% en période postnuptiale). Ces individus représentent moins de 9% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de l'aire d'étude éloignée. L'aire d'étude éloignée accueille 87% des Guifettes noires observées sur l'ensemble du golfe du Lion.

La Guifette noire se reproduit dans les régions tempérées, méditerranéennes ou steppiques d'Europe et d'Asie avec des bastions européens situés en Europe de l'Ouest (Biélorussie, Russie, Ukraine, Lettonie, Pologne etc). L'espèce fréquente surtout les étangs, les marais continentaux ou arrière littoraux et s'observe en période de migration sur les grands cours d'eau, sur les marais littoraux et ainsi qu'en mer. Le littoral méditerranéen, et plus particulièrement le delta du Rhône, jouent un rôle important aux deux passages, notamment lors du mois d'août avec plusieurs milliers d'individus qui fréquentent le littoral camarguais. Des dortoirs qui regroupent plusieurs milliers d'individus sont parfois observés lors de la migration postnuptiale dans ce secteur (Bousquet et al., 2022).

Les Guifettes noires ont une présence marquée au large de la Camargue entre mi-août et mi-septembre, non loin de la zone de projet au large du golfe de Fos donc. Des groupes mixtes de plusieurs milliers d'oiseaux se forment alors avant la traversée de la Méditerranée. La Camargue et son littoral semblent jouer un rôle majeur dans la conservation de l'espèce en tant que site de halte migratoire.

La migration pré-nuptiale de la Guifette noire semble être plus orientale avec des voies migratoires dans le bassin méditerranéen, notamment en Italie avant de regagner les pays bas par l'Europe centrale (van der Winden et al., 2014). Elle n'a ainsi pas été détectée lors des campagnes en mer.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol en halte migratoire de la Guifettes noire sont situées entre 2 et 20 mètres. L'espèce semble capable de voler à des altitudes élevées (> 100 m), ce qui limite sa détectabilité notamment lors des phases de migrations actives (Figure 180).

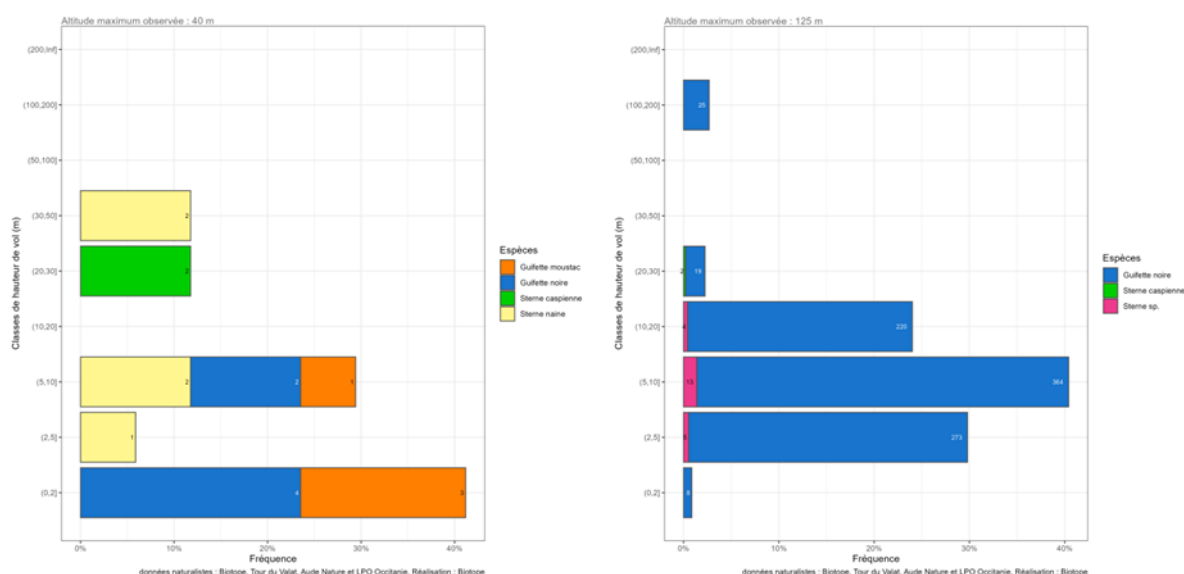


Figure 180 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour des Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

2.1.17 Autres espèces d'oiseaux marins observées sur la zone

Lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (lot 4), d'autres espèces marines ont été observées ou contactées par acoustique. Parmi les espèces présentes au sein de l'aire d'étude éloignée, un Puffin fuligineux a notamment été observé à moins de 10 km au nord-est de l'AEI en avril 2022, et, deux Sternes caspiennes à plus de 24 km au nord-est de celle-ci en octobre 2022. Un contact par acoustique de Goéland pontique a également été enregistré à environ 15 km au nord-ouest de l'AEI en avril 2023.

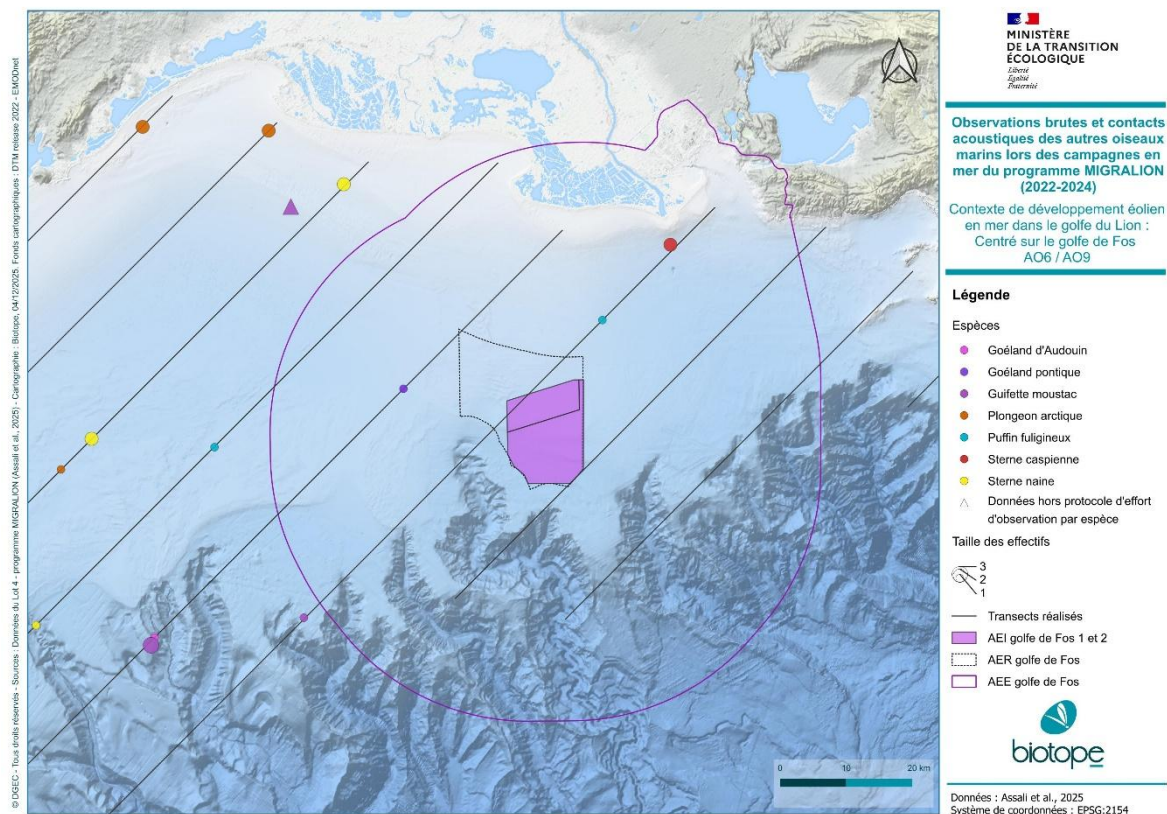


Figure 181 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer pour les autres espèces d'oiseaux marins lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

2.2 MIGRATEURS TERRESTRES

Pour rappel, la zone d'étude a été scindée en trois zones afin d'interpréter les résultats : une zone côtière de 0 à 15 km du littoral, une zone intermédiaire 15-60 km et une zone pélagique à plus de 60 km du littoral (voir Figure 3).

2.2.1 Faucon d'Eléonore

Aucun individu équipé n'a utilisé le golfe du Lion en direction Sud-Nord lors de sa migration pré ou postnuptiale. Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

2.2.2 Faucon crécerellette

Lors de la migration postnuptiale, le Faucon crécerellette (n=22) utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 25% de son temps, la partie intermédiaire (15-60 km) pour environ 15% de son temps et la partie pélagique (> 60 km) pour moins de 5%. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion directement par le large à des hauteurs variés (0 jusqu'à plus de 1 000 m). La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, plusieurs individus ont traversé le golfe à quelques kilomètres de la zone.

Lors de la migration prénuptiale, le Faucon crécerellette (n=11) passe environ 25% de son temps en bande côtière et en milieu pélagique, et un peu moins de 20% dans la partie intermédiaire du golfe du Lion. La plupart des individus ont longé la côte vers l'Espagne. La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Quelques individus ont été observés lors des campagnes nautiques (lot 4) dans le golfe du Lion, hors de la zone de développement.

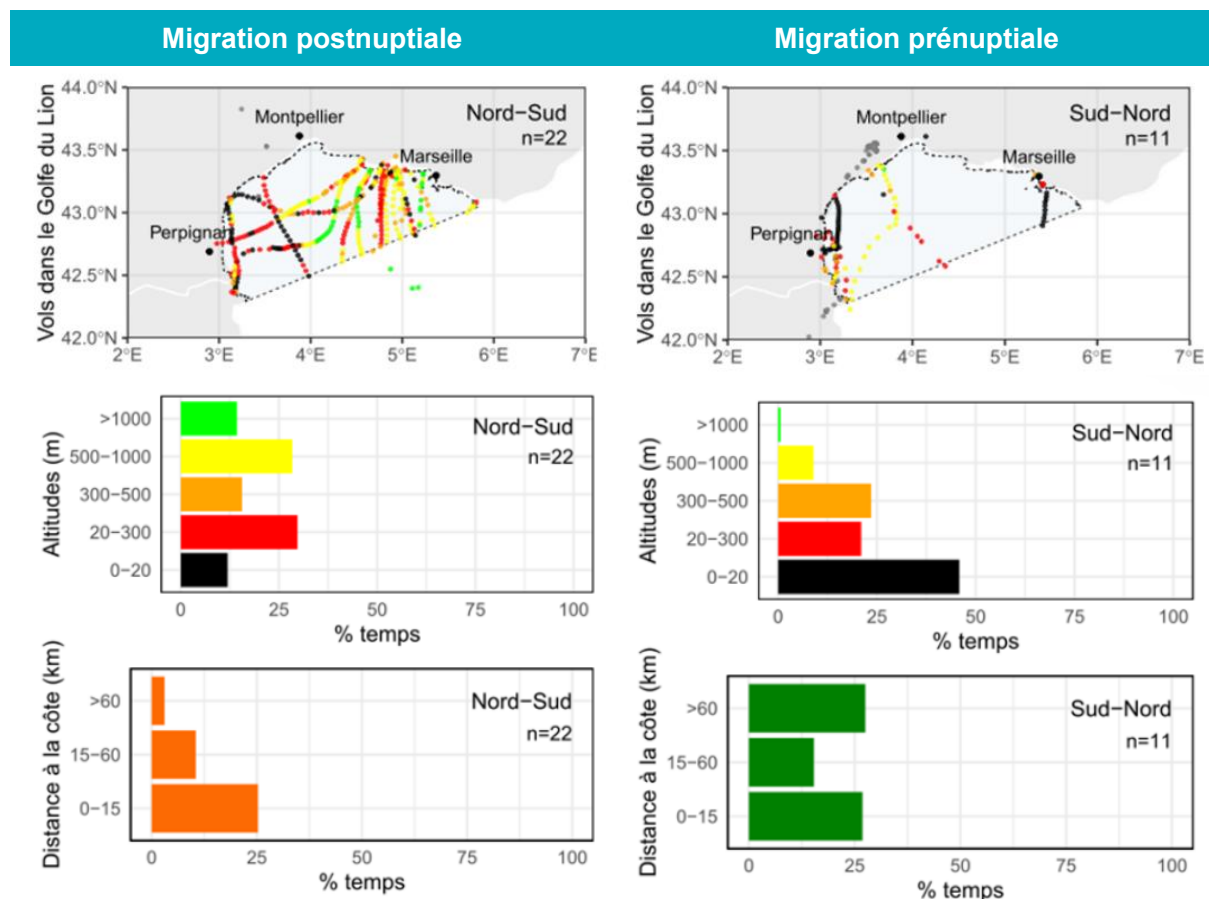


Figure 182 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Faucon crécerellette (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.3 Tourterelle des bois

Lors de la migration postnuptiale, la Tourterelle des bois (n=12), se dirigeant vers l'Afrique du Nord, a traversé le golfe du Lion en diagonale vers le large à des hauteurs variées. Certains individus ont migré à basse altitude (< 300 m) et d'autres à haute altitude (> 500 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, un individu a traversé le golfe à proximité, à environ 5 km à l'Est de la zone, et le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Lors de la migration prénuptiale, une seule Tourterelle des bois (n=1) a émis des données. Elle a migré depuis les côtes à l'Ouest en diagonale vers la Camargue, à basse altitude (< 300 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

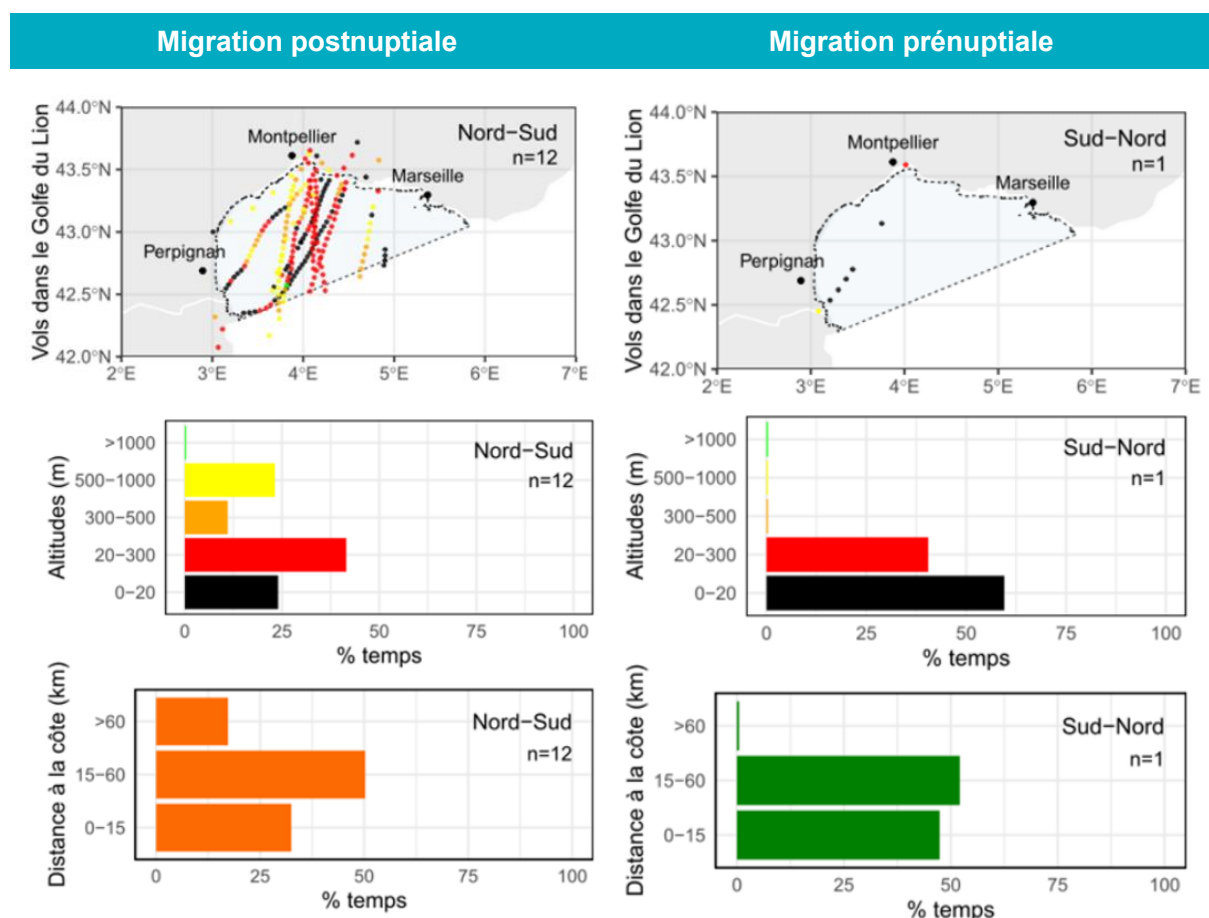


Figure 183 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Tourterelle des bois (tiré de Champagnon et al., 2025).

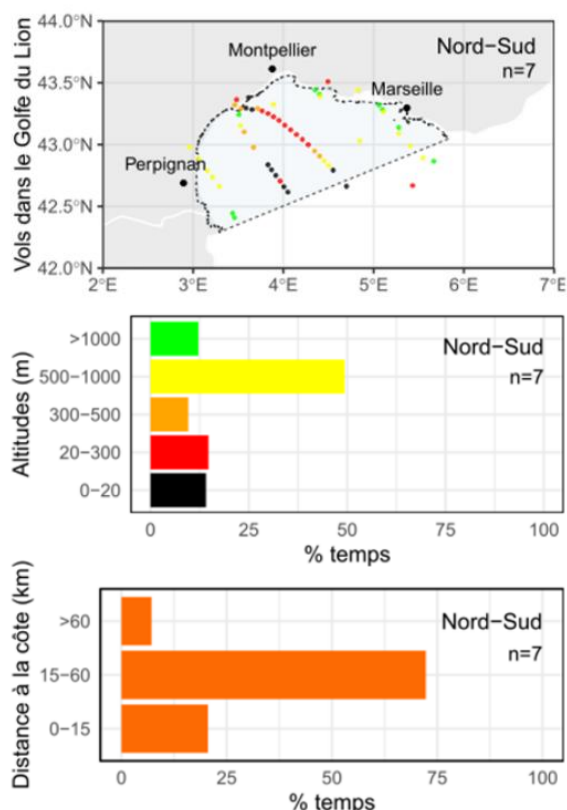
2.2.4 Rollier d'Europe

Lors de la migration postnuptiale, le Rollier d'Europe (n=7) utilise majoritairement la partie intermédiaire (15-60 km, environ 70% du temps), puis la bande côtière (0-15 km ; environ 10% du temps) du golfe du Lion, et dans une moindre mesure sa partie pélagique (> 60 km). L'espèce utilise différentes stratégies de traversée du golfe du Lion pour rejoindre l'Afrique : soit en parallèle des côtes dans l'Est ou l'Ouest du golfe, à proximité relative, soit traverser par le milieu du golfe vers le large de la Méditerranée. Les altitudes de vol sont aussi diverses que les stratégies. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, les trajectoires des individus ne sont pas complètes du fait de balises faiblement chargées au début de la migration (nidification en cavités sans lumière). Un individu aurait pu traverser la zone de développement lors de sa migration.

L'espèce a migré au-dessus des terres pour rejoindre ses sites de reproduction en période prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.





Migration par la terre ?

Figure 184 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Rollier d'Europe (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.5 Coucou geai

Lors de la migration postnuptiale, le Coucou geai (n=15), se dirigeant vers l'Espagne ou l'Afrique de l'Ouest, a adopté différentes stratégies selon les individus : longer la côte d'Est en Ouest, longer les côtes dans l'Est du golfe, ou se diriger vers le large du golfe en direction de l'Espagne. Les hauteurs de vol sont variées. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Lors de la migration prénuptiale, peu d'individus (n=2) ont émis des données. Un individu est revenu par l'Est du golfe en longeant les côtes et un autre est revenu depuis l'Espagne en traversant le golfe en diagonale, proche des côtes. Un individu a traversé la zone de développement à haute altitude (500-1 000 m)*. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

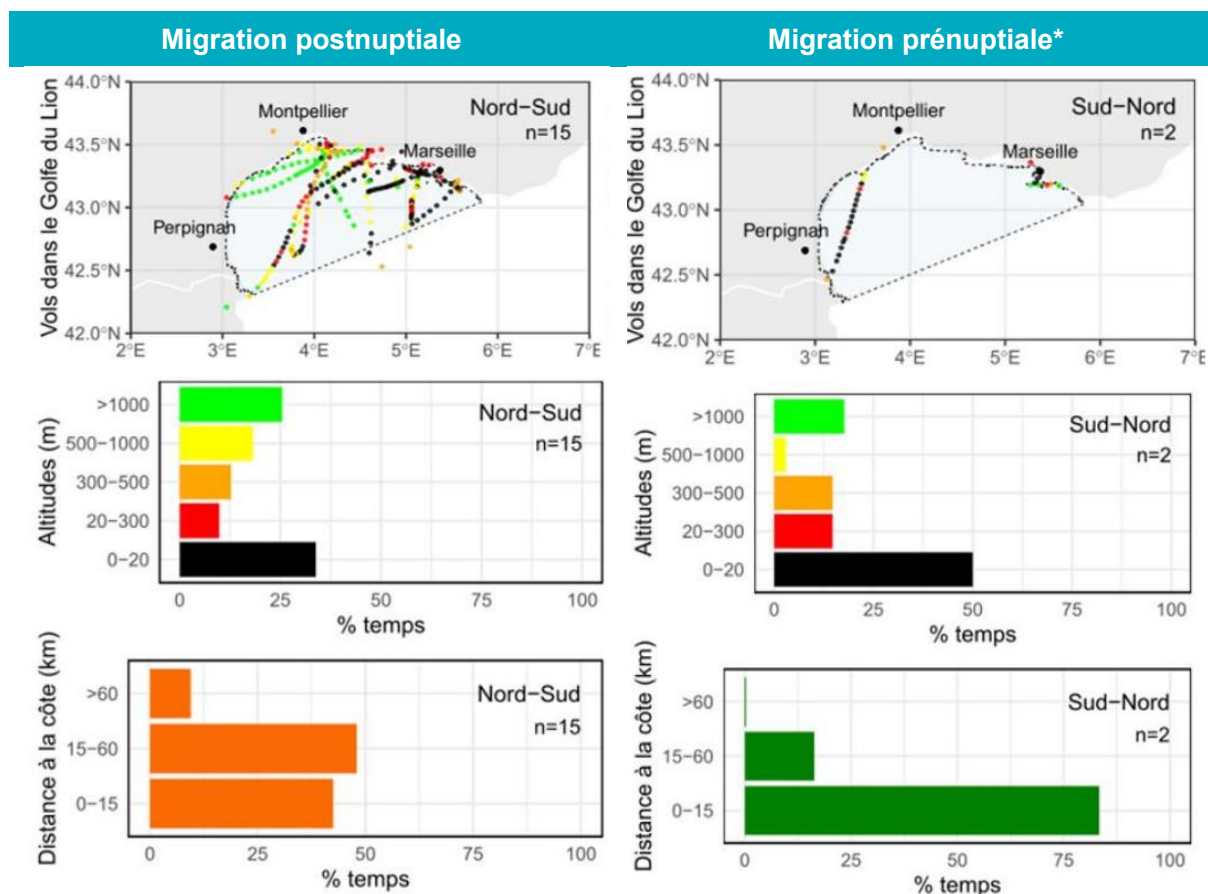


Figure 185 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Coucou geai (tiré de Champagnon et al., 2025).

*la trajectoire traversant la zone de développement « Golfe de Fos » en migration prénuptiale apparaît sur la carte de la migration postnuptiale.

2.2.6 Glaréole à collier

Lors de la migration postnuptiale, la Glaréole à collier (n=6) utilise à proportion égale (environ 40%) la bande côtière (0-15 km) et la partie intermédiaire (15-60 km) du golfe du Lion. Les individus équipés ont migré en direction du large de la Méditerranée, en utilisant la moitié Est du golfe, ou en longeant la côte près de Marseille. Les traversées ont été effectuées soit à très haute altitude >1000 m, soit à basse altitude (20-300 m). Plusieurs individus ont traversé la zone de développement. **La zone représente environ 8% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, il n'y a que deux individus qui fournissent des données. Un individu a migré en longeant la côte près de Marseille également, et l'autre individu a traversé le golfe dans la moitié Ouest. Les altitudes de vol étaient globalement très basses (< 20 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

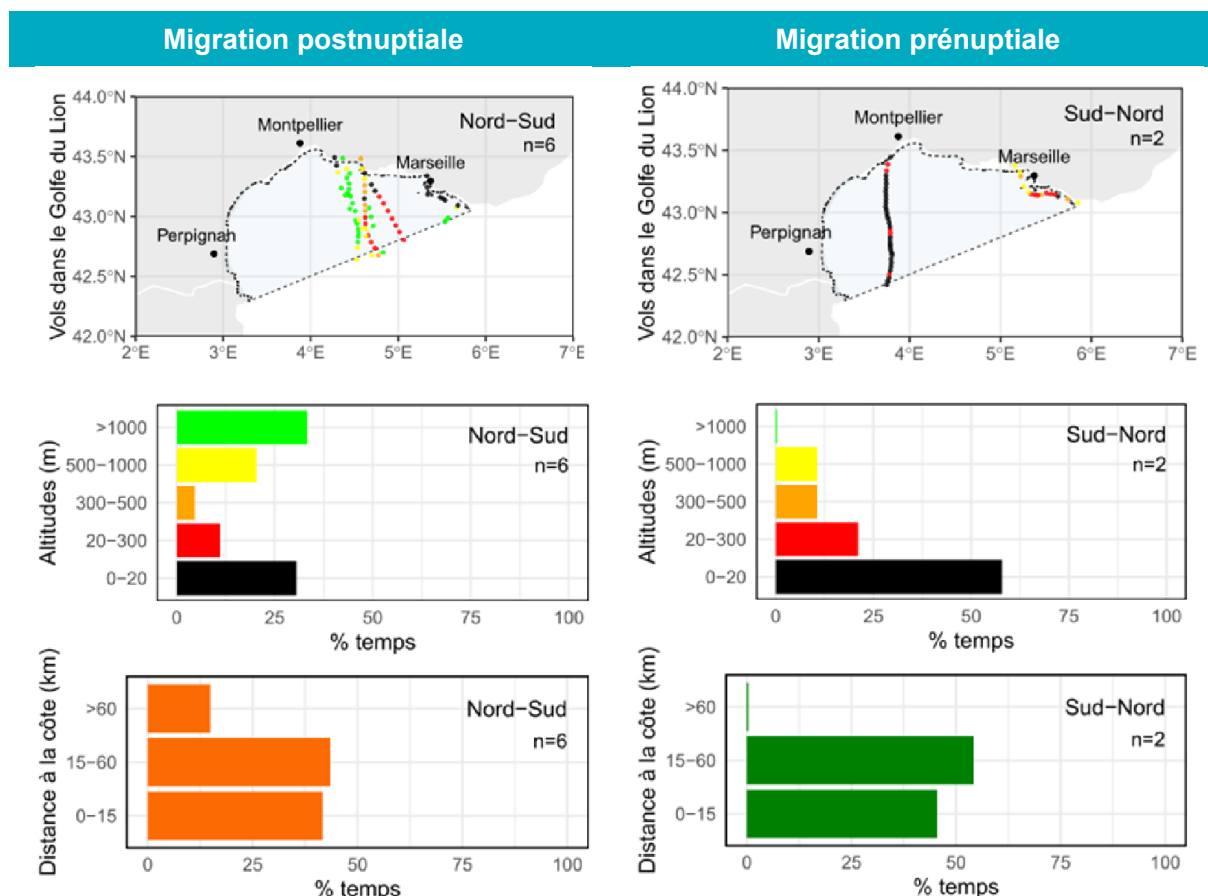


Figure 186 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Glaréole à collier (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.7 Héron pourpré

Lors de la migration postnuptiale, le Héron pourpré (n=10) utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 30% de son temps et la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour environ 63% de son temps. L'oiseau adopte soit une traversée directe à haute altitude, passant 30% de son temps à plus de 500 m d'altitude, soit une route diagonale via l'Espagne à basse altitude, utilisant 55% de son temps à moins de 300 m. **La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Toutefois, quelques individus ont traversé le golfe à quelques kilomètres de la zone, à l'Est ou à l'Ouest, à diverses altitudes. Un individu, a, de plus, été observé lors des campagnes nautiques (lot 4) très au large du golfe du Lion, hors de la zone de développement.

Lors de la migration prénuptiale, le Héron pourpré (n=3) passe environ la moitié de son temps en bande côtière et dans la zone intermédiaire. Le retour via l'Espagne se fait en diagonale, à basse altitude (20-300 m) ou à haute altitude (500-1000 m). Aucun individu équipé n'a traversé la zone de développement éolien lors de cette migration. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité. Un individu, a, de plus, été observé lors des campagnes nautiques (lot 4) très au large du golfe du Lion, hors de la zone de développement.

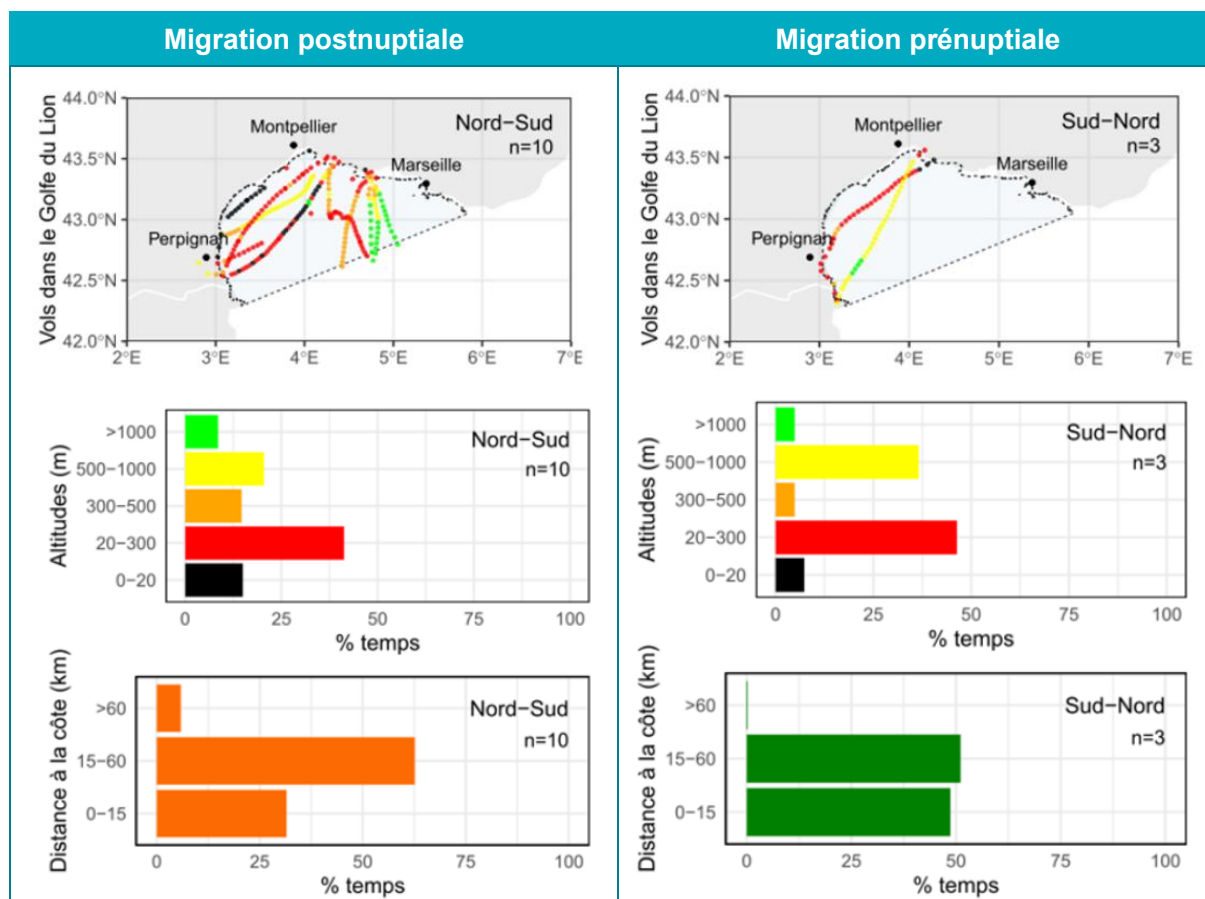


Figure 187 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale du Héron pourpré (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.8 Crabier chevelu

Lors de la migration postnuptiale, le Crabier chevelu (n=20) utilise la bande côtière (0-15 km) et la partie pélagie (>60 km) du golfe du Lion pour un peu moins de 25% de son temps et la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour environ 50% de son temps. Hivernant en Afrique de l'Ouest, 90% des individus ont traversé le golfe du Lion directement par le large, mais à des hauteurs très variées, entre 0 et 1000 m. **La zone de développement éolien représente moins de 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Aucune balise n'a émis lors de la migration pré-nuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

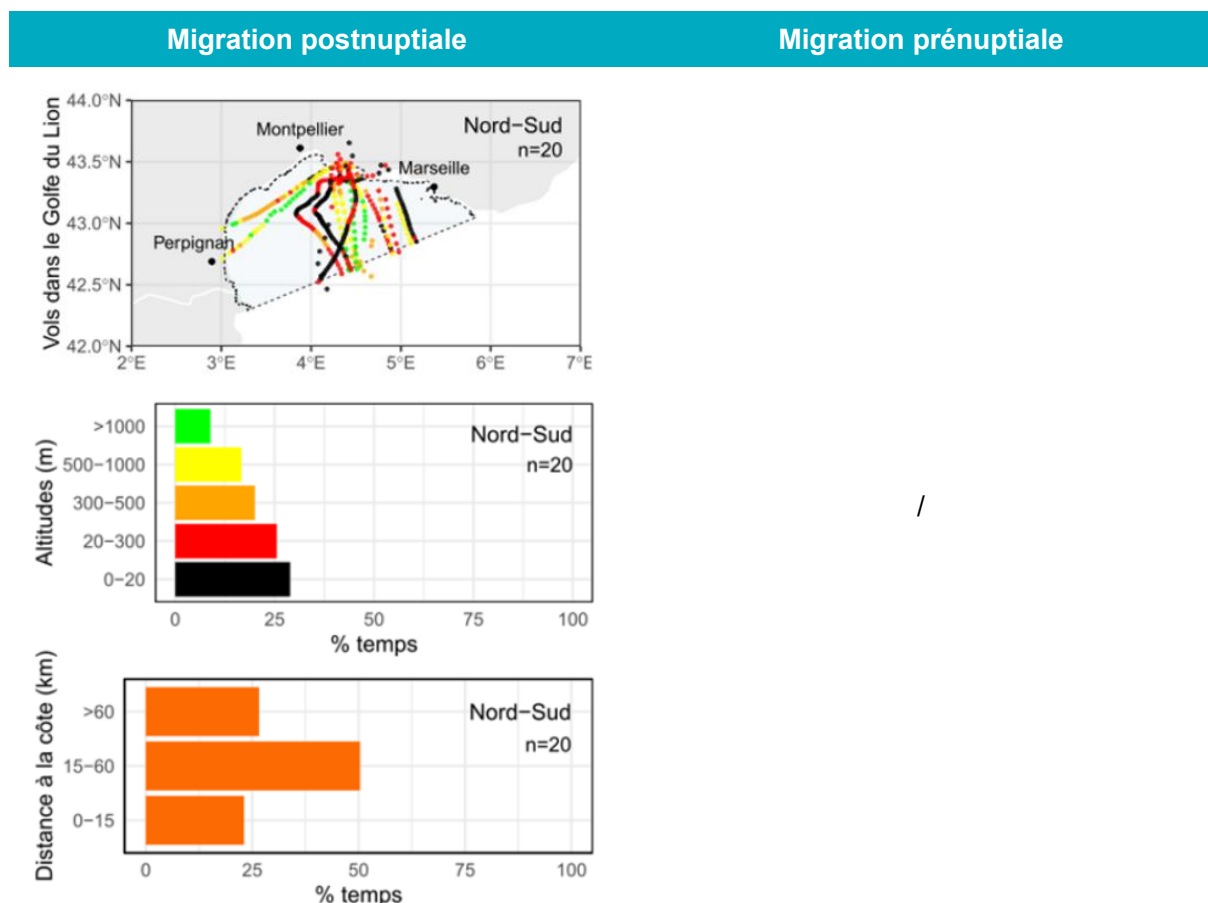


Figure 188 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Crabier chevelu (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.9 Blongios nain

Lors de la migration postnuptiale, le Blongios nain (n=4) utilise la bande côtière (0-15 km) du golfe du Lion pour environ 35% de son temps, la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour un peu plus de 50% de son temps et la partie pélagique (> 60 km) pour environ 15% de son temps. Les quelques individus équipés ont montré des comportements de traversée du golfe très variés en termes de stratégie, comme de hauteur de vol. La traversée en diagonale a par exemple été effectuée à moyenne et haute altitude (> 300 m). La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

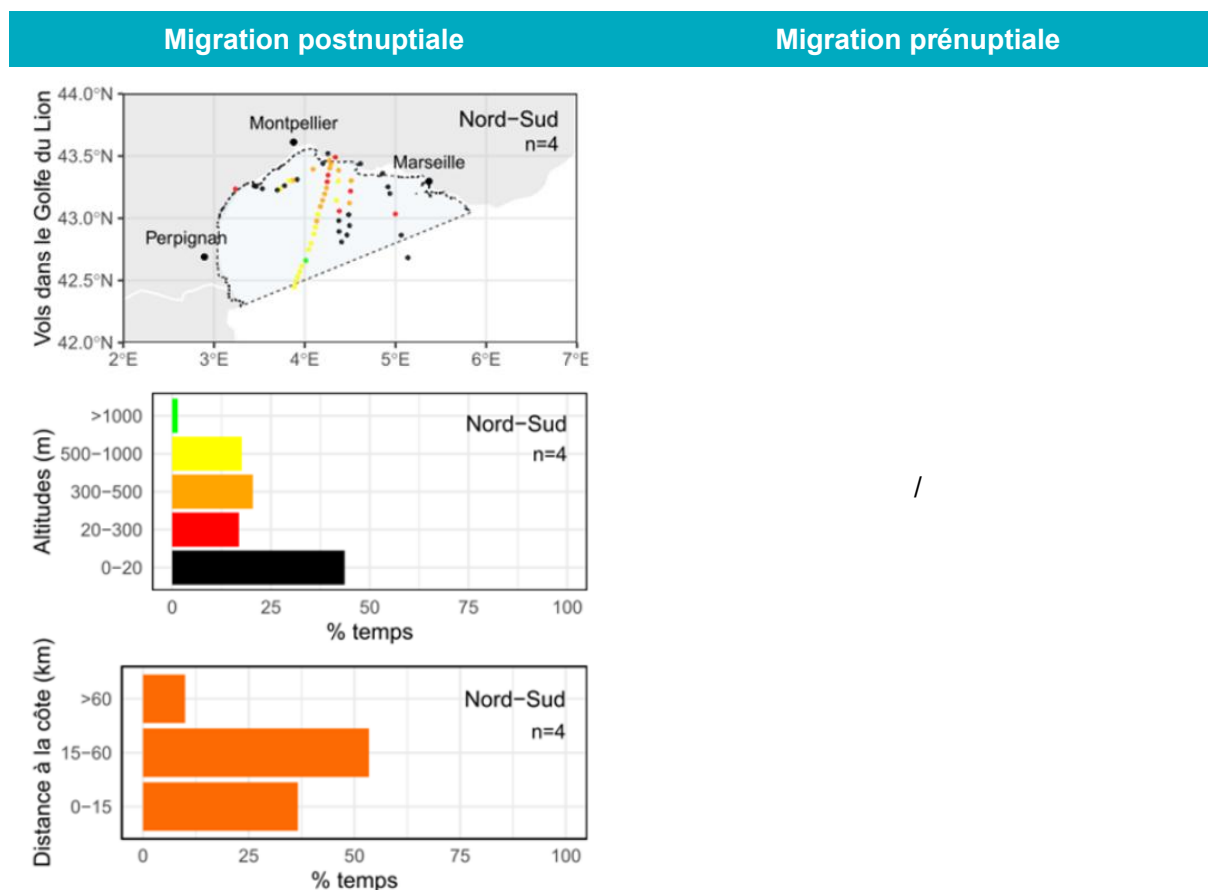


Figure 189 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Blongios nain (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.10 Flamant rose

Lors de la migration postnuptiale, le Flamant rose (n=47) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; 80% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; 15% de son temps). En effet, les jeunes oiseaux bagués sont partis essentiellement en longeant la côte, mais aussi en coupant le golfe du Lion en diagonale vers l'Espagne ou en partant vers l'Est, à destination de la Sardaigne. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, quelques individus ont traversé le golfe à quelques kilomètres de la zone à basse altitude (0-20 ou 20-300 m).

Lors de la migration prénuptiale, le Flamant rose (n=8) passe la moitié de son temps dans la bande côtière et dans la partie intermédiaire du golfe du Lion. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Un individu a, de plus, été observé près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

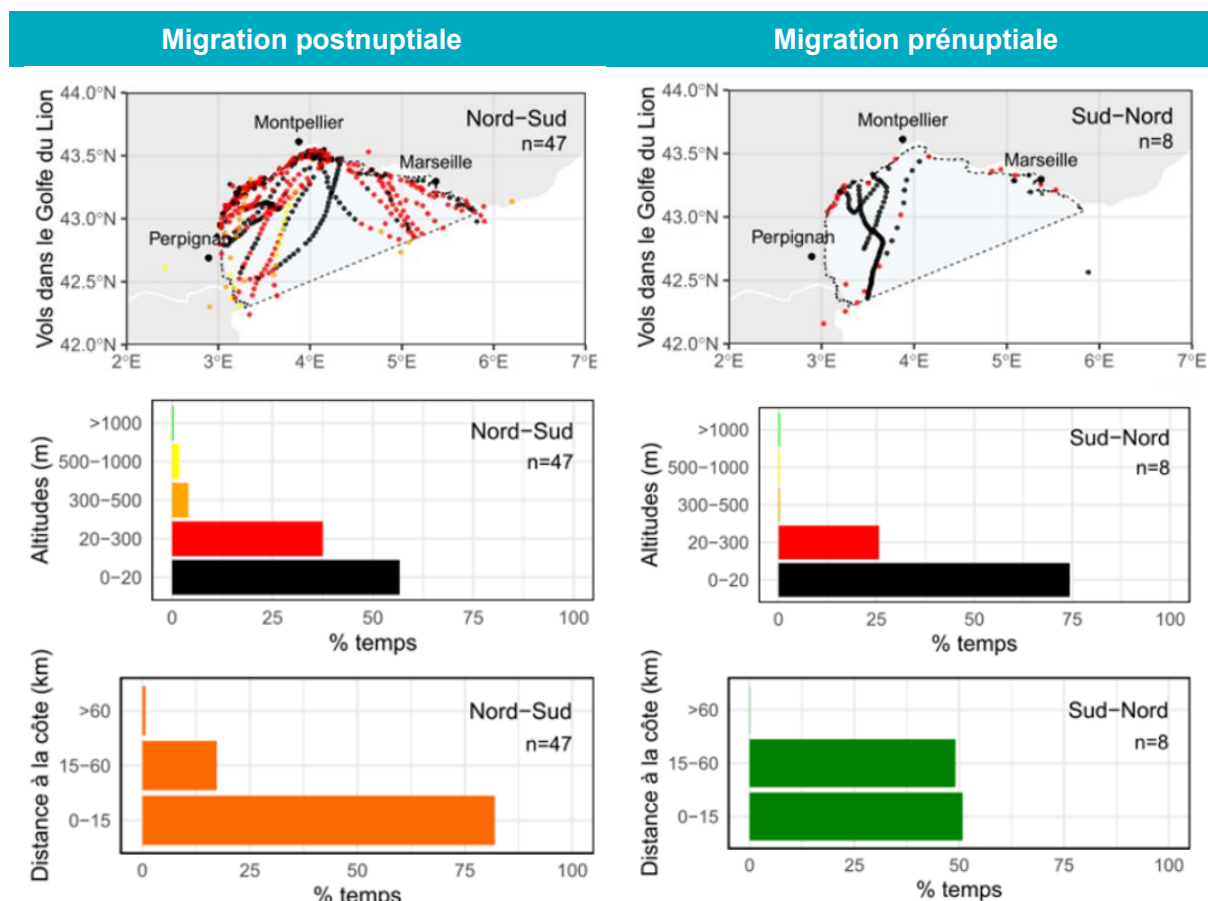


Figure 190 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Flamant rose (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.11 Spatule blanche

Lors de la migration postnuptiale, la Spatule blanche (n=74) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 70% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; environ 30% de son temps). Les individus équipés en Camargue ont principalement migré pour aller en Espagne ou en Afrique de l'Ouest en longeant la côte du golfe du Lion ou coupé en diagonale. Les individus qui ont hiverné en Sardaigne ou en Tunisie ont migré en longeant la côte dans l'Est du golfe. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Une observation a, de plus, été effectuée près des côtes lors des campagnes nautiques (lot 4).

Lors de la migration prénuptiale, les trajectoires et le comportement de la Spatule blanche (n=26) sont identiques à ceux observés en migration postnuptiale. Une observation a, de plus, été effectuée près des côtes lors des campagnes nautiques (lot 4).

La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration pré et postnuptiale. Celle-ci ne semble pas être sur une des routes de migration de l'espèce.

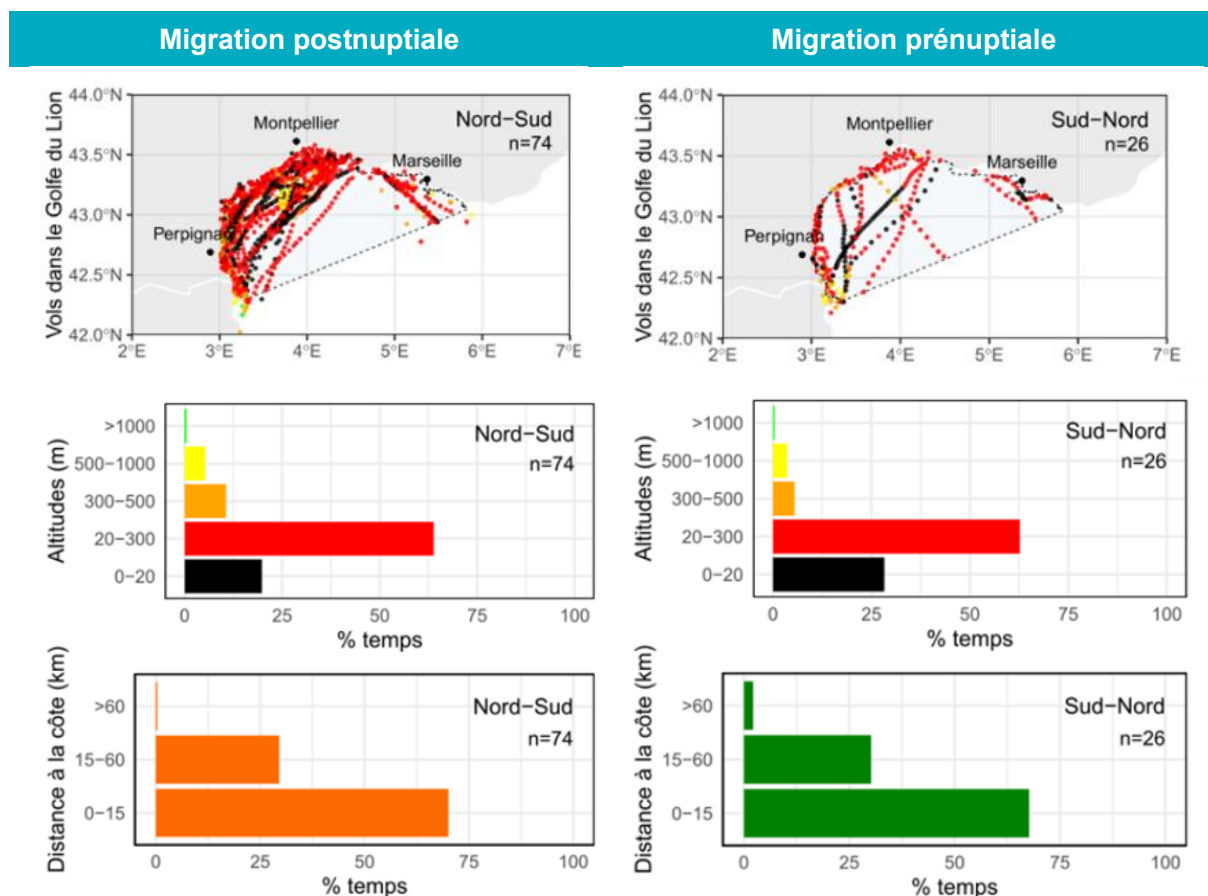


Figure 191 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Spatule blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.12 Ibis falcinelle

Lors de la migration postnuptiale, l'Ibis falcinelle (n=17) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 70% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; environ 30% de son temps). Les individus équipés ont tous migré pour aller en Espagne en longeant la côte ou en coupant en diagonale dans le golfe. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m.

Lors de la migration prénuptiale, les trajectoires et le comportement de l'Ibis falcinelle (n=30) sont identiques à ceux observés en migration postnuptiale.

La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration pré et postnuptiale. Celle-ci ne semble pas être sur une des routes de migration de l'espèce.

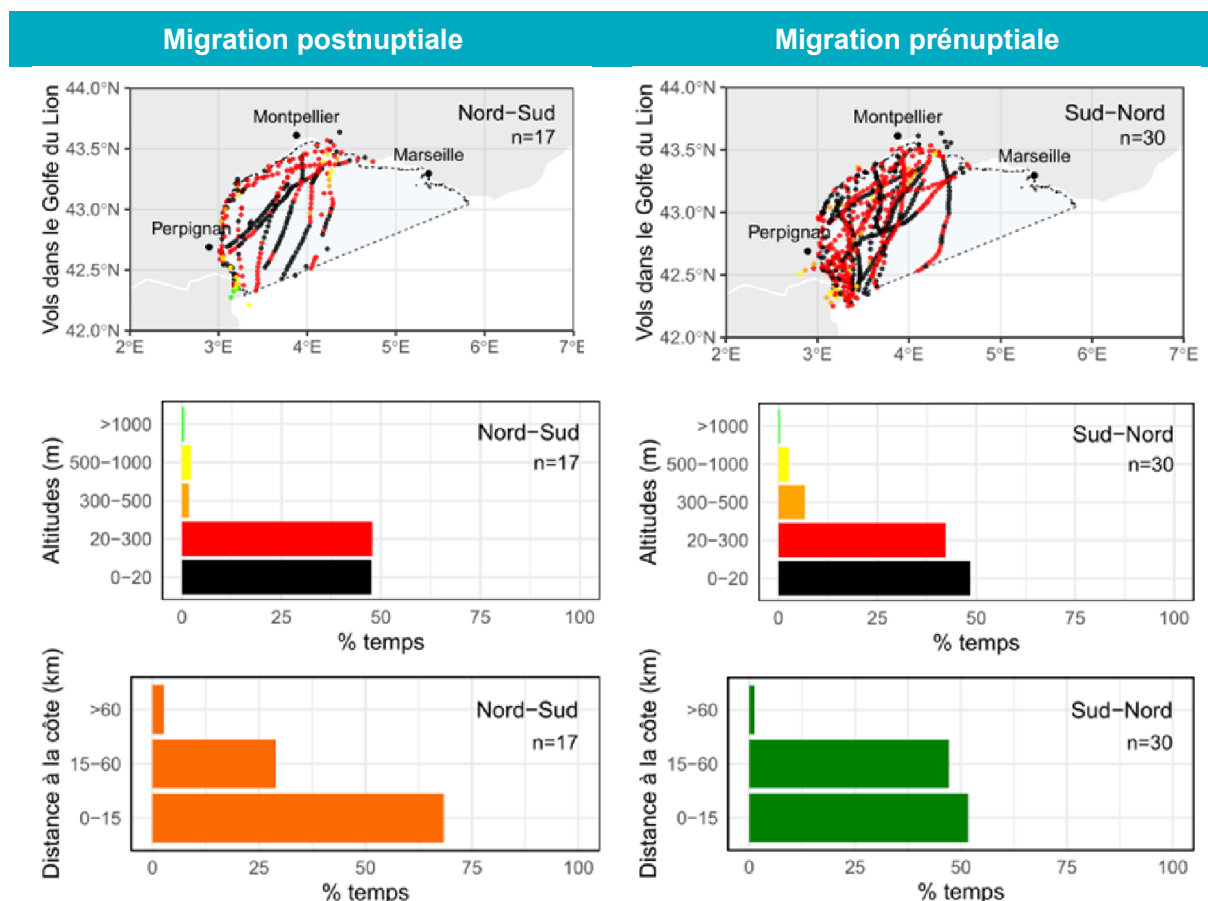


Figure 192 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Ibis falcinelle (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.13 Échasse blanche

Lors de la migration postnuptiale, l'Échasse blanche (n=6) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 60% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km) et la partie pélagique (> 60 km) du golfe. Les individus équipés en Camargue ont traversé le golfe vers le large en diagonale via l'Espagne, généralement à très basse altitude (< 20 m). Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 8% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, l'Échasse blanche (n=4) a migré près des côtes (30% du temps) dans l'Est du golfe ou coupé le golfe en diagonale en direction de la Camargue (70% du temps). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Un groupe a, de plus, été observé près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

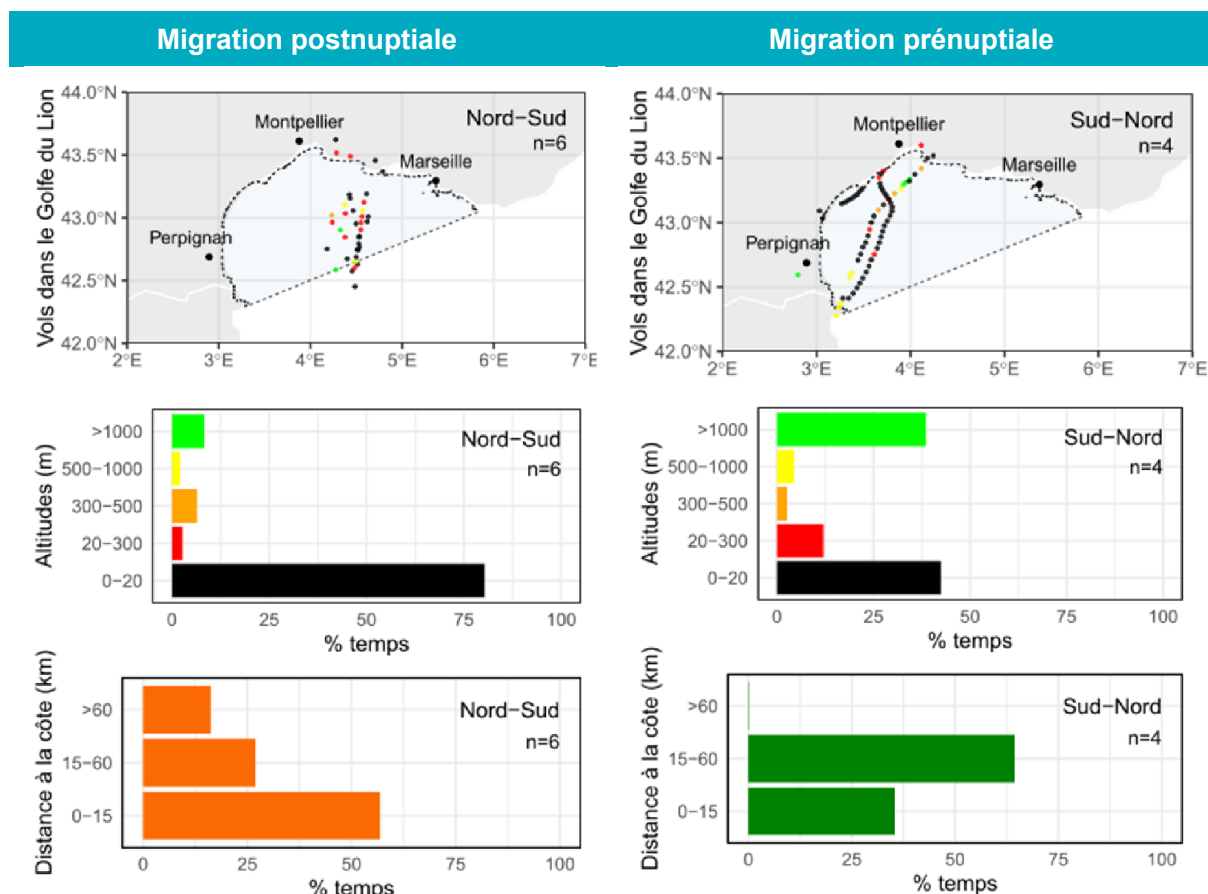


Figure 193 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Échasse blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.14 Avocette élégante

Une partie des oiseaux hiverne en France, une partie en Péninsule Ibérique et une partie en Afrique de l'Ouest.

Lors de la migration postnuptiale, l'Avocette élégante (n=15) utilise différentes stratégies de traversée du golfe du Lion depuis la Camargue : longer la côte dans l'Est du golfe, traverser en diagonale ou plutôt partir en direction de l'Ouest du golfe. Les altitudes de vol sont aussi diverses que les stratégies : à basse altitude (0-300 m) ou à haute altitude (> 500 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, les quatre Avocettes élégantes ont uniquement migré en longeant la côte, à très basse altitude majoritairement (70% du temps < 20 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Plusieurs groupes ont, de plus, été observés près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

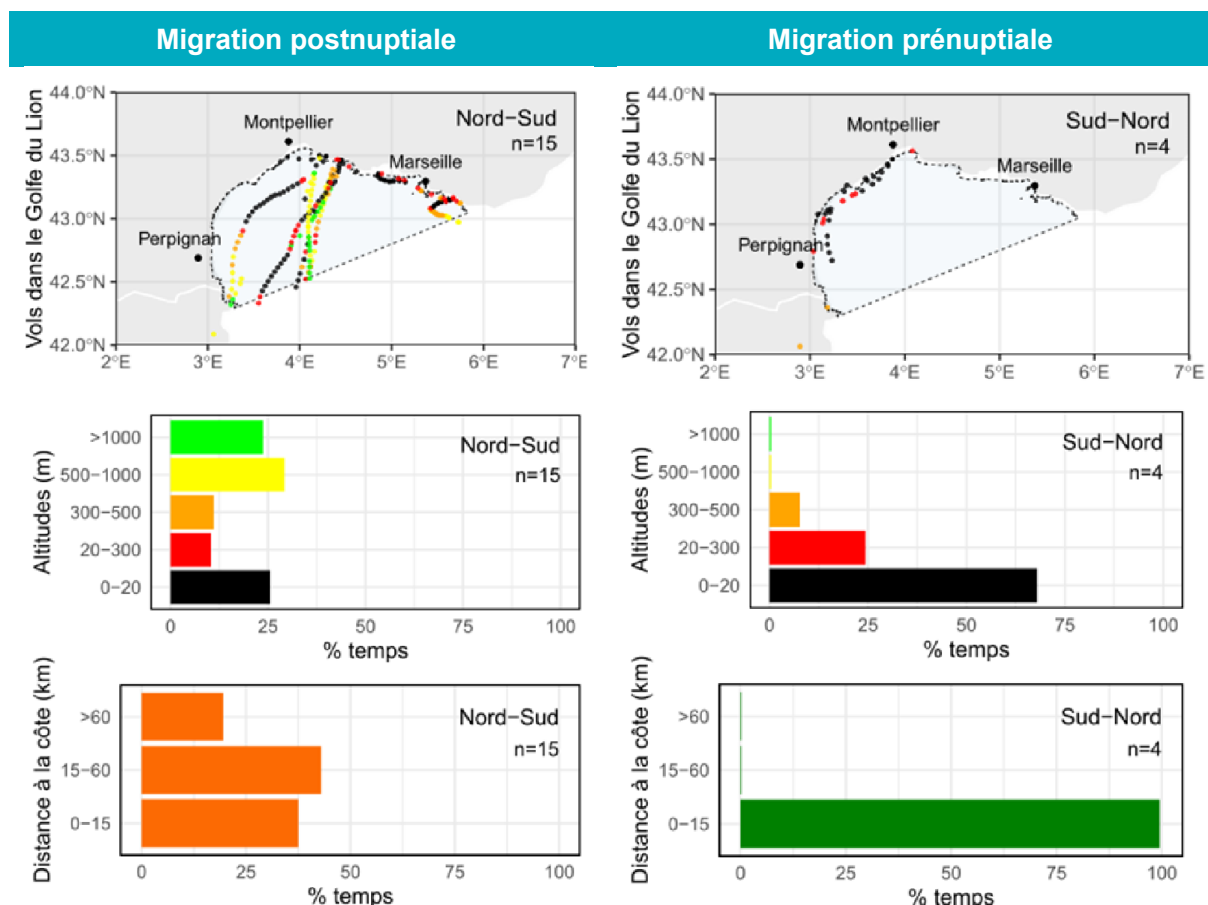


Figure 194 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Avocette élégante (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.15 Pluvier guignard

Lors de la migration postnuptiale, le Pluvier guignard (n=9) utilise majoritairement la partie intermédiaire (15-60 km, 50% du temps) et la partie pélagique (> 60 km, environ 32% du temps) du golfe du Lion, et dans une moindre mesure la bande côtière (0-15 km). Les individus équipés ont traversé le golfe dans sa moitié Est en direction du large, presque exclusivement à haute altitude (> 300 m). Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à plus de 1 000 m d'altitude. **La zone représente environ 11% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

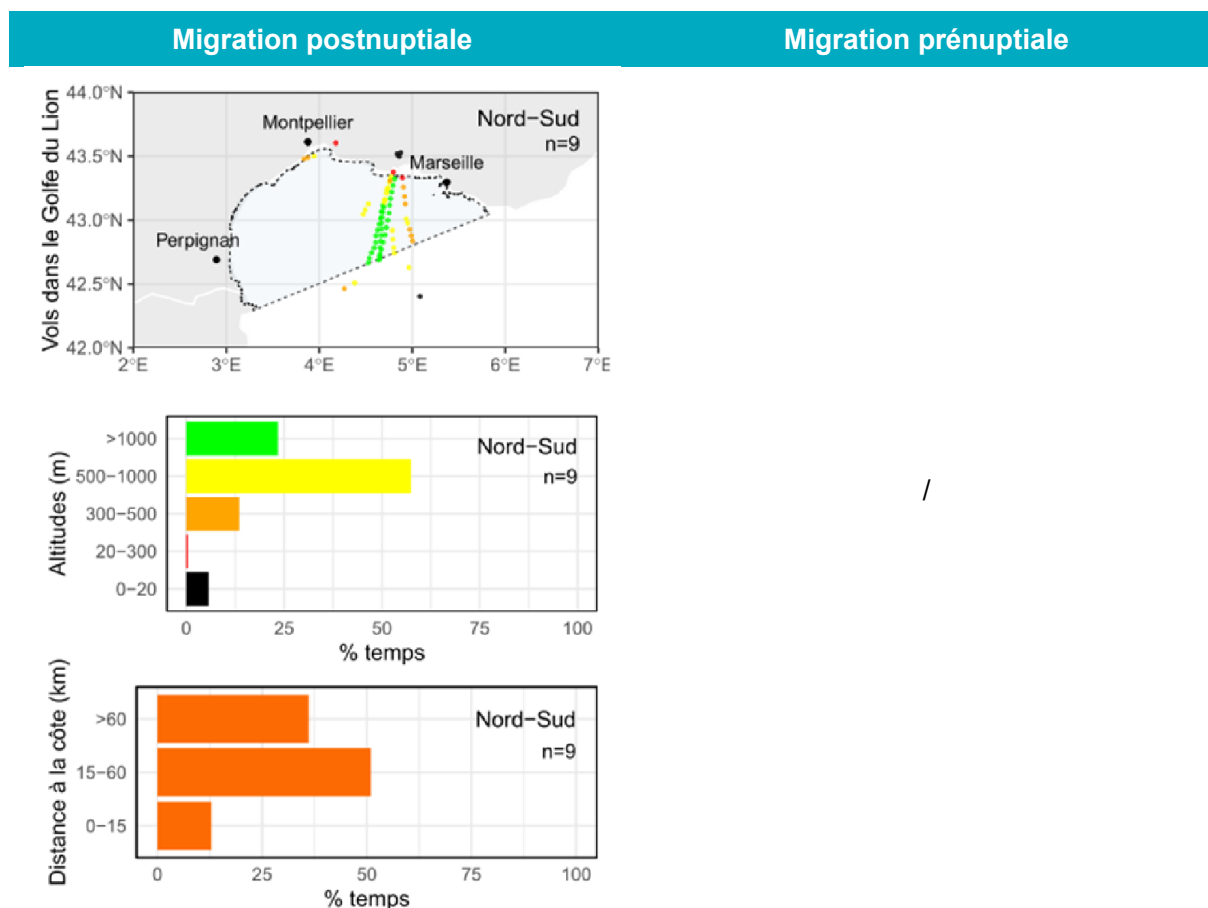


Figure 195 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Pluvier guignard (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.16 Goéland railleur

Lors de la migration postnuptiale, le Goéland railleur (n=107) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 90% de son temps). Une partie des individus reste toute l'année sur le littoral français, une autre partie hiverne en Afrique du Nord ou en Sardaigne, et effectuent ainsi des traversées en longeant la côte ou en partant un peu plus au large, dans la partie Est du golfe du Lion. Les individus migrent à basse altitude (environ 80% < 20 m, 20% entre 20-300 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, plusieurs individus sont passés à proximité (environ 6-7 km) de la zone, à l'Est et à l'Ouest.

Lors de la migration prénuptiale, le Goéland railleur (n=106) migre également près des côtes (65% du temps) dans l'Est du golfe mais certains individus ont également migré en traversant le milieu du golfe du Lion. Les individus migrent également à basse altitude majoritairement (environ 65% < 20 m, 30% entre 20-300 m). Un individu a traversé la zone de développement entre 20 et 500 m d'altitude lors de sa migration. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

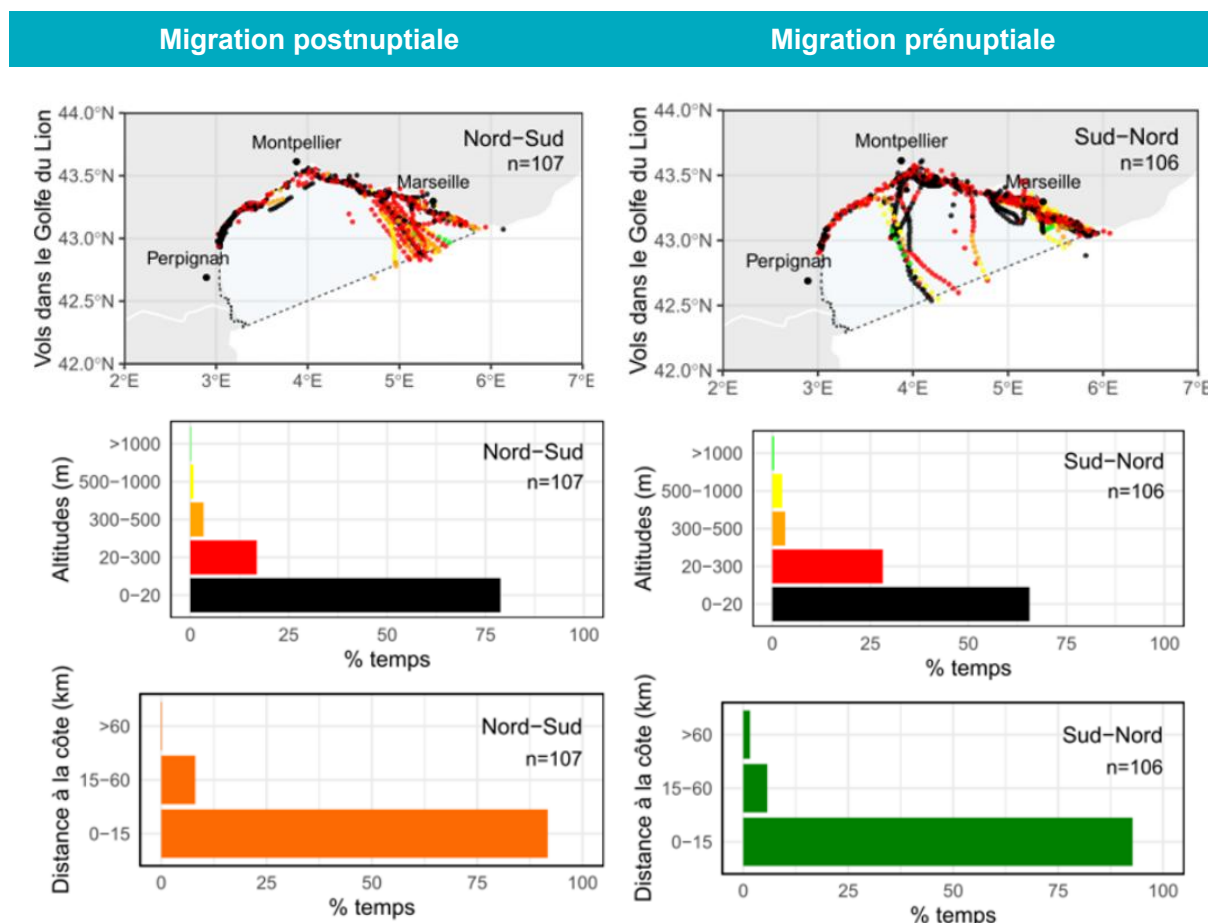


Figure 196 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Goéland railleur (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.17 Sterne hansel

Lors de la migration postnuptiale, la Sterne hansel (n=12) utilise principalement la bande côtière (0-15 km ; environ 35 % de son temps) et la partie intermédiaire (15-60 km ; 50 % de son temps) du golfe du Lion. Les individus équipés en Camargue ont migré en direction de l'Espagne soit en coupant en diagonale directement, soit en traversant le golfe en direction des côtes françaises à l'ouest du golfe puis en continuant vers l'Espagne en longeant la côte. **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale, l'Est du golfe étant peu utilisé.** Toutefois, un individu a migré à environ 5 km à l'Ouest de la zone

Lors de la migration prénuptiale, la Sterne hansel (n=5) adopte une stratégie similaire. **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale, l'Est du golfe étant peu utilisé.**

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

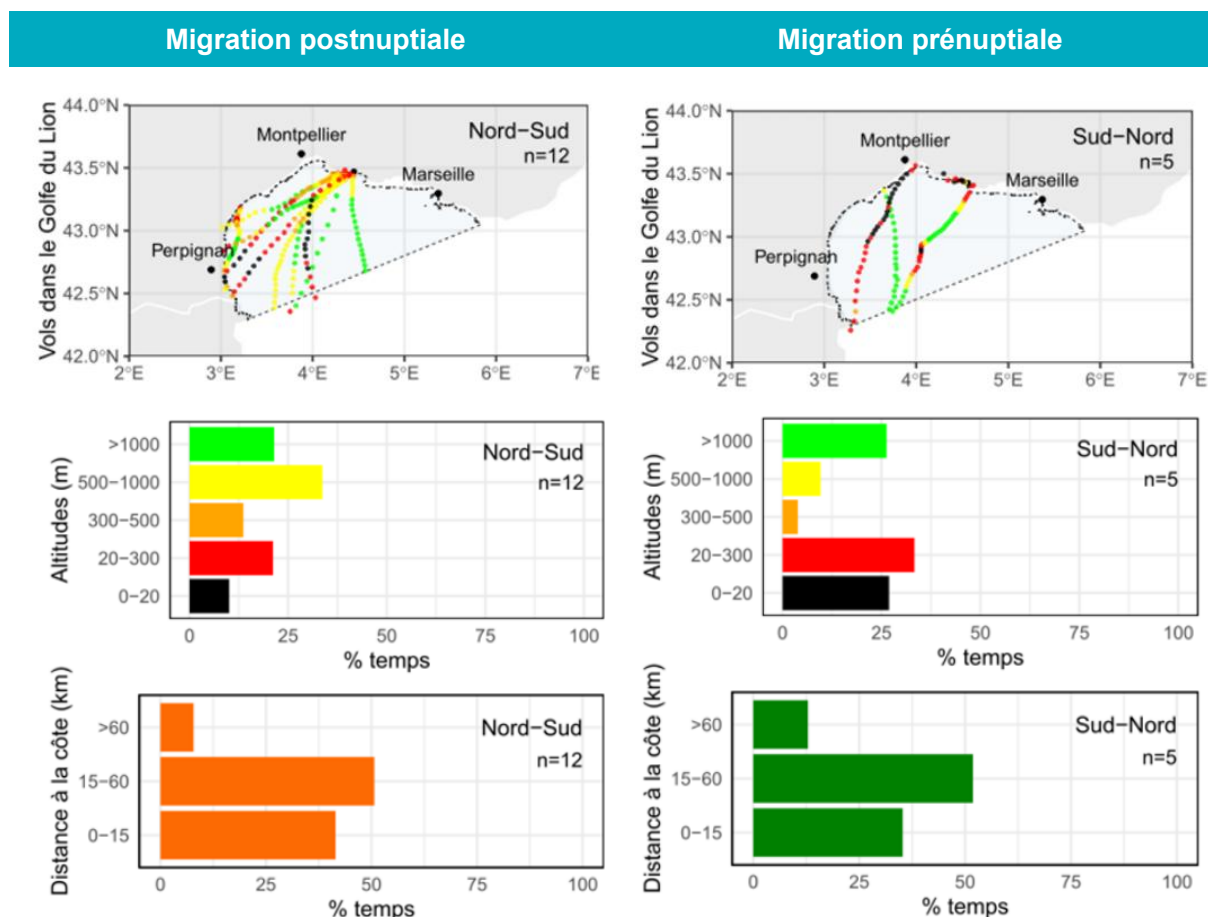


Figure 197 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Sterne hansel (tiré de Champagnon et al., 2025).

2.2.18 Autres migrants

Sur les 19 espèces de petits oiseaux terrestres équipés de GLS, seuls **8 de ces espèces ont effectué des traversées marines en Méditerranée** : le **Petit-duc Scops**, l'**Engoulevent d'Europe**, la **Huppe fasciée**, le **Traquet motteux**, la **Bergeronnette printanière**, le **Pipit rousseline**, le **Monticole de roche**, et le **Rossignol philomèle**. Les autres espèces n'ayant pas utilisé le milieu marin en migration sont, pour information : l'Hirondelle rousseline, l'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de fenêtre, le Rousserolle turdoïde, la Fauvette orphée, le Gobemouche gris, le Rougequeue à front blanc, le Tarier des prés, la Pie-grièche à tête rousse, le Pipit des arbres, et le Guêpier d'Europe,

Les données GLS n'ont malheureusement pas assez fourni de données pour connaître les trajectoires précises des espèces en mer (Figure 115 ; A).

Les altitudes de vol moyennes sont supérieures à 500 m d'altitude pour 7 des 8 espèces : le Petit-duc Scops, l'Engoulevent d'Europe, le Monticole de roche, le Rossignol philomèle, la Bergeronnette printanière, la Huppe fasciée, et le Pipit rousseline (Figure 115 ; B). Seul le Traquet motteux a volé à basse altitude, en moyenne à 112 ± 137 m ($n = 5$ vols).

La plupart des traversées marines ont eu lieu de nuit. Néanmoins, certains individus ont prolongé leur vol durant la journée : 16 des 29 vols analysés (55 %) se sont en effet poursuivis au-delà de la première nuit (Figure 115 ; C). Ce prolongement concerne surtout la Bergeronnette printanière et le Traquet motté, espèces effectuant les plus longues traversées au-dessus de l'eau, notamment depuis les côtes méditerranéennes françaises. De plus, 50% des individus ayant prolongé leur vol au-delà de la nuit, volent à une altitude plus faible durant la journée.

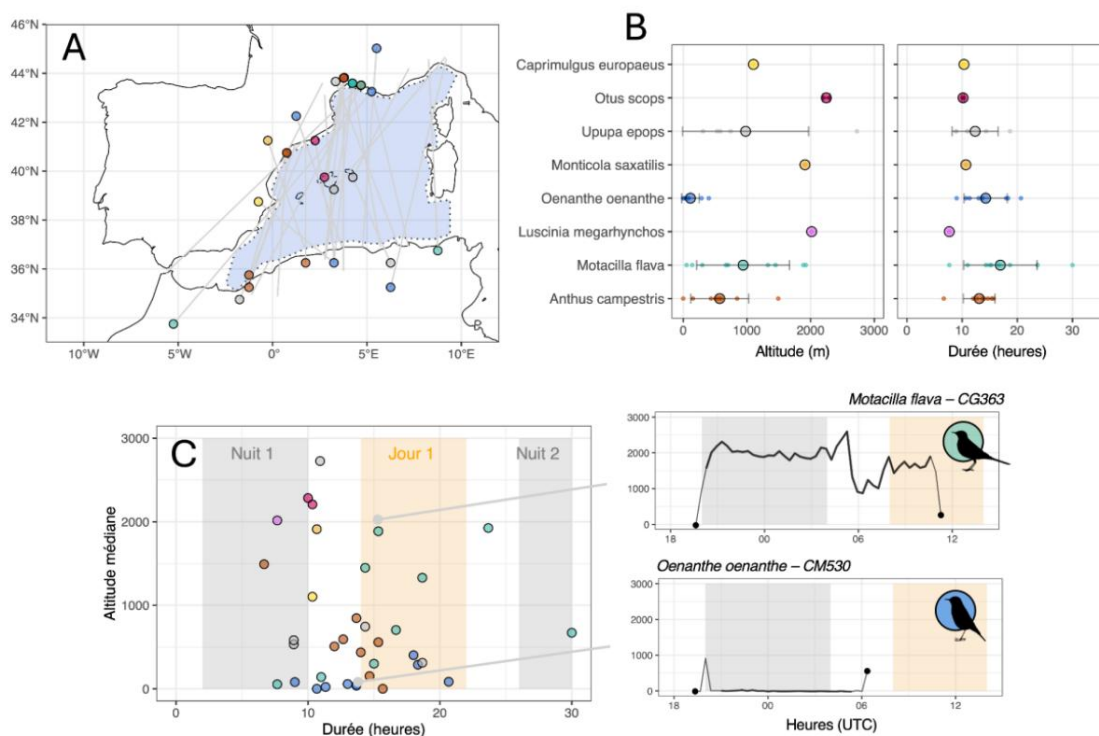


Figure 198 : Localisations et variations de la durée et de l'altitude des vols chez de petites espèces migratrices lors de la traversée d'une barrière marine. A : vol représenté par une ligne grise, avec un point coloré indiquant la zone stationnaire précédente. B : valeurs moyennes des altitudes médianes et des durées de vol. C : durées de vol (en heures) représentées en fonction des altitudes médianes (en mètres au-dessus du niveau de la mer). Les barres jaunes et grises indiquent respectivement les périodes diurnes (8h00–16h00 UTC) et nocturnes (20h00–4h00 UTC) (Champagnon et al., 2025).

Une modélisation, combinant les données des radars et des suivis télémétriques du programme Migration des plus grandes espèces terrestres, ainsi que des suivis télémétriques extérieurs, a été réalisée afin d'étudier l'intensité des flux migratoires des oiseaux terrestres dans le golfe du Lion.

Lors de la migration postnuptiale, la quasi-totalité de la bande de mer située de 15 à 60 km de la côte est utilisée par les oiseaux migrateurs ($0,37 \pm 0,22$). La zone en développement (GdF) présente une distribution comparable ($0,37 \pm 0,05$; $p=0,94$) des intensités de flux migratoire à celle de l'ensemble de la bande de mer de 15 à 60 km.

Migration postnuptiale

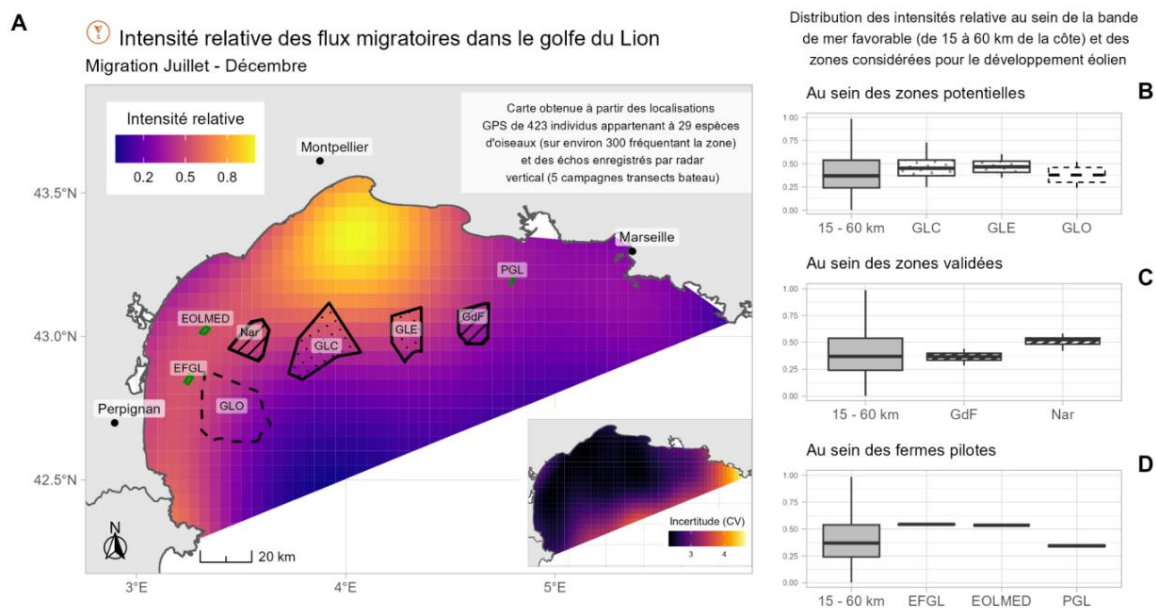


Figure 199 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Juillet-Décembre (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).

Lors de la migration prénuptiale, les résultats sont beaucoup plus contrastés. En effet, au sein de la bande de mer située de 15 à 60 km de la côte ($0,19 \pm 0,28$), les flux d'oiseaux migrants passent principalement sur la moitié ouest, et particulièrement proche de la côte. La zone en développement (GdF) présente des valeurs très inférieures ($0,05 \pm 0,01$; $p < 0,05$) d'intensité de flux migratoire par rapport à cette bande.

Migration prénuptiale

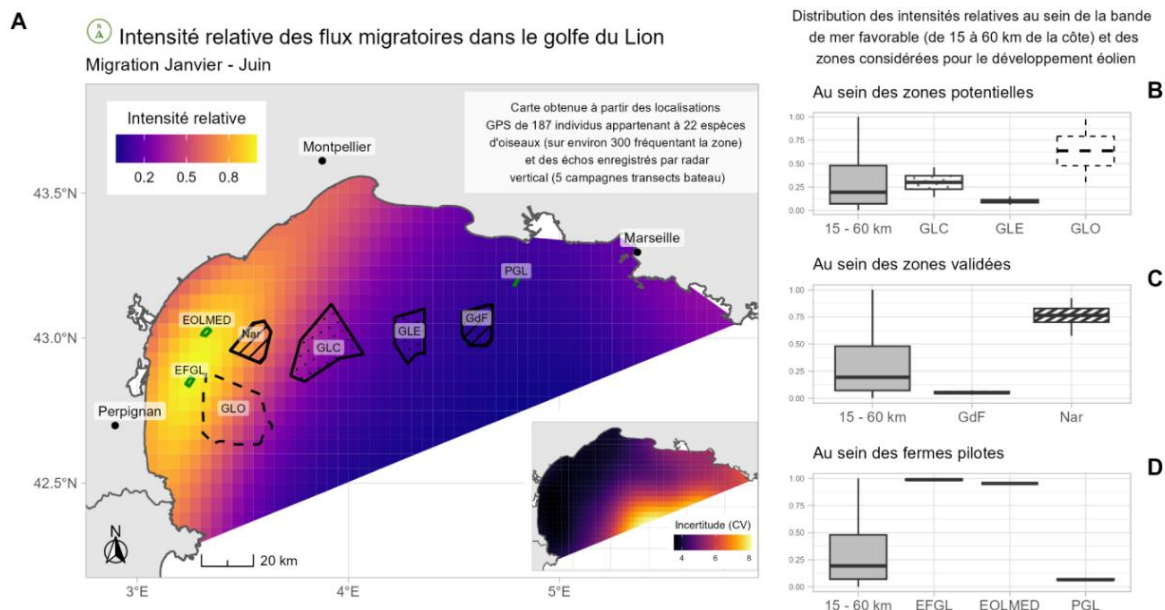


Figure 200 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Janvier-Juin (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).

Aucune autre espèce n'a été observée visuellement ou contactées acoustiquement à proximité (5 km) de la zone de projet de développement éolien golfe de Fos lors des campagnes en mer du lot 4 du programme MIGRALION.

2.3 CHIROPTERES

Un des transects des campagnes en mer du lot 4 du programme MIGRALION traverse le coin nord-ouest de la zone de développement éolien et un autre transect borde le coin sud-est. Les informations collectées grâce aux transects périphériques ou les données générales sur les chiroptères en mer nous informent sur les espèces et l'activités observées dans le golfe du Lion. Aucun chiroptère n'a été enregistré dans la zone ou même à proximité. Le contact le plus proche a été effectué à environ 13 km et concerne une Noctule de Leisler.

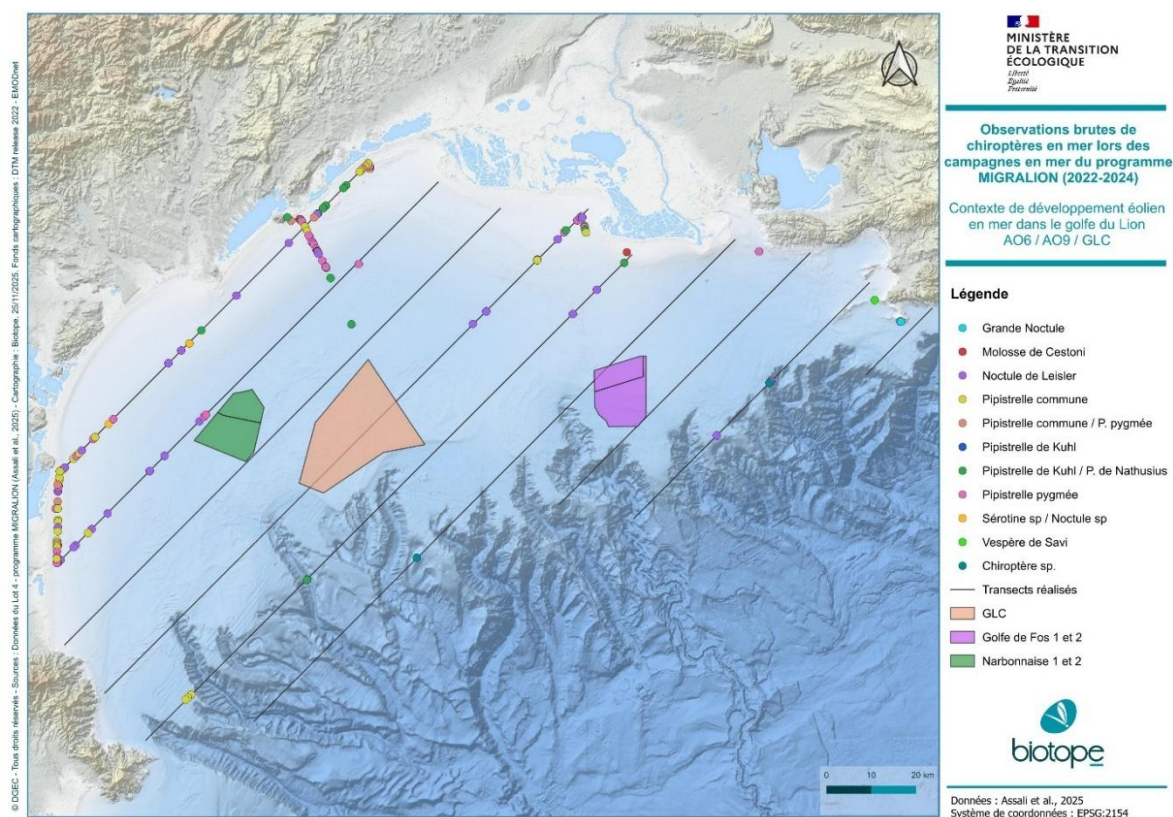


Figure 201 : Cartographie de synthèse des contacts visuels et acoustiques de chiroptères en mer, à l'échelle du golfe du Lion - Campagnes nautiques 2022-2024.

2.4 MAMMIFERES MARINS & GRANDS POISSONS PELAGIQUES

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), trois espèces de mammifères marins ont été identifiées : le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) et le Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*).

A l'échelle de la zone prospectée le Dauphin bleu et blanc est majoritaire avec 870 individus, puis le Grand Dauphin avec 428 individus, et enfin le Rorqual commun avec 15 individus. A l'échelle de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos, le Dauphin bleu et blanc est majoritaire avec 120 individus, puis le Grand Dauphin avec 97 individus, et enfin le Rorqual commun avec 8 individus (Figure 202). Des données opportunistes ont été recueillies en dehors des efforts d'observation et/ou hors des transects, dont un Dauphin commun (*Delphinus delphis*) au printemps 2024 à 8km à l'est de l'aire d'étude éloignée, au niveau du canyon du Planier.

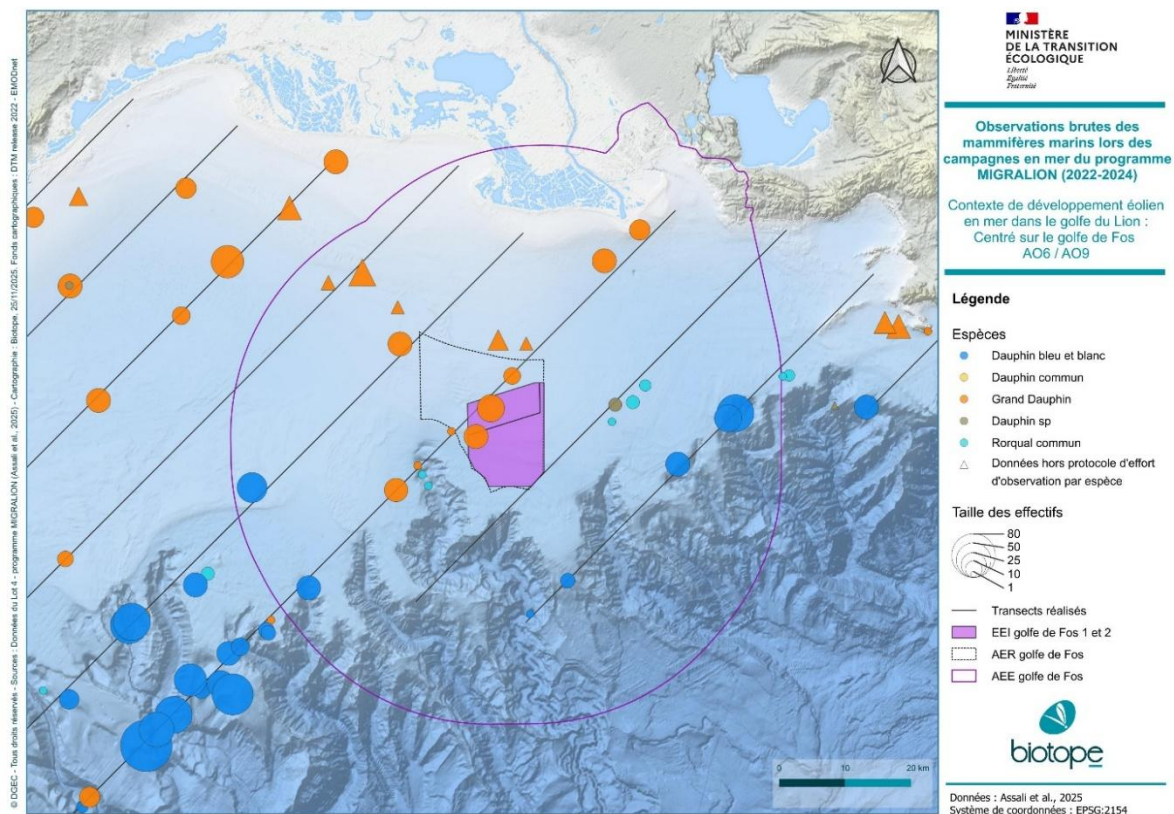


Figure 202 : Cartographie de synthèse des observations de mammifères marins, centrée sur la zone de projet au large du golfe de Fos - Expertises nautiques 2022-2024.

La carte présentée ci-dessus, centrée sur la zone de projet au large du golfe de Fos, est représentative de l'utilisation du golfe du Lion par les différentes espèces de mammifères marins. Le Grand Dauphin utilise l'intégralité du plateau continental ainsi que les zones de talus et plus ponctuellement les têtes de canyons, tandis que le Dauphin bleu et blanc, plus pélagique, se cantonne principalement aux zones de canyons. Les observations du Rorqual commun sont réalisées au niveau des transects les plus pélagiques, avec des intrusions sur le plateau continental comme le montre les observations au large de la Camargue.

Les principales observations de ces trois espèces au niveau de l'aire d'étude élargie de la zone au large du golfe de Fos ont été réalisées entre le printemps (n=4 campagnes), l'été (n=2) et l'automne (n=3). Il n'y a pas eu d'observations en hiver (n=2) au niveau de l'aire d'étude élargie (Figure 203 ci-dessous).

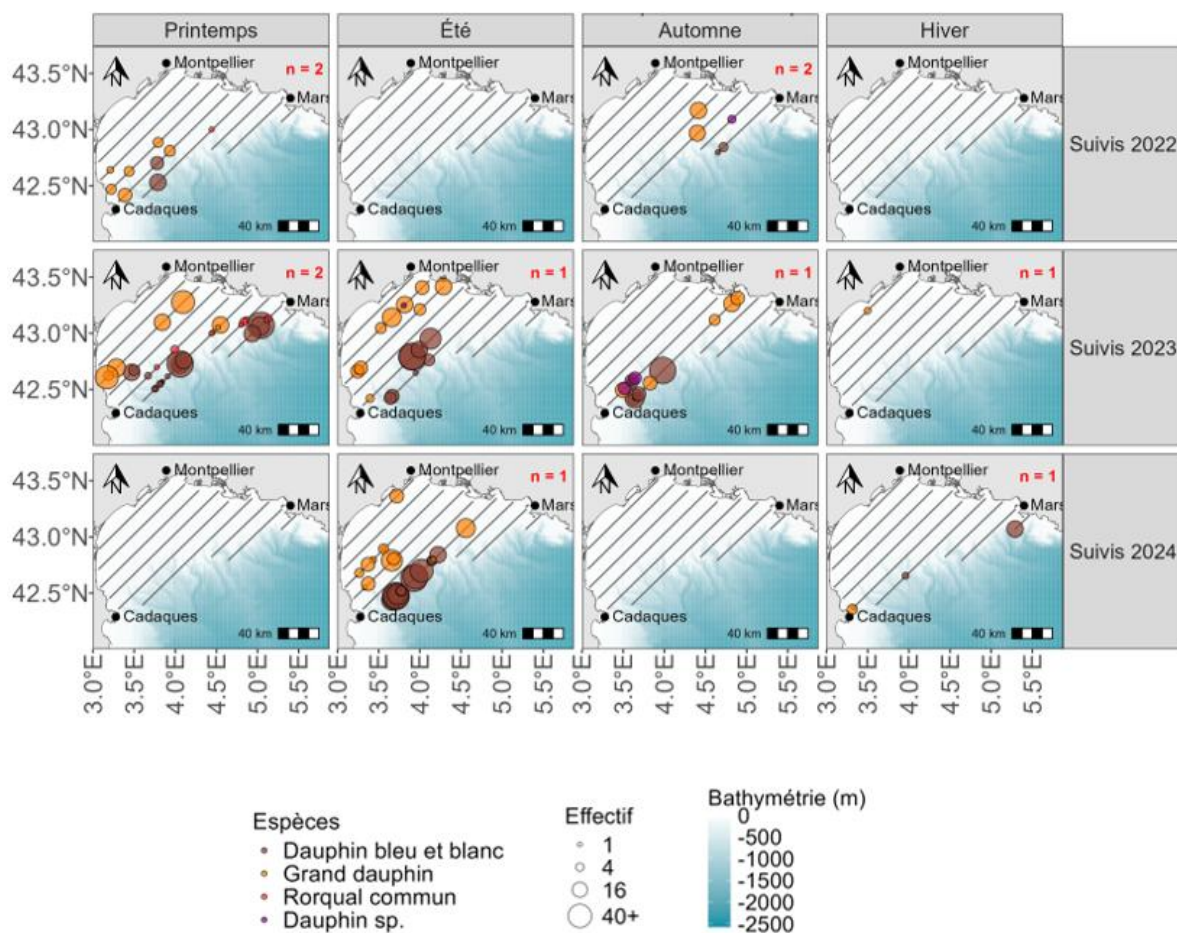


Figure 203 : Cartographie de synthèse des observations des mammifères marins lors des expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), plusieurs espèces de grands poissons pélagiques ont été observées au niveau de l'aire d'étude éloignée de la zone de projet au large du golfe de Fos : le Poisson lune (*Mola mola*) et l'Espadon (*Xiphias gladius*) notamment. D'autres requins ou thonidés ont été observés sur l'aire d'étude élargie sans identification possible à l'espèce.

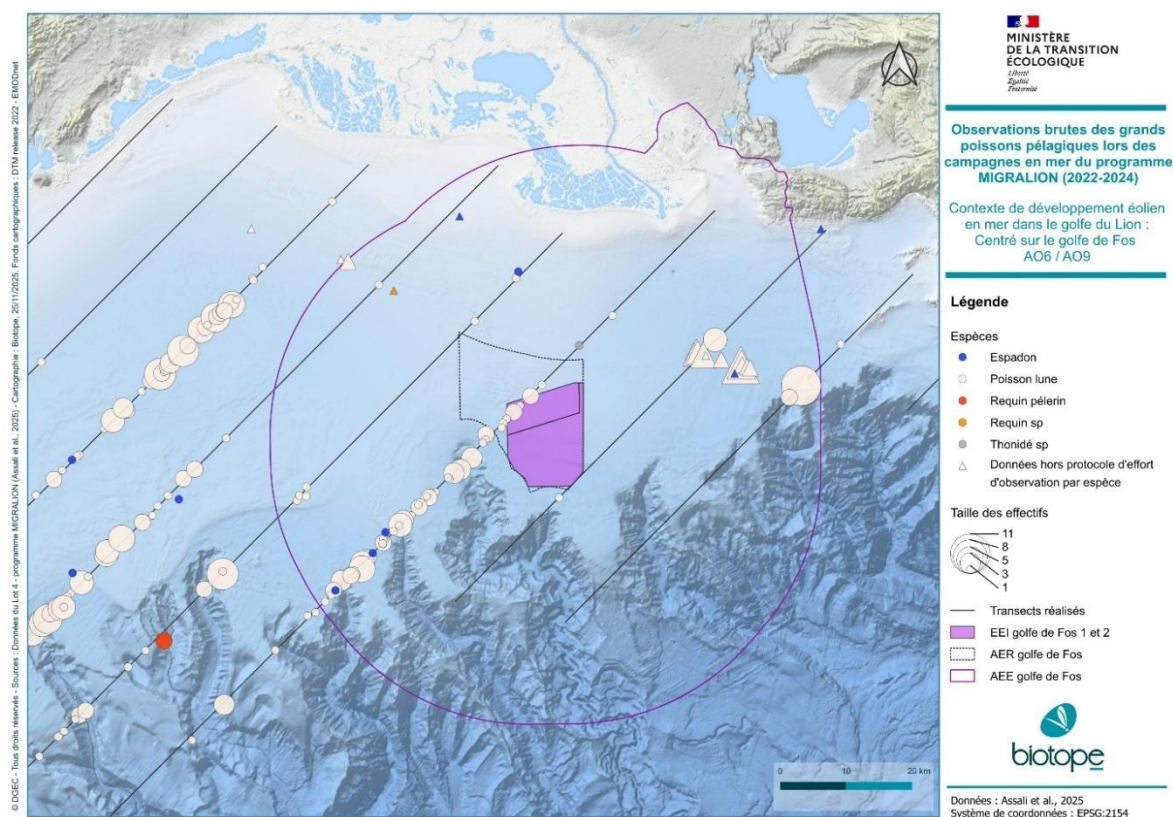


Figure 204 : Cartographie de synthèse des observations de grands poissons pélagiques, centrée sur la zone de projet au large du golfe de Fos - Expertises nautiques 2022-2024.

Le Poisson-lune est largement majoritaire avec 115 individus observés sur l'aire d'étude élargie. Il est présent sur le plateau continental ainsi qu'au niveau du talus et des canyons (Figure 121). Il reste toutefois peu observé sur la frange côtière ou dans la zone la plus au large de l'aire d'étude élargie. Quelles que soient les années, à l'échelle du golfe du Lion, 99% des observations de Poisson-lune ont été réalisées lors des campagnes du printemps.

Six Espadons ont également été observés sur l'aire d'étude élargie (dont deux hors protocole d'effort d'observation), répartis sur le plateau continental ainsi que sur les talus. Toutes ces observations d'Espadons ont été réalisées lors des campagnes estivales et automnales.

A noter qu'une observation de deux Requins pélerins a été réalisée à environ 22 km au sud-ouest hors de l'aire d'étude élargie au niveau du canyon de Marti, au printemps 2023. En effet, cette espèce est susceptible de fréquenter la zone de projet au large du golfe de Fos en fonction de son alimentation (blooms planctoniques notamment).

3 ZONE GLC — PARCS D'EOLIENNES EN MER FLOTTANTES GOLFE DU LION CENTRE

3.1 OISEAUX MARINS

3.1.1 Goéland leucophée

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Goéland leucophée est l'espèce la plus observée avec 13 203 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 32% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces nombreuses observations de Goélants leucophées se répartissent sur tout le golfe du Lion y compris sur la zone de projet du Golfe du Lion Centre (GLC) où il est omniprésent, comme le souligne la Figure 205 ci-dessous.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 4 494 individus ont été observés lors des 10 campagnes, ce qui représente 34% du total des Goélants leucophées observés à l'échelle du golfe du Lion. Ces individus représentent, respectivement en période prénuptiale et postnuptiale, 19% et 34% de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de cette aire d'étude éloignée fictive.

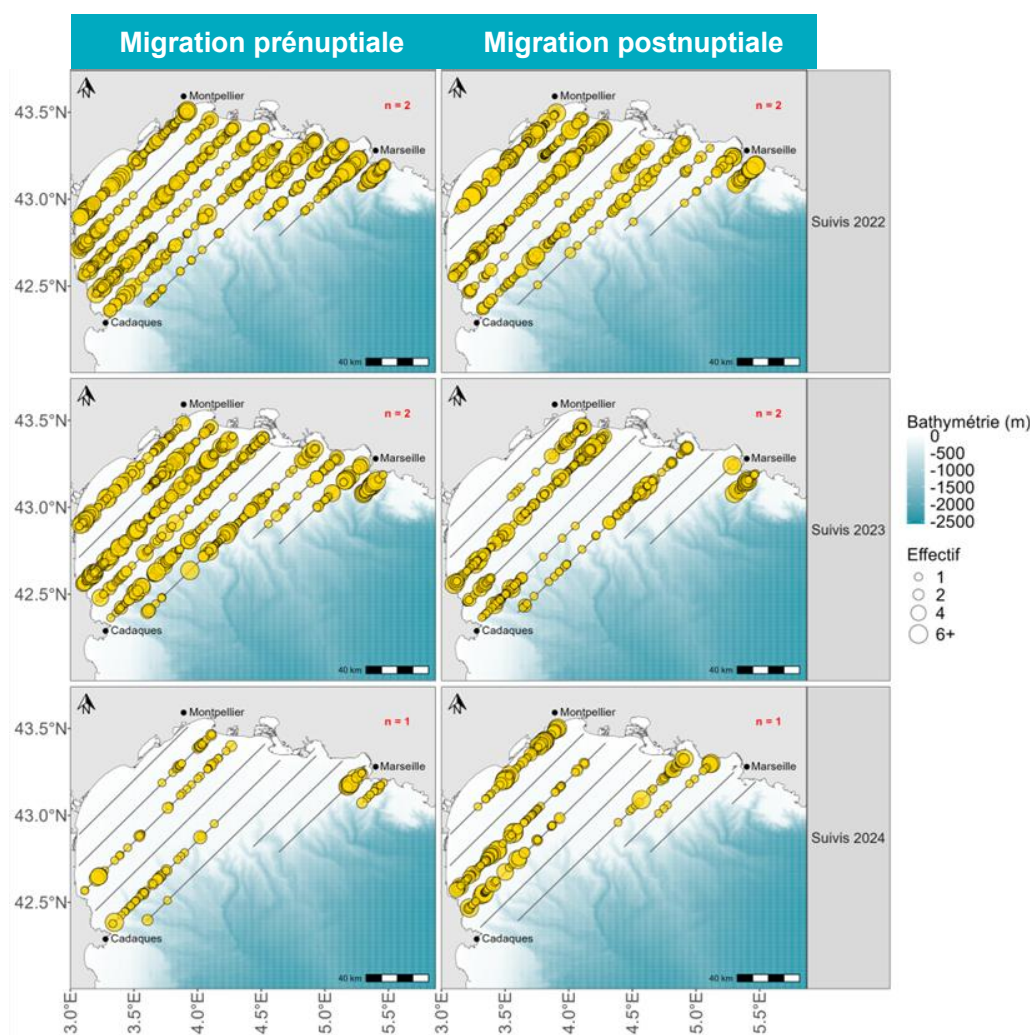
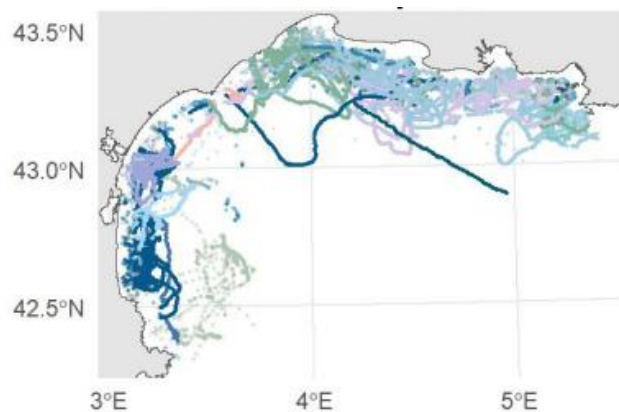


Figure 205 : Cartographie de synthèse des observations de Goéland leucopée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

Ces résultats mettent en évidence la présence de nombreux individus, en période prénuptiale comme postnuptiale, et ne permettent pas de détecter de mouvement migratoire marqué au sein de la zone de projet ni à l'échelle du golfe du Lion. Les densités maximales sont observées au printemps avec 2.25 ind.km^{-2} au mois de mars et des densités moindre au printemps autour de 1 ind.km^{-2} . A noter que la distribution de cette espèce en mer est largement influencée par l'activité de pêche et le chalutage.

Les données télémétriques de 49 Goélands leucophées adultes et juvéniles équipés à Planasse (proche Narbonne), aux îles du Frioul (au large de Marseille) et dans l'Anse de Carteau (Camargue/Fos-sur-Mer) sont présentées ci-dessous. La Figure 206 montre que la zone de projet éolien GLC n'est pas traversée par les 49 individus suivis. Les données de télémétrie montrent que la zone de projet se situe plus au large des principales trajectoires plus côtières des individus suivis.



Nombre d'individus = 49

Figure 206 : Localisations GPS utilisées pour les analyses portant sur l'utilisation relative du golfe du Lion pour les Goélands leucophées suivis par télémétrie dans le cadre de programmes complémentaires au lot 3 de MIGRALION. Les localisations situées en dehors de l'aire dans laquelle les analyses sont effectuées ne sont pas conservées. Chaque point représente une localisation, les couleurs représentent différents individus (Canonne et al., 2025).

En effet, le Goéland leucophée présente une répartition plutôt côtière, notamment en période hors reproduction comme le soulignent les cartes ci-dessous :

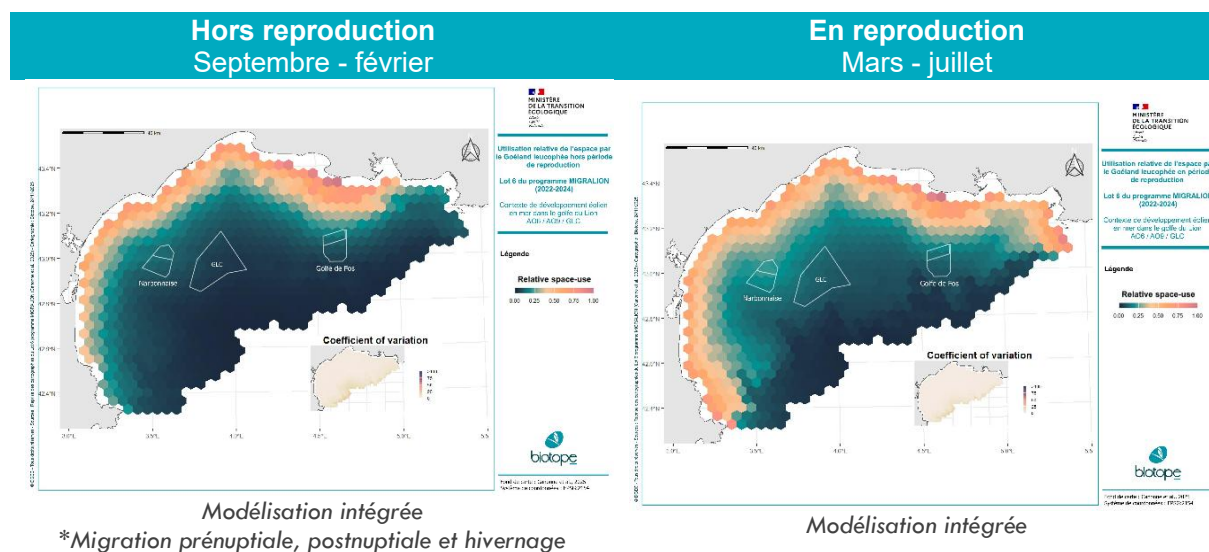


Figure 207 : Utilisation relative de l'espace par le Goéland leucophée en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et données GPS. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation (Canonne et al., 2025).

Les résultats du lot 6 de MIGRALION ont utilisé des co-variables environnementales pour caractériser l'utilisation du golfe du Lion par le Goéland leucophée. Parmi les covariables qui influencent le plus la distribution de l'espèce, on retrouve :

- La bathymétrie : détermination de la localisation des fronts de plateau continental, où les oiseaux marins et leurs proies ont tendance à s'agréger.

- La distance à la côte : essentielle pour les espèces étroitement liées à leurs sites de reproduction.
- La température de surface de la mer (SST) : effet sur la production primaire, la structuration des écosystèmes pélagiques et donc la répartition des proies.
- La concentration en chlorophylle a, indicateur de productivité primaire car elle reflète l'abondance de phytoplancton à la base des chaînes alimentaires marines.

Les relations entre la sélection d'habitat du Goéland leucophée en période de reproduction et ces différentes covariables environnementales sont détaillées Figure 208.

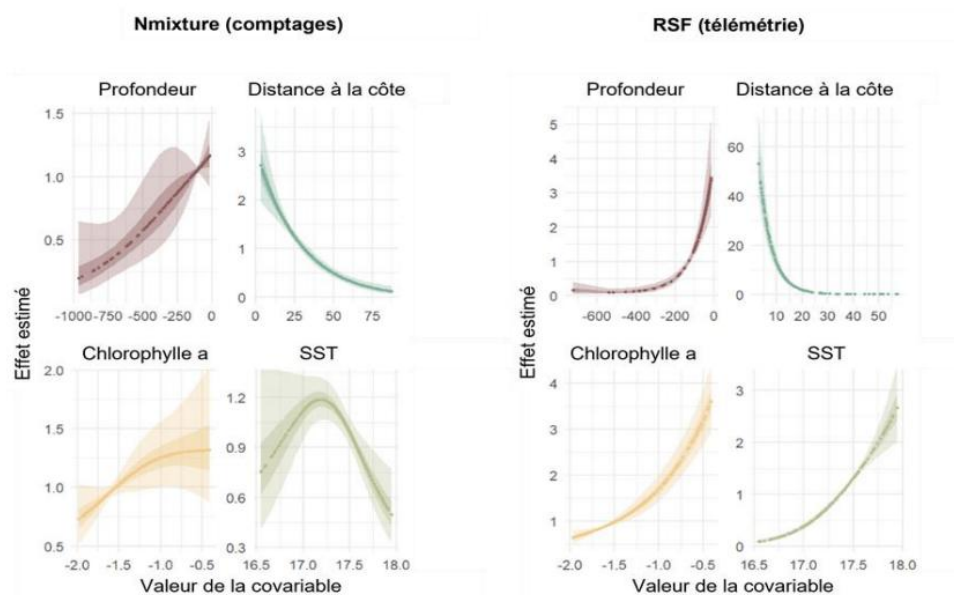


Figure 208 : Relations estimées entre la sélection d'habitat du Goéland leucophée en période de reproduction et différentes covariables environnementales à partir d'un modèle de Nmixture (à gauche) et d'un modèle RSF (à droite). Les points représentent la médiane estimée et les aires colorées les intervalles de crédibilité de 50% et 95% (Canonne et al., 2025).

La zone de projet GLC, avec une distance à la côte et une profondeur d'eau plus élevée, et des concentrations en chlorophylle a moins importantes que celles à la côte, ne semble pas constituer un habitat privilégié pour le Goéland leucophée en reproduction. Par ailleurs, la distribution en mer du Goéland leucophée semble très fortement dépendante du rythme des activités des pêcheurs professionnels puisque les petits poissons pélagiques constituent un aliment non seulement indispensable pour les adultes mais de toute première nécessité pour le nourrissage des très jeunes poussins (Beaubrun, 1988, Thezenas, 1993).

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol observées s'étalent entre 2 et 100 mètres dans le golfe du Lion (Figure 209), avec la gamme de hauteur de vol entre 10 et 20 mètres plus importante au printemps et des hauteurs de vol plus faible à l'automne (entre 2 et 5 m). Ces différences de hauteurs de vol observées entre les saisons sont difficilement interprétables dans l'état des connaissances actuelles mais reflètent peut-être des comportements alimentaires plus marqués en automne.

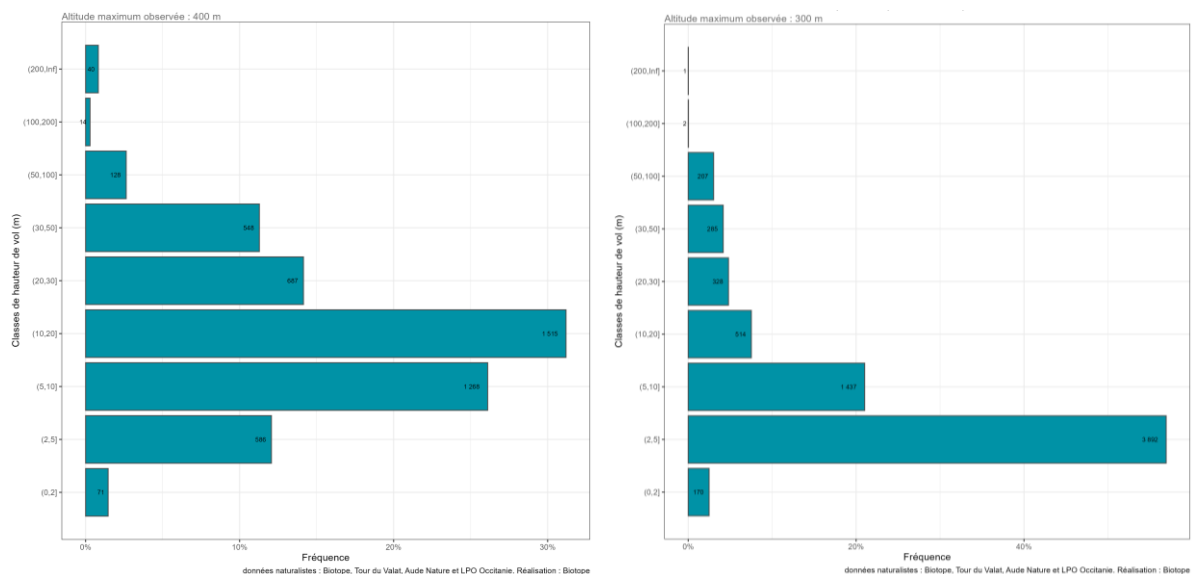


Figure 209 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Goéland leucophaea - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.2 Mouette mélanocéphale

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette mélanocéphale est une espèce régulièrement observée avec 883 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 2,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces observations de Mouette mélanocéphale se répartissent sur tout le golfe du Lion au printemps, y compris sur la zone de projet GLC, comme le souligne la Figure 210 ci-dessous. Elles semblent plus localisées sur la moitié côtière du plateau continental à l'automne, donc un peu plus à l'Ouest de la zone de projet GLC.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 485 individus ont été observés lors des 10 campagnes, ce qui représente 55% du total des Mouettes mélanocéphales observées à l'échelle du golfe du Lion. Ces individus représentent entre 2% et 3% de l'effectif total d'oiseaux observés respectivement en période pré-nuptiale et en période post-nuptiale au sein de cette aire d'étude éloignée fictive.

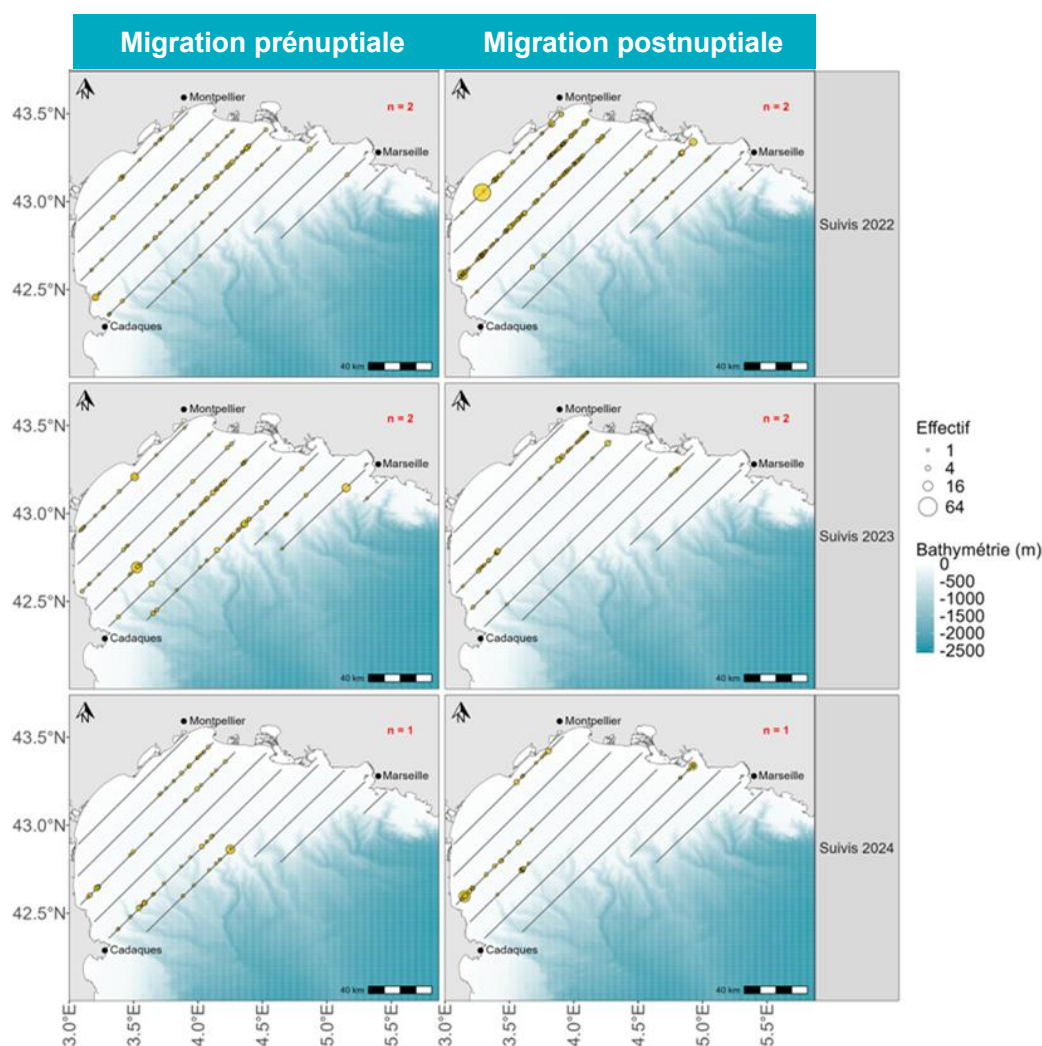


Figure 210 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette mélanocéphale a été estimée, avec une répartition diffuse en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) incluant la zone de projet GLC et une répartition plus côtière en période de reproduction en lien avec la présence de colonies de reproduction au niveau des lagunes et le nourrissage des jeunes, comme le soulignent les cartes ci-dessous.

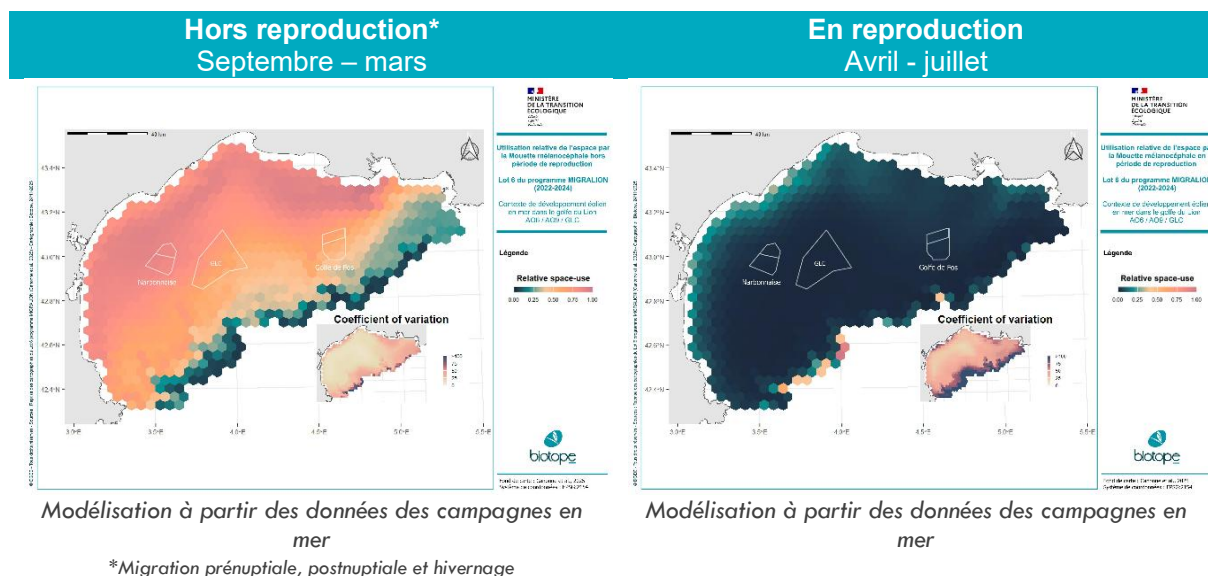


Figure 211 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette mélanocéphale en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

En Méditerranée, la Mouette mélanocéphale arrive sur les sites de reproduction dès le mois d'avril. Sitôt la reproduction terminée, les colonies sont désertées et les oiseaux rejoignent directement les lieux d'hivernage, en mer Méditerranée et dans l'Atlantique depuis le Maroc jusqu'au Pays-Bas et la Grande-Bretagne. Les migrations de la Mouette mélanocéphale au cours du printemps et de l'automne sont relativement peu marquées au sein de la zone de projet GLC voire même à l'échelle du golfe du Lion. Ceci se reflète par l'observation de petits groupes d'oiseaux ou d'individus isolés lors des campagnes en mer. Ainsi, l'espèce s'observe en mer quasiment toute l'année avec un pic de présence entre février et avril. De nombreuses observations sont également réalisées en juillet et septembre. Durant la migration prénuptiale, il est observé un flux migratoire de retour vers les colonies depuis la côte (Leucate). La migration postnuptiale n'est pas détectée et est sûrement très diffuse aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Les densités maximales, à l'échelle du golfe du Lion, sont observées au printemps (février/mars) avec des densités proches de 0.25 ind.km⁻².

D'après les résultats des suivis télémétriques MIGRALION (Lot 3), lors de la migration postnuptiale Nord-Sud, la stratégie de la Mouette mélanocéphale (n=62) privilégiée pour traverser le golfe du Lion est de longer la côte, ce qui induit des passages plus à l'Ouest de la zone de projet GLC (Figure 212). La Mouette mélanocéphale utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour plus de 92% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (<8%). La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs inférieures 20 m d'altitude (pour plus de 85% du temps total enregistré), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (moins de 14% du temps total enregistré). Quelques infimes exceptions ont montré des hauteurs de vols à plus de 300m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. La zone représente environ 1% de la surface utilisée par les 43 individus suivis lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (Annexe 1). Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence dans la zone de développement.

Pour cette migration postnuptiale, les suivis télémétriques de la Mouette mélanocéphale (n=16) ont montré une date de départ plutôt début août (entre le 1er juillet et le 7 novembre) pour une arrivée fin septembre (entre le 2 juillet et le 20 décembre).

Lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (n=43), cette même stratégie « longe-côte » est utilisée par la Mouette mélanocéphale, voire la stratégie « diagonale » de traversée de l'Espagne vers la Camargue : cela induit des trajectoires au sein ou à proximité de la zone de projet GLC. Plus globalement à l'échelle des différentes espèces suivies par télémétrie, les stratégies peuvent varier selon les conditions environnementales au moment du départ. La Mouette mélanocéphale utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 85% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (<15%). Une infime partie des enregistrements ont montré des exceptions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs inférieures 20 m d'altitude (un peu moins de 80 % du temps total enregistré), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (environ 20% du temps total enregistré). Quelques infimes exceptions ont montré des hauteurs de vols à plus de 300m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. La zone représente environ 2% de la surface utilisée par les 43 individus suivis lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (Annexe 1) à des hauteurs inférieures à 20 m/300m d'altitude. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure la possibilité de présence plus importante dans la zone de développement.

Pour la migration prénuptiale (n=9), la Mouette mélanocéphale part autour de début mars (entre le février et le 30 mars) pour une arrivée après la mi-mars (entre le 4 février et le 15 avril).

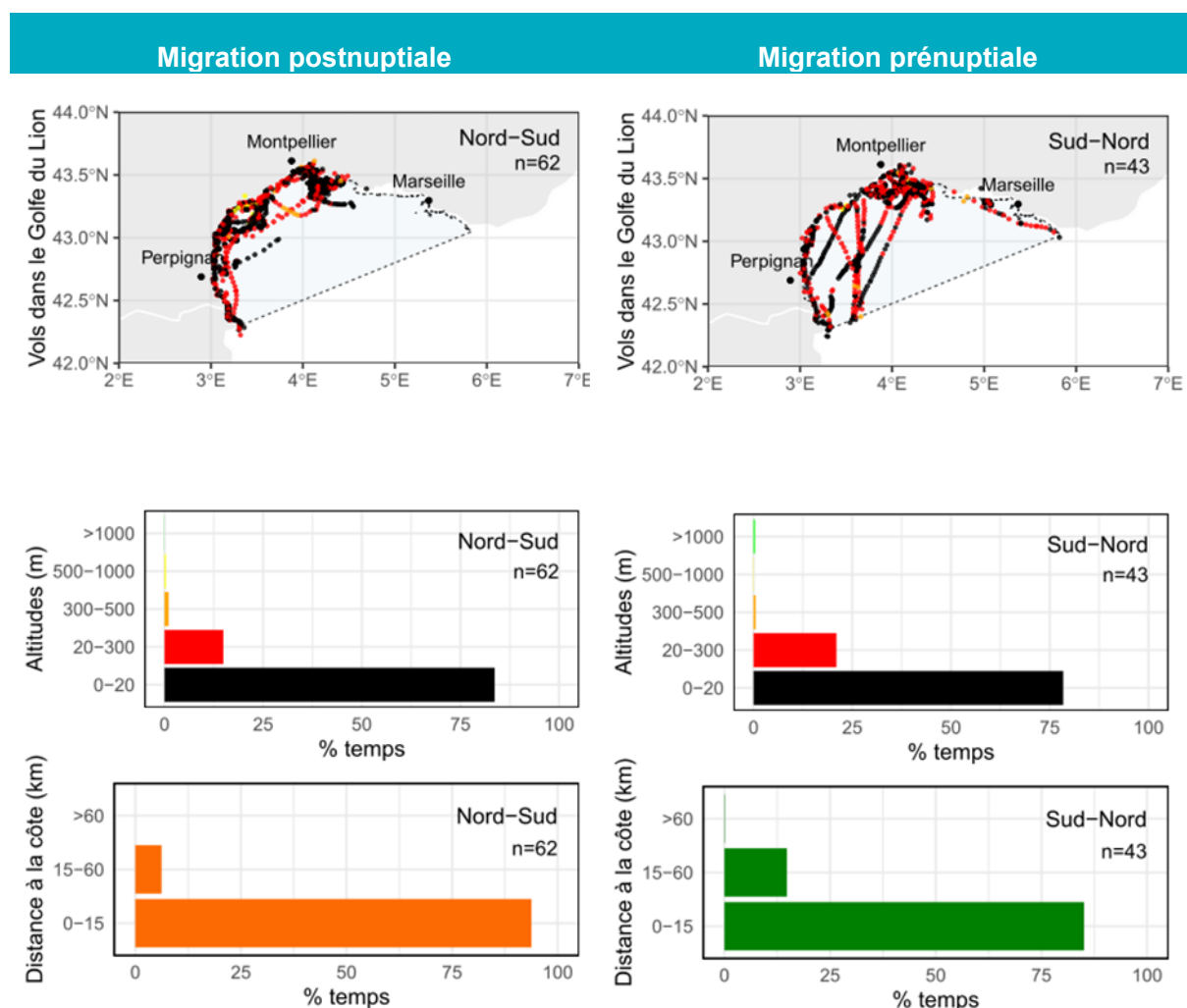


Figure 212 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Mouette mélanocéphale (tiré de Champagnon et al., 2025).

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les hauteurs de vol observées s'étalent entre 5 et 100 mètres dans le golfe du Lion (Figure 213), avec la gamme de hauteur de vol entre 10 et 20 mètres plus importante au printemps et des hauteurs de vol plus faible à l'automne (entre 2 et 5 m). Ces différences de hauteurs de vol observées entre les saisons sont difficilement interprétables dans l'état des connaissances actuelles mais reflètent peut-être des comportements alimentaires plus marqués en automne.

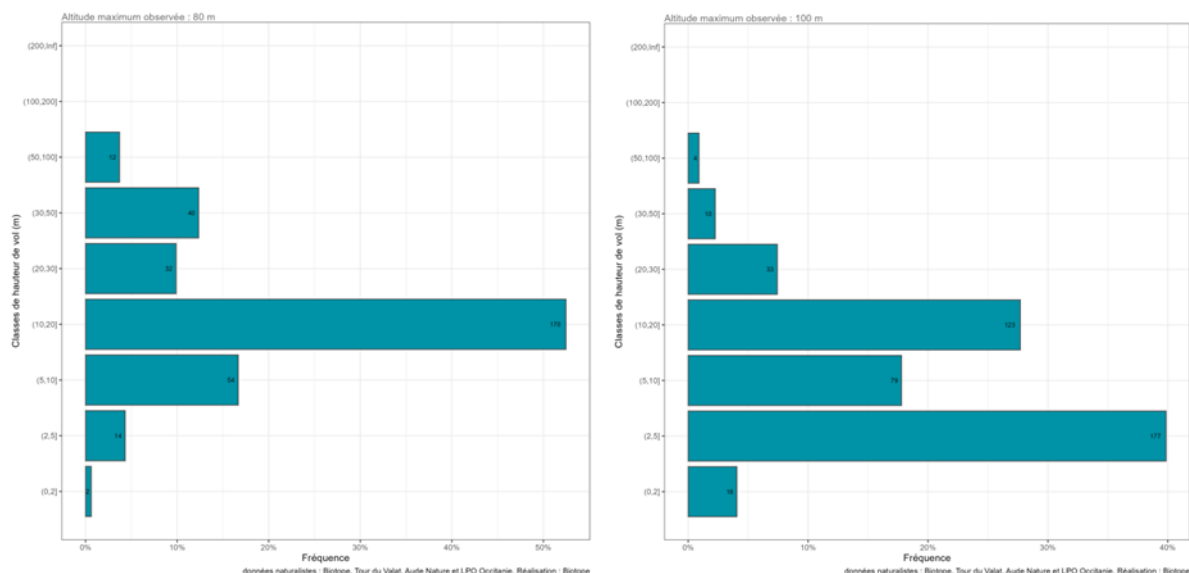


Figure 213 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette mélanocéphale - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.3 Mouette rieuse

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette rieuse a été peu observée avec 86 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). 93% de ces individus ont été observés en 2022 (55 individus en période prénuptiale et 25 en période postnuptiale), les 7% restant en 2023 (3 individus en période prénuptiale et 3 en période postnuptiale), et aucune observation n'a été faite en 2024. Ces chiffres indiquent une forte hétérogénéité inter-annuelle sur trois ans. L'essentiel des observations sont côtières et quelques individus isolés ont été notés au large au cours des suivis postnuptiaux.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), sept individus ont été observés en proche côtier entre 3km (du port de Sète) et 11km (de la plage de l'Espiguette) et cinq individus plus au large entre 26km de la plage de l'Espiguette et 40 km de Cap Creus. Ces dernières observations se localisaient entre 18 km et 33 km de la zone de projet GLC.

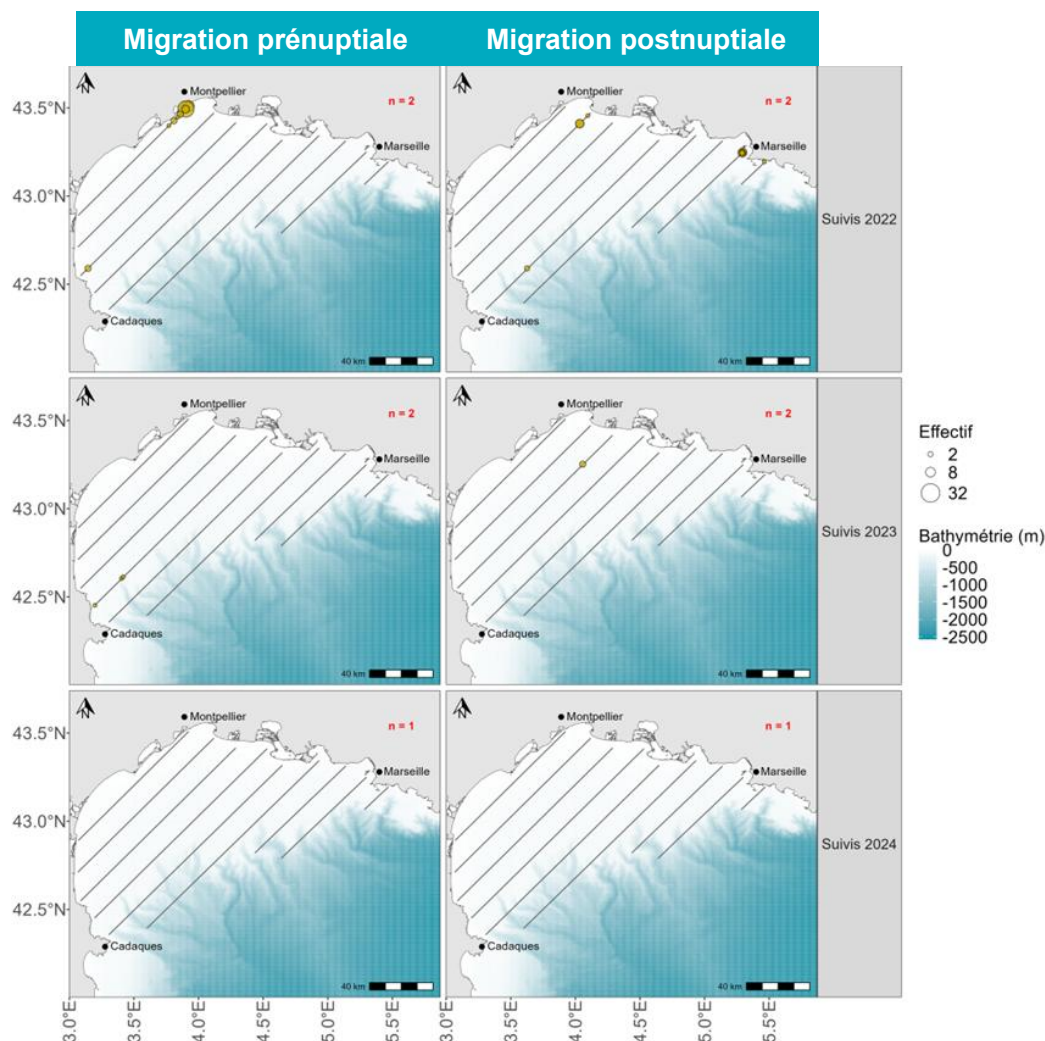
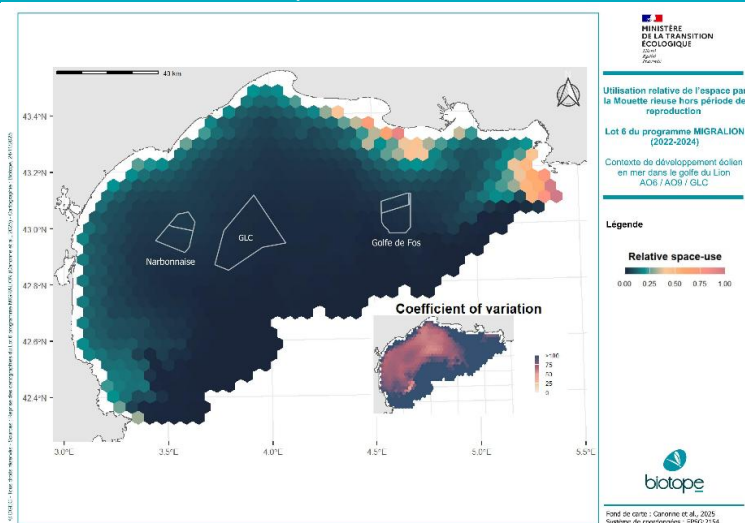


Figure 214 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette rieuse a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre une préférence pour les zones côtières, avec une présence plus marquée dans la partie Est (Figure 215 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 52 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour les Mouettes rieuses.

Hors reproduction*

Septembre – mars



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 215: Utilisation relative de l'espace par la Mouette rieuse en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette rieuse est très grégaire en période de reproduction 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. À partir du mois de septembre et en octobre, une migration peut être entreprise qui pousse 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.

D'après les résultats des suivis télémétriques MIGRALION (Lot 3), lors de la migration postnuptiale Nord-Sud, la stratégie privilégiée par la Mouette rieuse ($n=16$) est de couper le golfe du Lion en diagonale de la Camargue vers l'Espagne, ce qui induit des passages par la zone de projet GLC ou à proximité (Figure 216 suivante). La Mouette rieuse utilise ainsi la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 63% de son temps, la partie intermédiaire (15-60 km) pour environ 35% de son temps, avec quelques portions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs comprises entre 500 et 1000 m d'altitude (environ 45% du temps total d'enregistrement), une bonne partie a également volé entre 20 et 300 m d'altitude (environ 30% du temps total d'enregistrement). Environ 10% des enregistrements indiquent des hauteurs de vols à plus de 1000 m, 10% indiquent des hauteurs de vols comprises entre 300 et 500 m, et enfin 5% indiquent des hauteurs de vol inférieures à 20m. La zone représente environ 8% de la surface utilisée par les 16 individus suivis lors de la migration postnuptiale Nord-Sud (Annexe 1).

Pour cette migration postnuptiale, les suivis télémétriques de la Mouette rieuse ($n=34$) ont montré une date de départ plutôt mi-août (entre le 6 juin et le 30 octobre) pour une arrivée entre mi et fin août (entre le 6 juin et le 31 octobre).

Lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (n=13), la Mouette rieuse utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 60% de son temps, et la partie intermédiaire (15-60 km) pour le reste de son temps (40%). Un infime partie des enregistrements ont montré des exceptions en zone pélagique à plus de 60km. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion à des hauteurs comprises entre 300 et 500 m d'altitude (quasiment 44% du temps total enregistré) ou entre 500 et 1000 m d'altitude (quasiment 44% du temps total), puis des hauteurs comprises entre 20 et 300 m (environ 12% du temps total). Quelques individus ont montré des hauteurs de vols à plus de 1000m d'altitude sur de courtes proportions de trajectoires. La zone représente moins de 4% de la surface utilisée par les 13 individus suivis lors de la migration prénuptiale Sud-Nord (Annexe 1).

Toutefois, le faible nombre d'individus équipés pour les migrations postnuptiales ou prénuptiales ne permet pas d'exclure la possibilité d'une présence plus importante de l'espèce dans la zone de projet GLC.

Pour la migration prénuptiale (n=24), la Mouette rieuse part autour de début mars (entre le 14 février et le 30 mars) pour une arrivée mi-mars (entre le 14 février et le 8 avril).

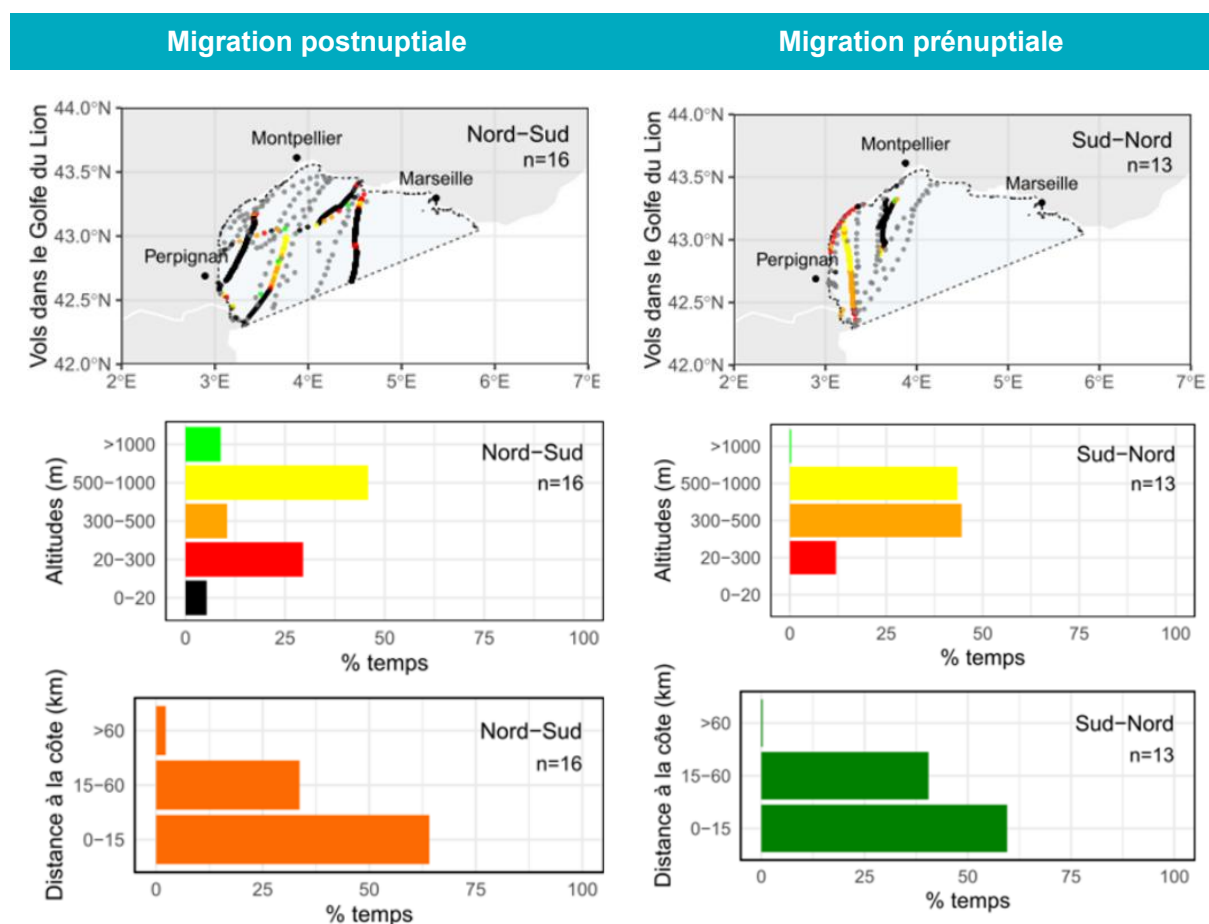


Figure 216 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Mouette rieuse (tiré de Champagnon et al., 2025).

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le nombre d'individus contactés ne permet pas de tirer de conclusion sur les hauteurs de vol préférentielles pour la Mouette rieuse. Des hauteurs de vol moyennes (entre 20 et 100 mètres) ont été relevées pour les individus observés en automne (n=27).

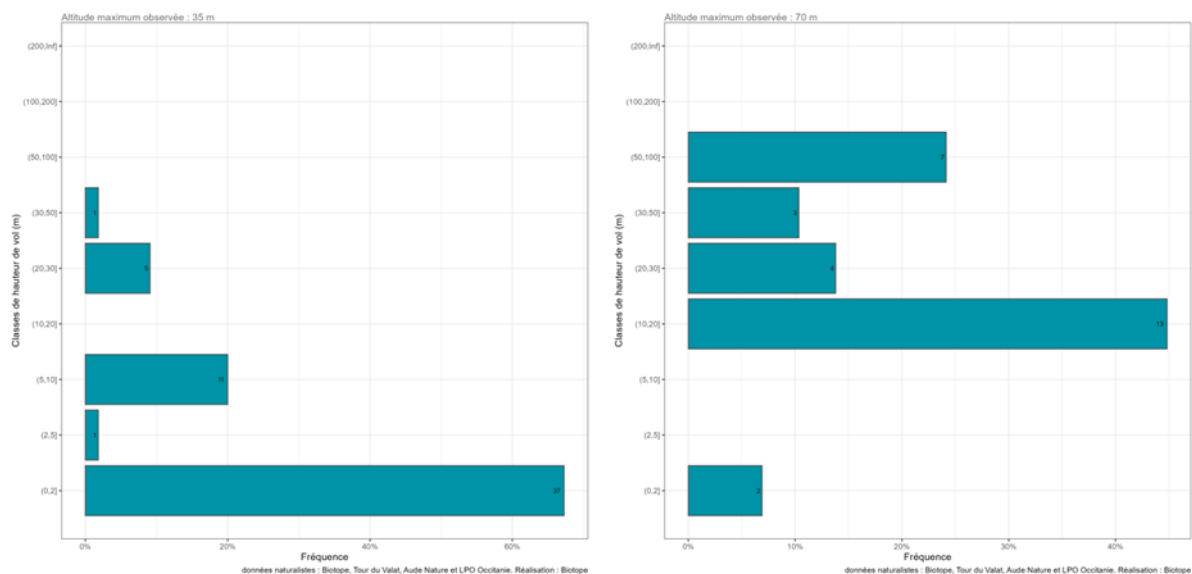


Figure 217 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette rieuse - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.4 Mouette tridactyle

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette tridactyle a été peu observée avec 149 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). L'ensemble de ces observations ont été réalisées au cours des périodes prénuptiales : 10% en 2022, 71% en 2023 et 19% en 2024.

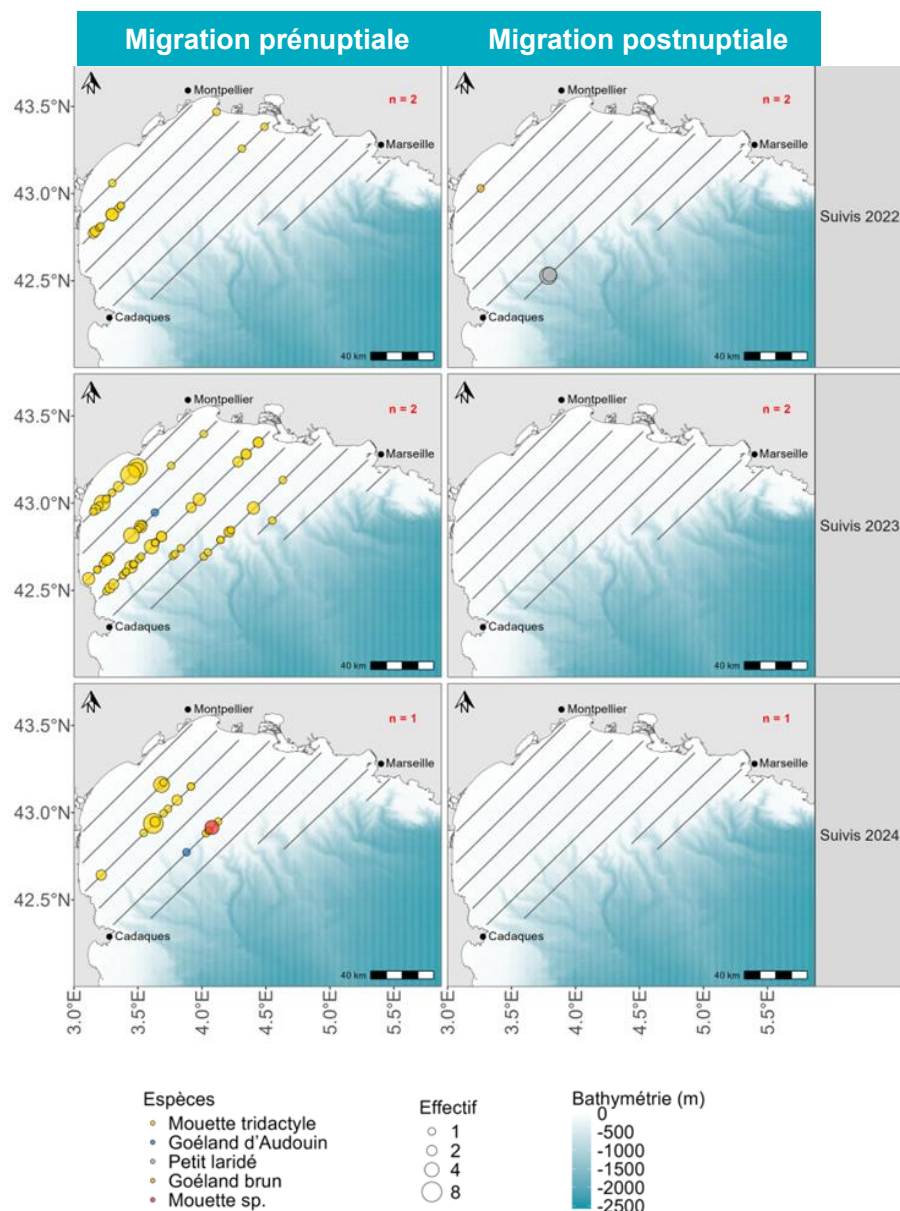


Figure 218 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces de Larinés dont la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 101 individus ont été observés lors des 5 campagnes en période prénuptiale, ce qui représente moins de 1% de l'effectif total d'oiseaux observés sur cette aire d'étude éloignée fictive. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille 68% du total des Mouettes tridactyles observées à l'échelle du golfe du Lion.

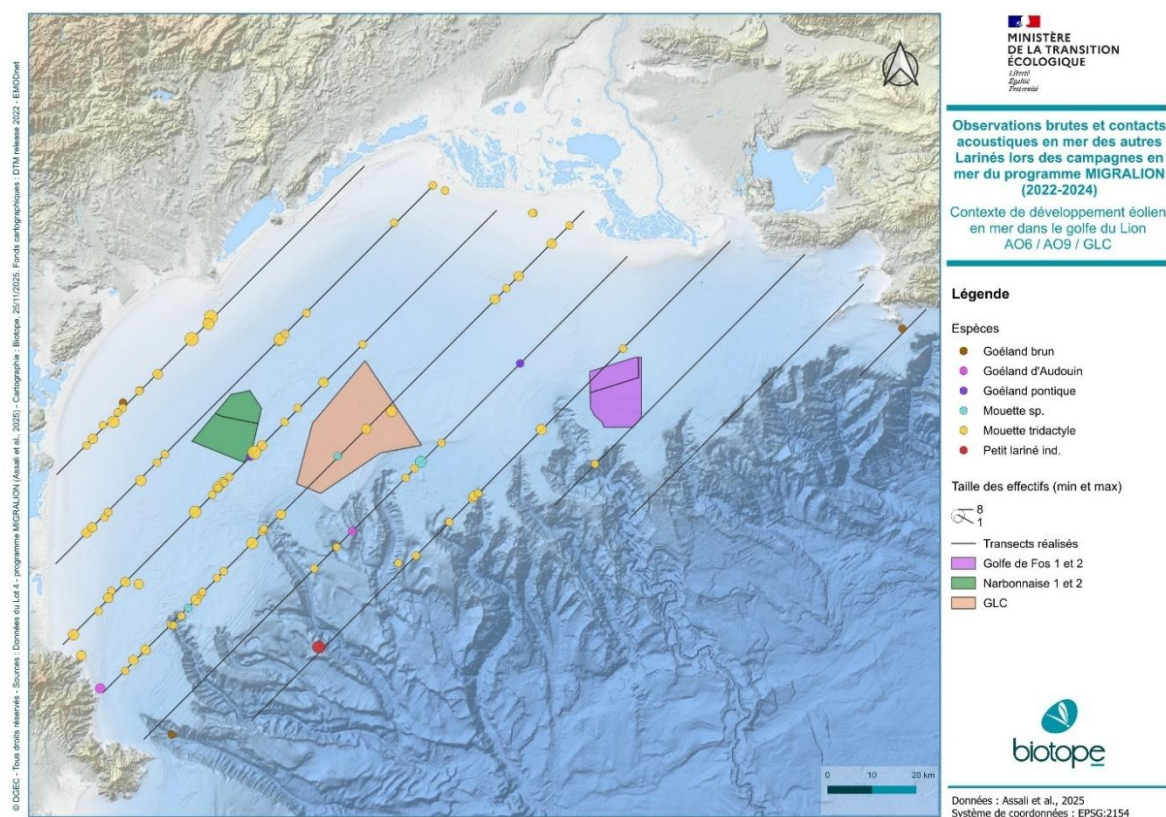
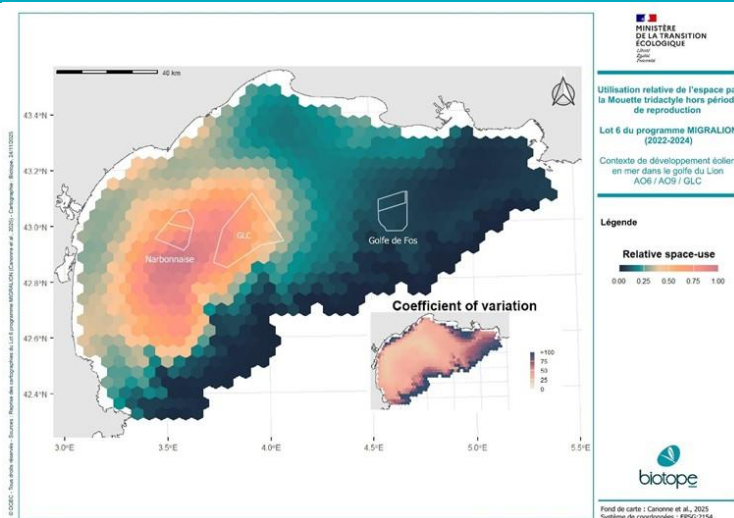


Figure 219 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des autres Larinés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale de la Mouette tridactyle a été estimée en période hors reproduction (migration pré-nuptiale, post-nuptiale et hivernage) et montre que les individus se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe incluant la zone de projet GLC (Figure 220 ci-dessous).

Hors reproduction* Novembre - avril



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 220 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette tridactyle en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette tridactyle est une espèce migratrice et hivernante au niveau du golfe du Lion. Les suivis réalisés mettent en évidence la présence de Mouette tridactyle durant les périodes de migration prénuptiale, correspondant probablement à la fin de période d'hivernage de cette espèce dans le golfe du Lion. Les observations se concentrent dans la partie ouest du golfe du Lion et soulignent l'intérêt de cette partie du golfe pour cette espèce.

En ce qui concerne les campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle se situent majoritairement entre 2 et 20 mètres avec une hauteur préférentielle située entre 10 et 20 mètres (Figure 221 suivante).

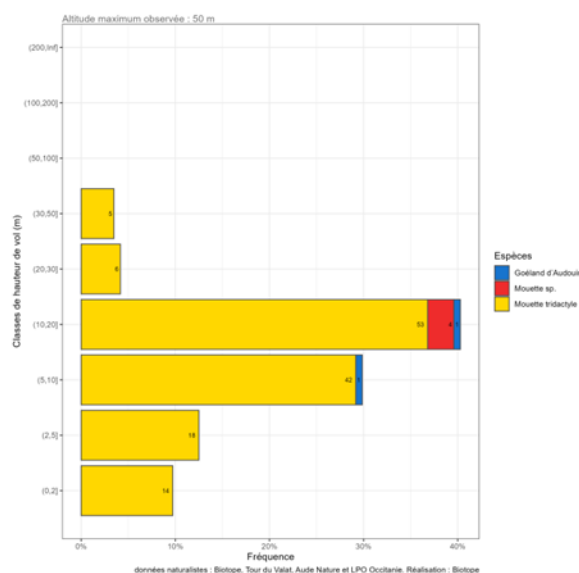


Figure 221 : Hauteurs de vol observées pour la Mouette tridactyle - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.5 Mouette pygmée

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Mouette pygmée est la deuxième espèce la plus observée après le Goéland leucophée avec 11 323 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 27,8% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Quasiment toutes ces observations ont été réalisées au cours des périodes prénuptiales : 18% en 2022, 65,2% en 2023 et 14,6% en 2024. Le reste des observations (2% environ) ont été réalisées en période postnuptiale de 2022.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 5 737 individus ont été observés lors des 5 campagnes prénuptiales. Ces individus représentent 54% de l'effectif total d'oiseaux observés en période prénuptiale au sein de cette zone fictive éloignée. Un individu a également été observé à 12 km à l'ouest de la zone de projet GLC en période postnuptiale. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille 51% du total des Mouettes pygmées observées à l'échelle du golfe du Lion.

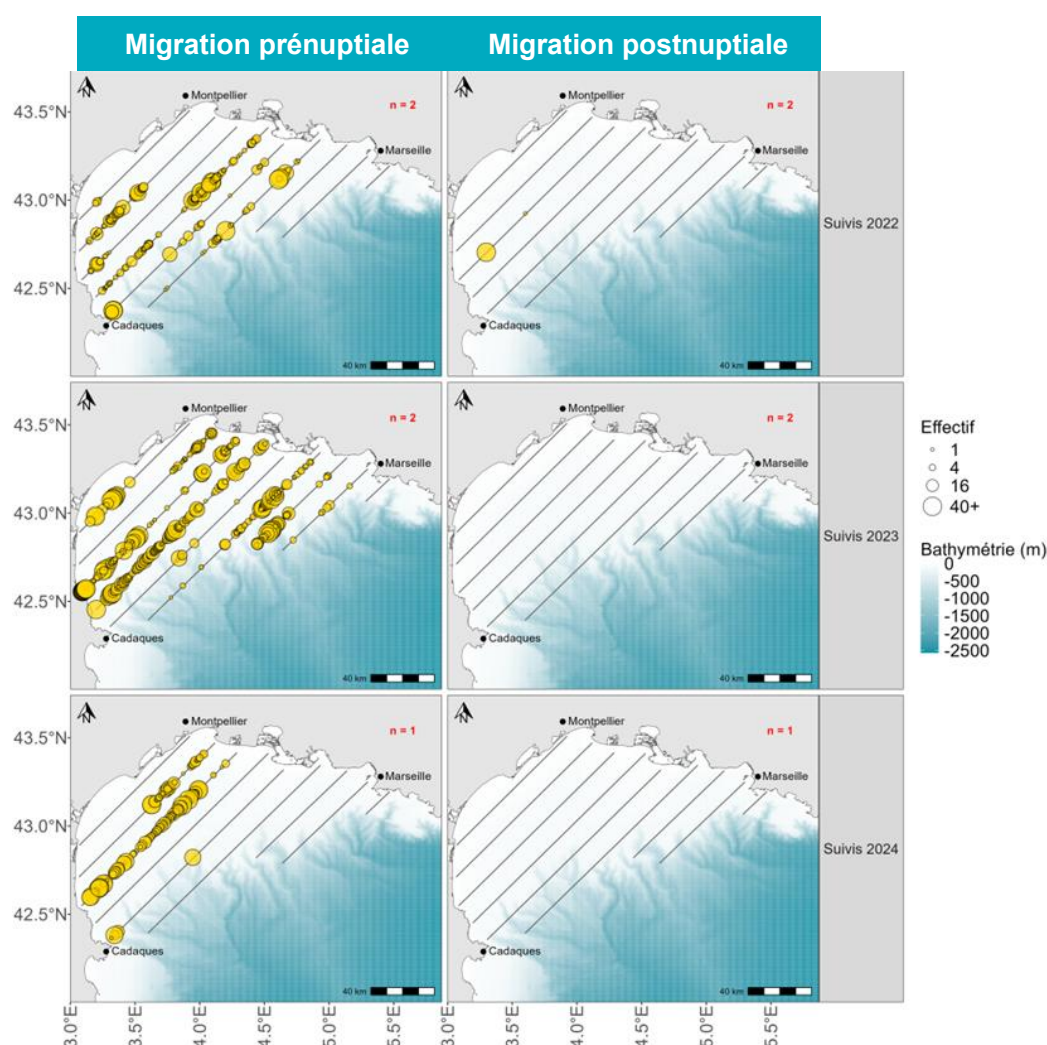


Figure 222 : Cartographie de synthèse des observations de Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

La répartition spatiale de la Mouette pygmée a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre que les individus se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe incluant largement la zone de projet GLC (Figure 223 ci-dessous).

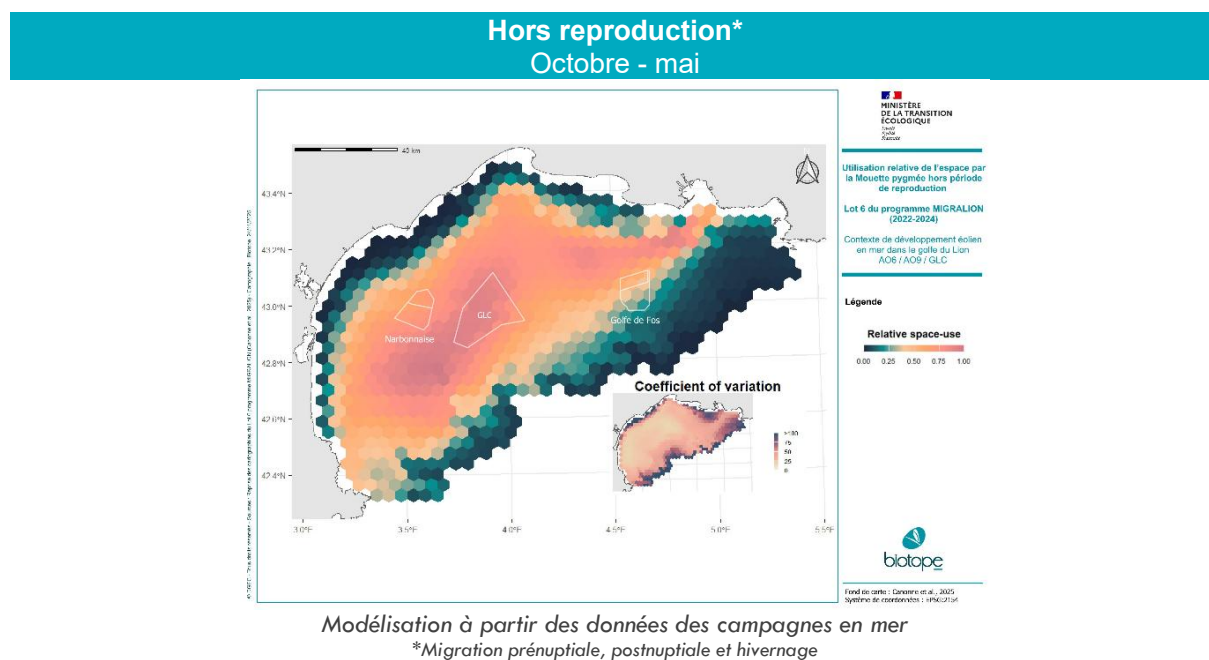


Figure 223 : Utilisation relative de l'espace par la Mouette pygmée en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Mouette pygmée est nicheuse en Europe du Nord et hiverne en Méditerranée. Hors période de reproduction, cette espèce a un comportement majoritairement pélagique et est observée sur le littoral en Méditerranée lors des pics migratoires et au cours de l'hiver. La Mouette pygmée migre en alternant des phases de déplacement actif et des phases d'alimentation. L'hivernage de l'espèce dans le golfe du Lion est peu documenté mais probable d'après les observations hivernales de l'espèce lors de certaines campagnes en mer.

La Mouette pygmée est donc uniquement présente en hiver et lors des migrations prénuptiale dans le golfe du Lion. Ces apparitions hivernales et en migration sont sujettes à des fluctuations interannuelles et spatio-temporelles importantes (Dubois et al., 2013).

C'est en mer que l'on retrouve le plus gros des effectifs, comme le montre les résultats des campagnes menées dans le cadre du programme MIGRALION.

En migration prénuptiale, l'espèce est souvent notée avec parfois des effectifs très importants, parfois jusqu'à plusieurs centaines d'individus notés depuis les falaises de Leucate ou des côtes catalanes. Toutefois, ces phénomènes sont probablement liés à des conditions océaniques particulières et l'essentiel des individus en halte migratoire dans le golfe du Lion se trouve plus au large avec plusieurs milliers d'individus repartis dans l'intégralité du golfe du Lion, au niveau du plateau continental jusqu'à la zone de canyon en fonction des conditions trophiques locales.

Les résultats des campagnes de printemps du programme montrent bien cette large répartition et démontrent aussi l'intérêt du golfe du Lion pour cette espèce en période de migration prénuptiale.

Le Parc naturel marin du golfe du Lion joue probablement un rôle important en tant que site de halte migratoire lors de la migration prénuptiale.

Les densités maximales observées se situent fin février / début mars avec une densité proche de 3.5 ind. km⁻².

Les hauteurs de vol des Mouettes pygmées observées au printemps s'étalent entre 2 et 20 mètres en lien avec l'activité de chasse/pêche des oiseaux observée lors des haltes migratoires dans le golfe du Lion, comme le montre la Figure suivante. L'espèce est connue pour effectuer des migrations à haute altitude, notamment lors de traversée du continent européen pour rejoindre les sites de nidification situés en Europe du Nord et jusqu'en Sibérie.

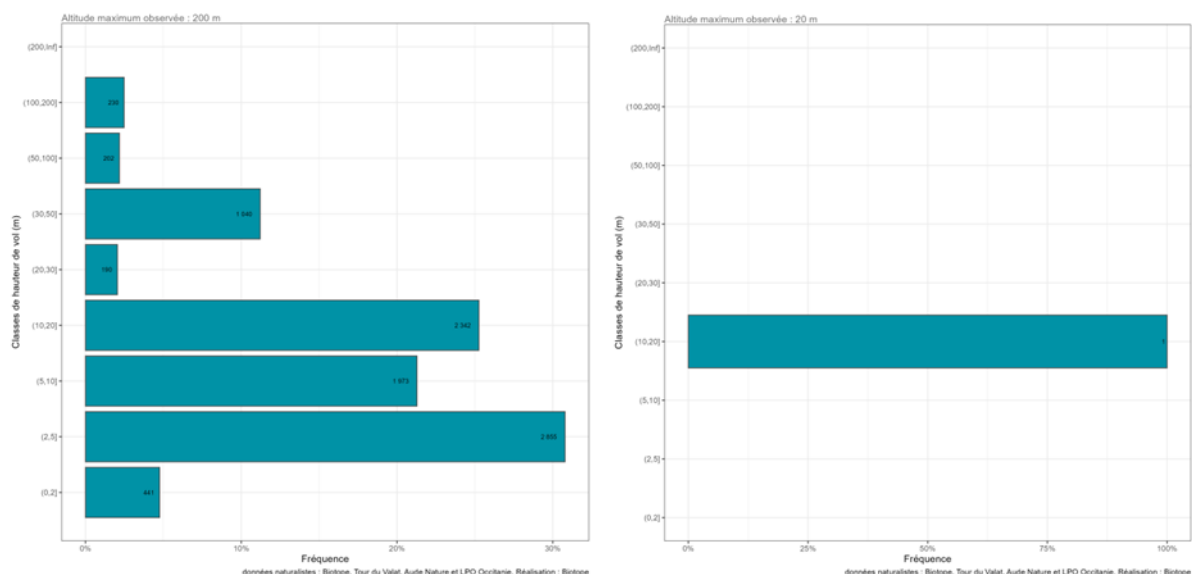


Figure 224 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Mouette pygmée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.6 Sterne caugek

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Sterne caugek est régulièrement observée avec 2217 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 5,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). C'est la cinquième espèce d'oiseaux la plus observée à l'échelle de ces campagnes, juste après la Sterne pierregarin. Chaque année, ces observations sont majoritairement réalisées au cours de la période post-nuptiale (66,8% des individus contactés en période post-nuptiale sur le total des trois années).

Ces observations de Sterne caugek se répartissent principalement sur la frange côtière du golfe du Lion comme le souligne la Figure 225 ci-dessous, cette tendance étant accentuée en période pré-nuptiale. Certains individus sont toutefois observés plus au large et au niveau de la zone de projet GLC, notamment en période post-nuptiale.

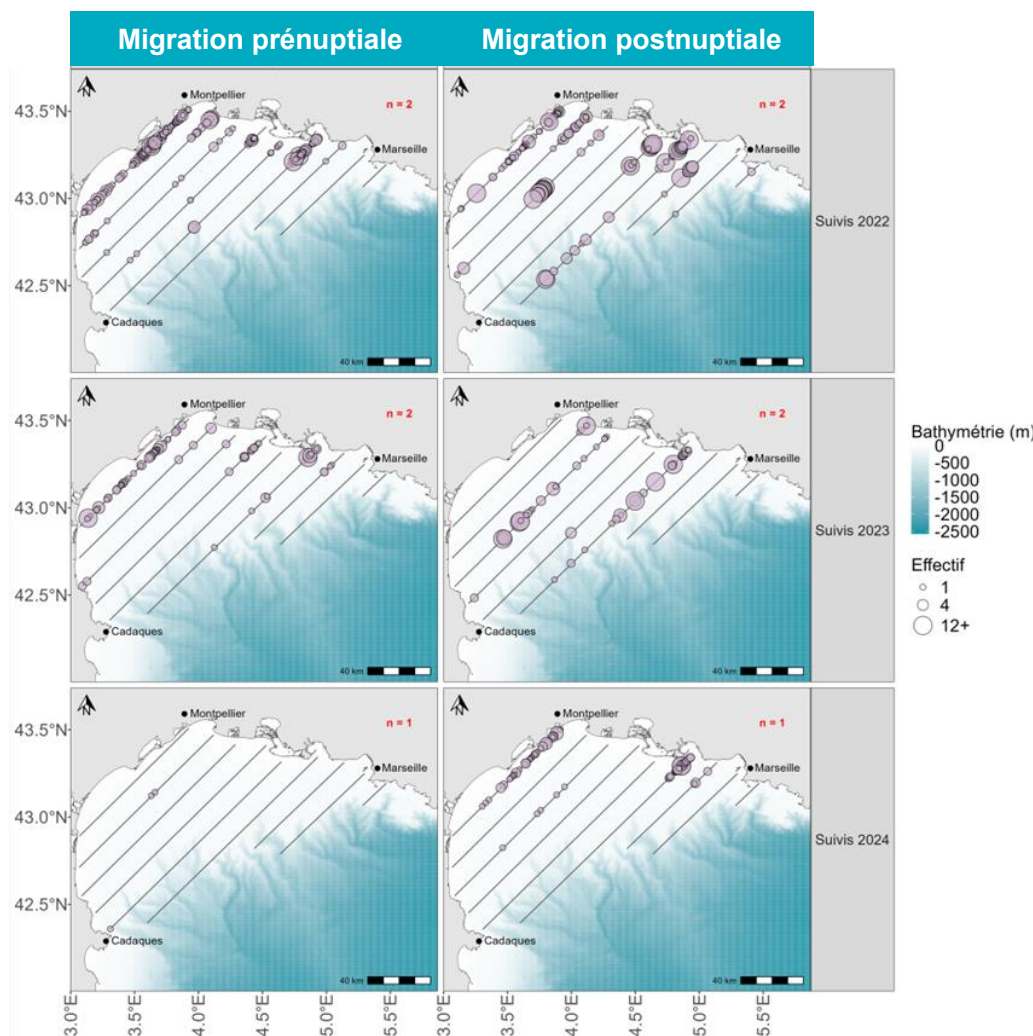


Figure 225 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 1 165 individus ont été observés (dont 66% en période postnuptiale), ce qui représente près de 7% l'effectif total d'oiseaux observés au sein de cette zone fictive éloignée. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille 52% du total des Sturnes caugek observées sur tout le golfe du Lion.

La Sturne caugek fréquente les îlots côtiers rocheux, les bancs de sable, les lagunes littorales ou les bassins de saliculture en période de reproduction. C'est une espèce essentiellement marine et pélagique en période internuptiale.

Les migrations et les déplacements de la Sturne caugek sont assez complexes. En Languedoc-Roussillon, l'espèce est visible toute l'année, mais la population hivernante n'est probablement pas la même que la population reproductrice. Les deux populations doivent ainsi se croiser dans les eaux du golfe du Lion à certaines périodes de l'année ce qui complexifie l'interprétation des résultats.

Les campagnes prénuptiales montrent que l'espèce se concentre sur la côte au printemps, plus loin de la zone de projet, probablement en lien avec la recherche active de site de reproduction. En revanche, on observe nettement la dispersion postnuptiale avec des individus présents dans l'ensemble du golfe du Lion et plus particulièrement vers la zone de projet en automne. Cette dispersion semble plus marquée durant les mois de septembre/octobre plutôt qu'en fin d'été. Là aussi, il apparaît difficile de distinguer les individus en migration active des oiseaux qui hiverneront dans le golfe du Lion et plus largement en Méditerranée.

Les densités maximales ont été notées au cours des campagnes de fin avril 2022 avec 0,35 ind.km⁻².

D'après les résultats de télémétrie du lot 3 (Figure 226 suivante), la Sterne caugek utilise préférentiellement la frange côtière dont le delta du Rhône, le golfe de Fos et en face de Sète. Toutefois, cette répartition reflète l'utilisation de l'espace par les oiseaux nicheurs locaux et non celle des oiseaux qui transitent par la zone d'étude lors des périodes internuptiales et issues des autres colonies à l'échelle à large échelle (colonies du bassin méditerranéen et au-delà). Les oiseaux nicheurs locaux sont globalement peu en interaction avec la zone de projet GLC.

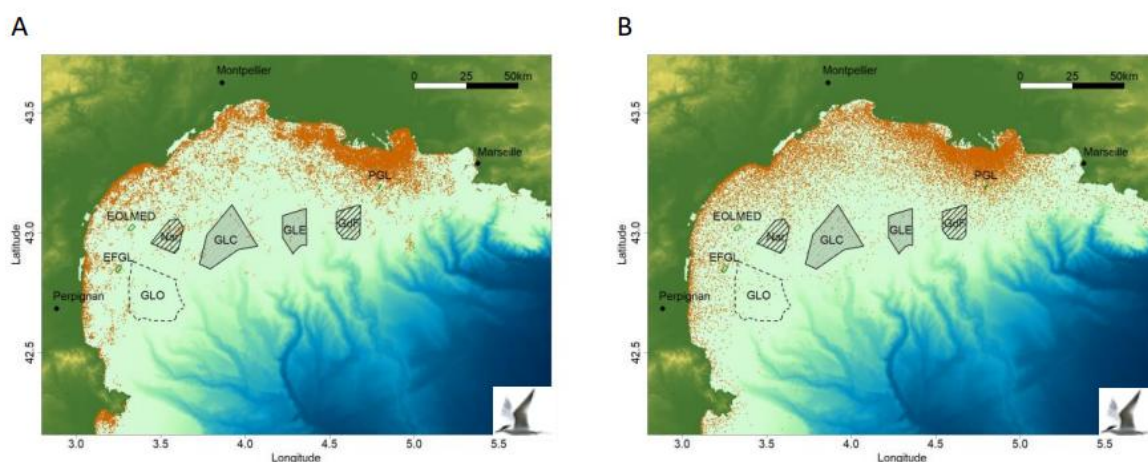


Figure 226 : Répartition spatiale des 26 sternes caugek suivies entre 2021 et 2023, pendant leurs phases (A) de recherche alimentaire, ou (B) de vol de transit dans le golfe du Lion. Les phases de repos étant quasiment exclusivement sur terre à la côte, elles ne sont pas représentées ici (Champagnon et al., 2025).

Les cartes suivantes sont issues d'une modélisation combinant les données des campagnes en mer et celles de télémétrie. La Sterne caugek présente une répartition plutôt côtière en période de reproduction ou hors reproduction, comme le souligne la Figure 227 suivante.

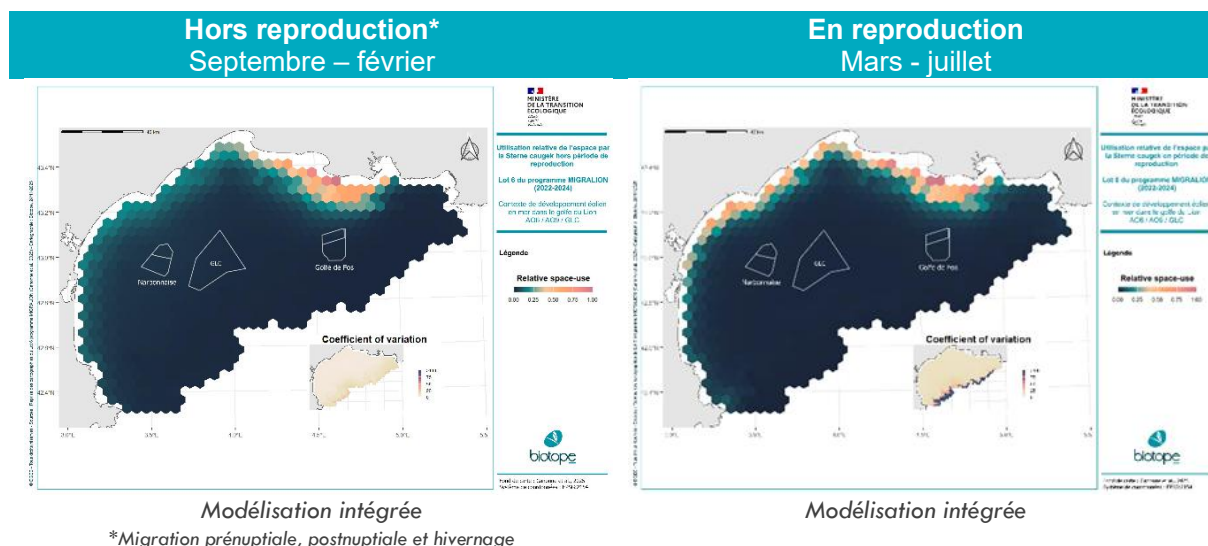


Figure 227 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne caugek en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par le coefficient de variation.

La Sterne caugek passe à peu près autant de temps au repos qu'en recherche restreinte (~40%) et le reste en vol de transit, tout au long de la journée (Figure 228). Les conditions marines influent peu sur la distribution des hauteurs de vol des Sternes caugek étudiées, bien qu'elles passent moins de temps à se reposer mais plus de temps en vol (alimentation notamment) lorsque la vitesse du vent augmente ou que la hauteur des vagues augmente, et moins de temps en recherche alimentaire lorsque la hauteur de vague augmente.

250

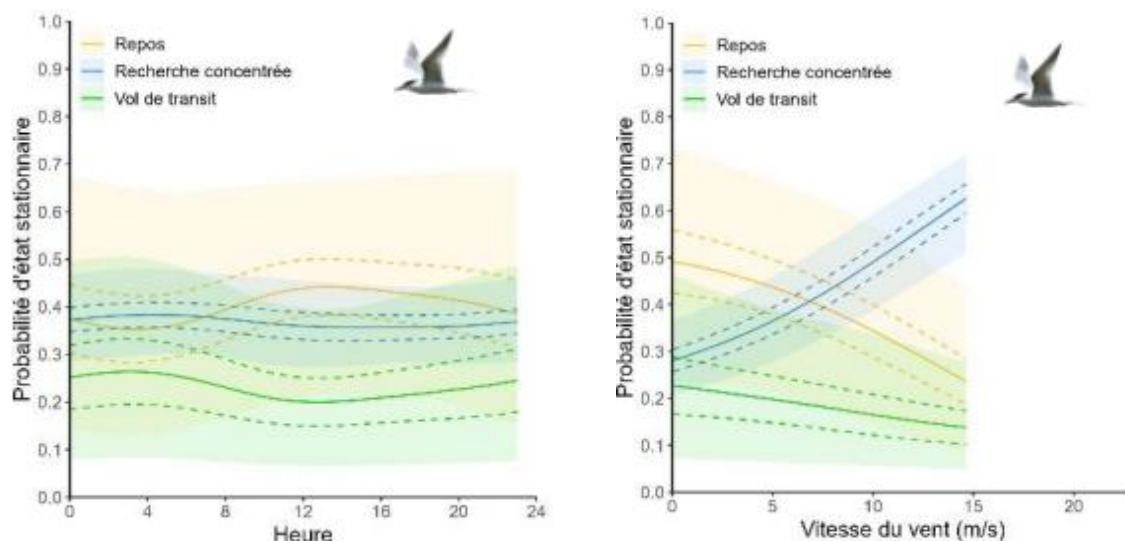


Figure 228 : Probabilité d'être au repos (jaune), en recherche alimentaire (bleu) ou en vol de transit (vert) pour les Sternes caugek lorsqu'elles sont en mer, en fonction de l'heure de la journée et la vitesse du vent. La moyenne populationnelle (ligne continue) et son intervalle de confiance à 95% (ligne pointillée), ainsi que la distribution à 95% des prédictions individuelles (zone en transparence) sont indiquées (Champagnon et al., 2025).

Via les données télémétrie, les Sternes caugek ont une altitude de vol médiane de 6,8 m et une altitude moyenne de 14,2 m. Elles volent au-dessus de 22 m dans 17% de leur temps, 11% au-dessus de 30 m, et 5% au-dessus de 50 m. La Figure 229 propose une distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. Par ailleurs, elles volent à plus faible altitude lorsque la vitesse du vent augmente, mais volent plus haut avec un vent arrière (Figure 230). Cette hauteur de vol ne semble pas être affectée par la hauteur des vagues.

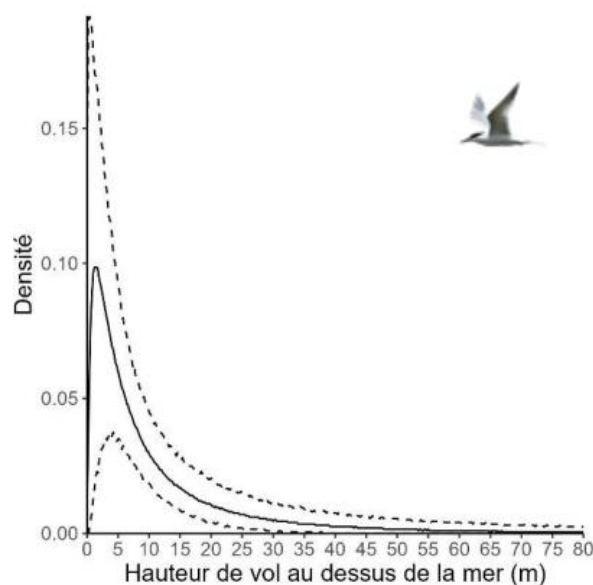


Figure 229 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek. La moyenne (ligne continue) et son intervalle de crédibilité à 95% (ligne pointillée) sont représentés (Champagnon et al., 2025).

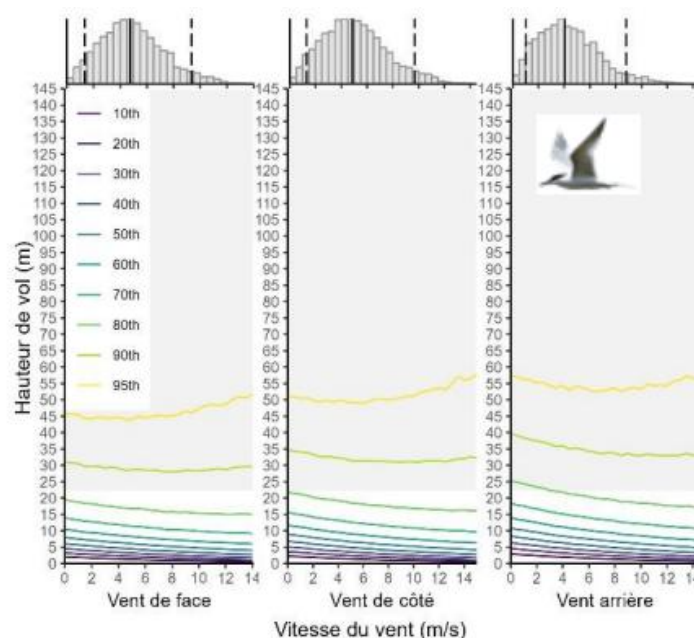


Figure 230 : Distribution modélisée des hauteurs de vol des Sternes caugek en fonction de la vitesse du vent et de la direction relative du vent (Champagnon et al., 2025).

Lors des campagnes nautiques et pour compléter les données de télémétrie, l'espèce est principalement notée à des altitudes situées entre 10 et 30 mètres (Figure 231).

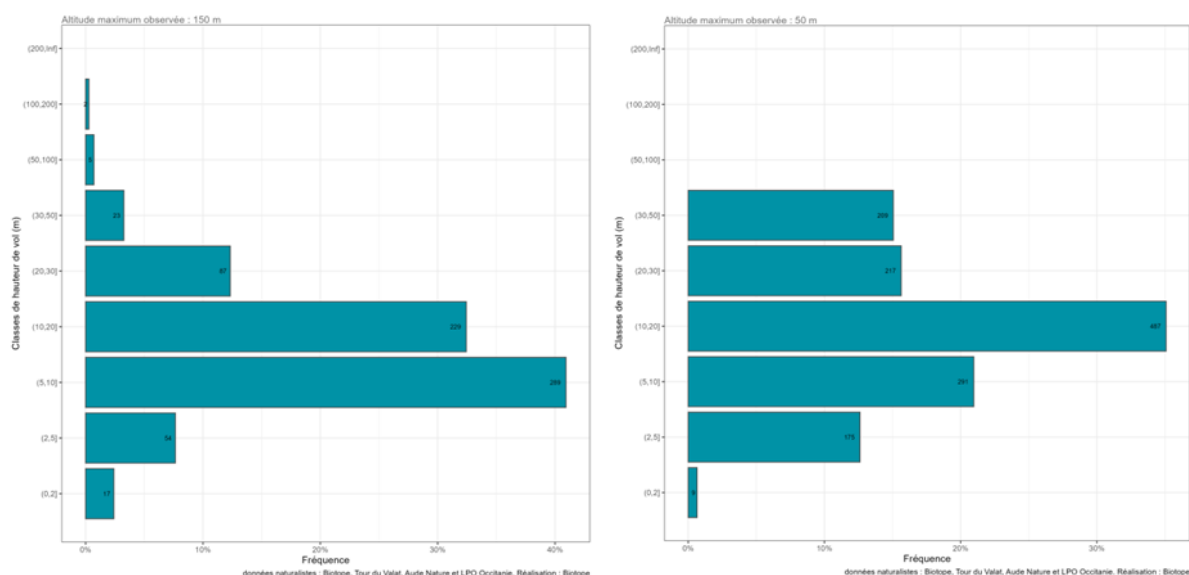


Figure 231 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne caugek - Expertises nautiques 2022-2024.

3.1.7 Sterne pierregarin

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Sterne pierregarin est régulièrement observée avec 2503 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 6,2% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). C'est la quatrième espèce d'oiseaux la plus observée à l'échelle de ces campagnes. 95% des Sternes pierregarins ont été contactés en période postnuptiale (97% en 2023 et 100% en 2024, avec une tendance inversée en 2022 sur un faible nombre d'individus).

Ces observations de Sterne pierregarin se répartissent principalement sur la frange côtière Nord du golfe du Lion en période pré-nuptiale comme le souligne la Figure 232 ci-dessous. Les observations se répartissent dans le golfe du Lion plus au large en période post-nuptiale.

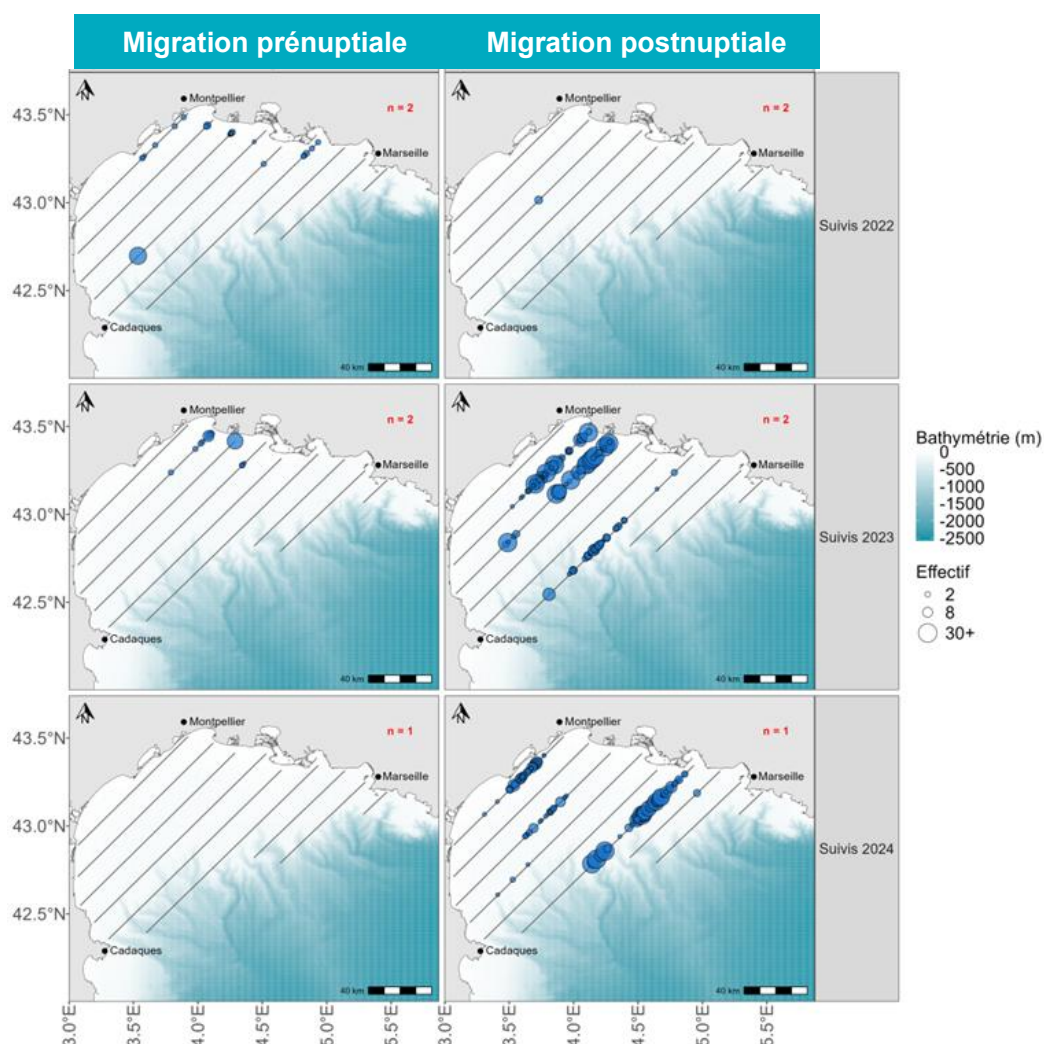


Figure 232 : Cartographie de synthèse des observations de la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 1 733 individus ont été observés (dont 98% en période postnuptiale). Ces individus représentent près de 10% l'effectif total d'oiseaux observés au sein de cette zone fictive éloignée. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille 69% du total des Sternes pierregarins observées sur tout le golfe du Lion.

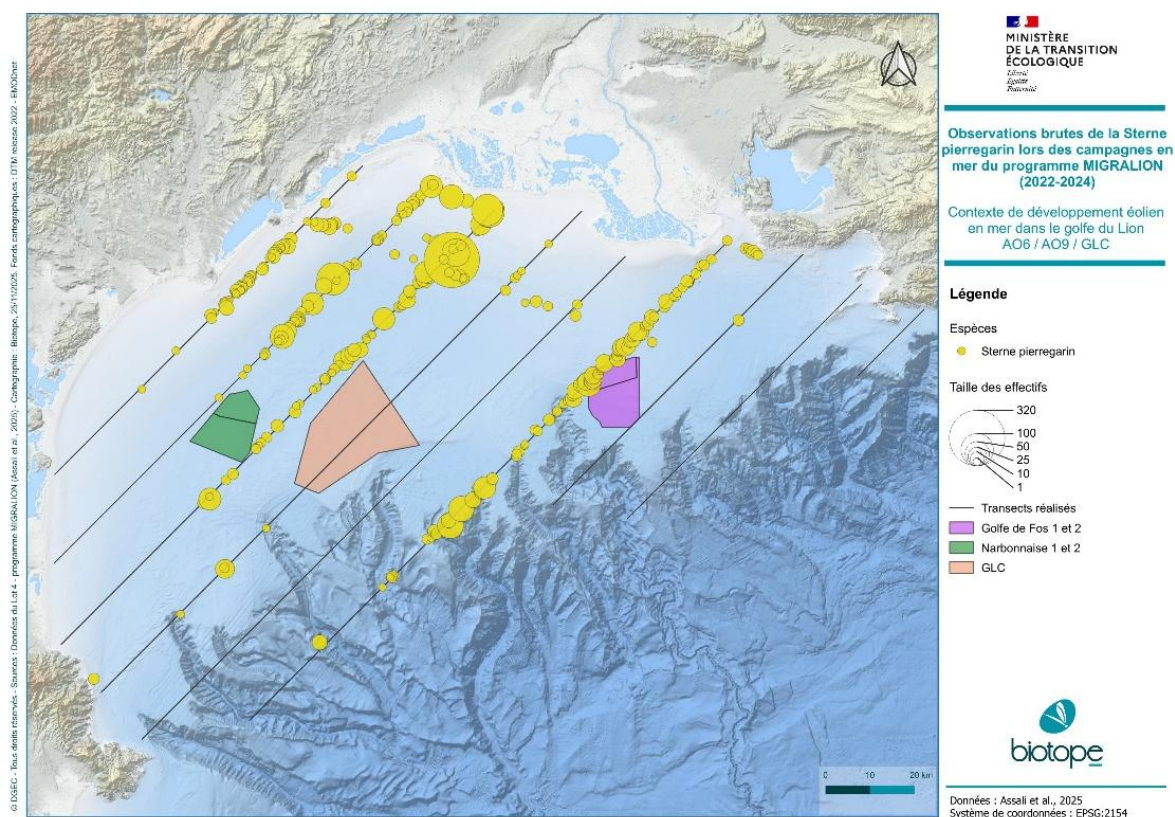
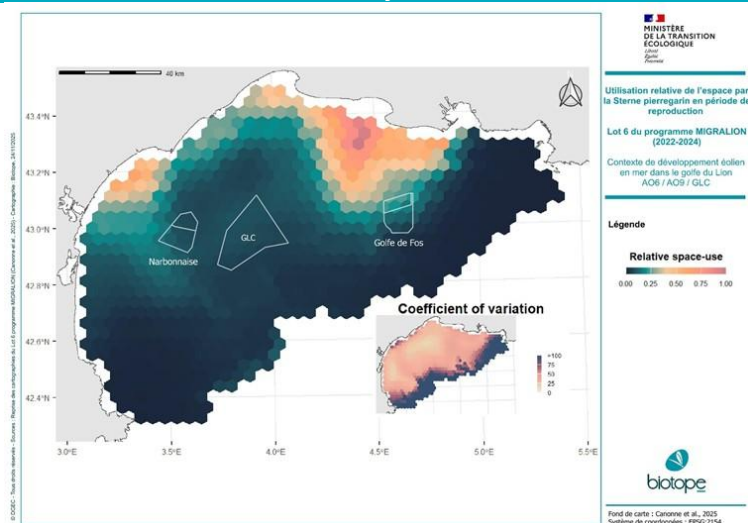


Figure 233 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer de la Sterne pierregarin lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale de la Sterne pierregarin a été estimée en période de reproduction et montre que les individus se concentrent près des côtes entre les mois d'avril et de juillet, principalement en face du delta du Rhône en Camargue, mais également vers la côte languedocienne (Figure 234 ci-dessous). Cette répartition reflète l'utilisation de l'espace par les oiseaux nicheurs locaux et non celle des oiseaux qui transitent par la zone d'étude lors des périodes internuptiales et issues des autres colonies à l'échelle à large échelle (colonies du bassin méditerranéen et au-delà).

En reproduction Avril - juillet



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 234 : Utilisation relative de l'espace par la Sterne pierregarin en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

La Sterne pierregarin est une espèce inféodée au milieu aquatique qui va généralement être présente près des littoraux, des lacs, des rivières et des fleuves, tout au long de son cycle annuel. L'espèce s'aventure généralement peu loin des côtes en période de reproduction. En fin de reproduction, les oiseaux nicheurs ont tendances à gagner le littoral et à se regrouper en groupe parfois importants sur des secteurs favorables avant les départs en migrations. Cela est notamment noté en Camargue, où plusieurs milliers d'oiseaux peuvent parfois être notés lors des rassemblements postnuptiaux (Dupuy, 2022). Le golfe du Lion constitue ainsi une zone de halte migratoire d'importance avant les départs en migration les oiseaux nicheurs locaux mais également d'oiseaux issues des autres colonies du bassin méditerranéen et au-delà.

Les campagnes MIGRALION de l'automne (migration postnuptiale) montrent que ces rassemblements ne se cantonnent pas au littoral, avec des observations importantes plus au large et notamment au niveau de la zone de projet GLC, formant des radeaux à proximité des zones où elles pêchent. Elles profitent énormément des ressources locales et notamment des chasses de thons pour s'alimenter avant leur traversée de la Méditerranée. Des radeaux sont alors bien visibles et rassemblent parfois plusieurs centaines d'individus sur des zones de concentration bien marquées. Des groupes mixtes Sterne pierregarin/Guifette noire sont ainsi largement observés à partir de fin août et s'étalent jusqu'à la fin octobre.

En migration pré-nuptiale, l'espèce est globalement absente au large et donc sur la zone de projet GLC (l'essentiel des contacts sont alors côtiers).

La migration postnuptiale concentre ainsi les densités les plus importantes de Sterne pierregarin avec des densités maximales observées autour de 0.5 ind.km⁻².

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour la Sterne pierregarin montrent des altitudes de vol plus faibles que la Sterne caugek avec une majorité des observations situées entre 2 et 20 mètres (Figure 235).

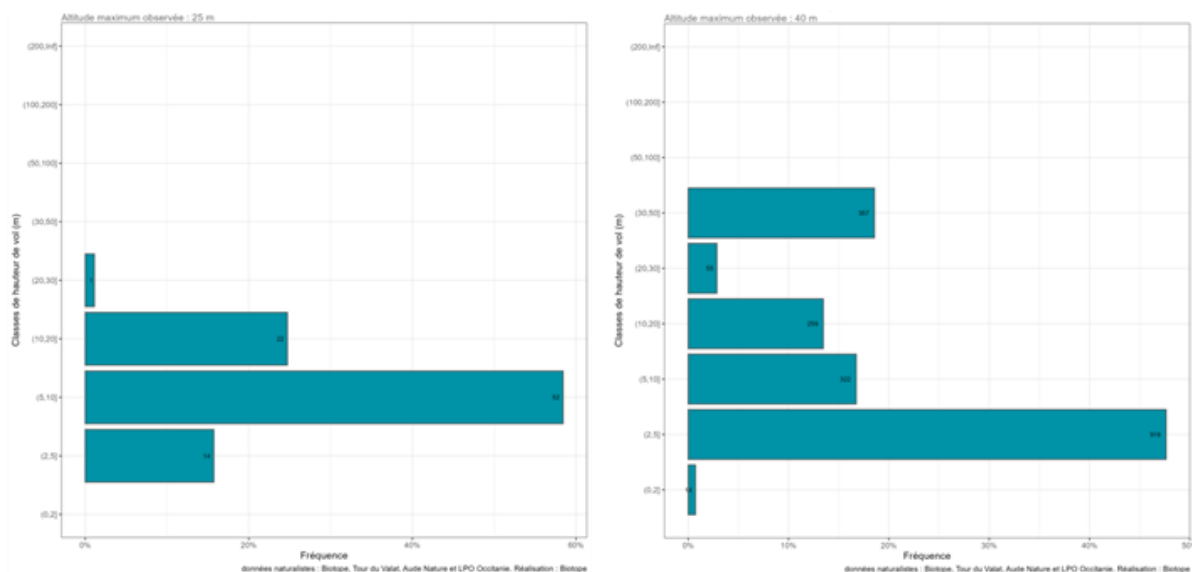


Figure 235 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour la Sterne pierregarin - Expertises nautiques 2022-2024.

3.1.8 Puffin des Baléares

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin des Baléares est peu observé avec 69 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente moins de 1% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). En 2022 comme en 2023, les observations se répartissent entre périodes pré-nuptiales et post-nuptiales. Un seul individu a été observé en 2024, en période post-nuptiale. A noter que la distinction entre Puffin des Baléares et Puffin yelkouan est parfois délicate en mer selon les conditions d'observation.

Certaines observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce entre le Puffin des Baléares ou le Puffin yelkouan : 377 individus sont concernés, soit environ 1% de l'effectif total d'oiseaux observés. En 2022 et en 2023, respectivement 91% et 89% de ces individus ont été observés en période pré-nuptiale. Seuls 3 Puffins yelkouan/Baléares ont été observés en 2024 (en période post-nuptiale).

Ces observations de Puffin des Baléares sont relativement homogènes à l'échelle du golfe du Lion en migration pré-nuptiale, comme le souligne la Figure 236 ci-dessous. En période post-nuptiale, elles se répartissent un peu plus vers la frange côtière du golfe du Lion.

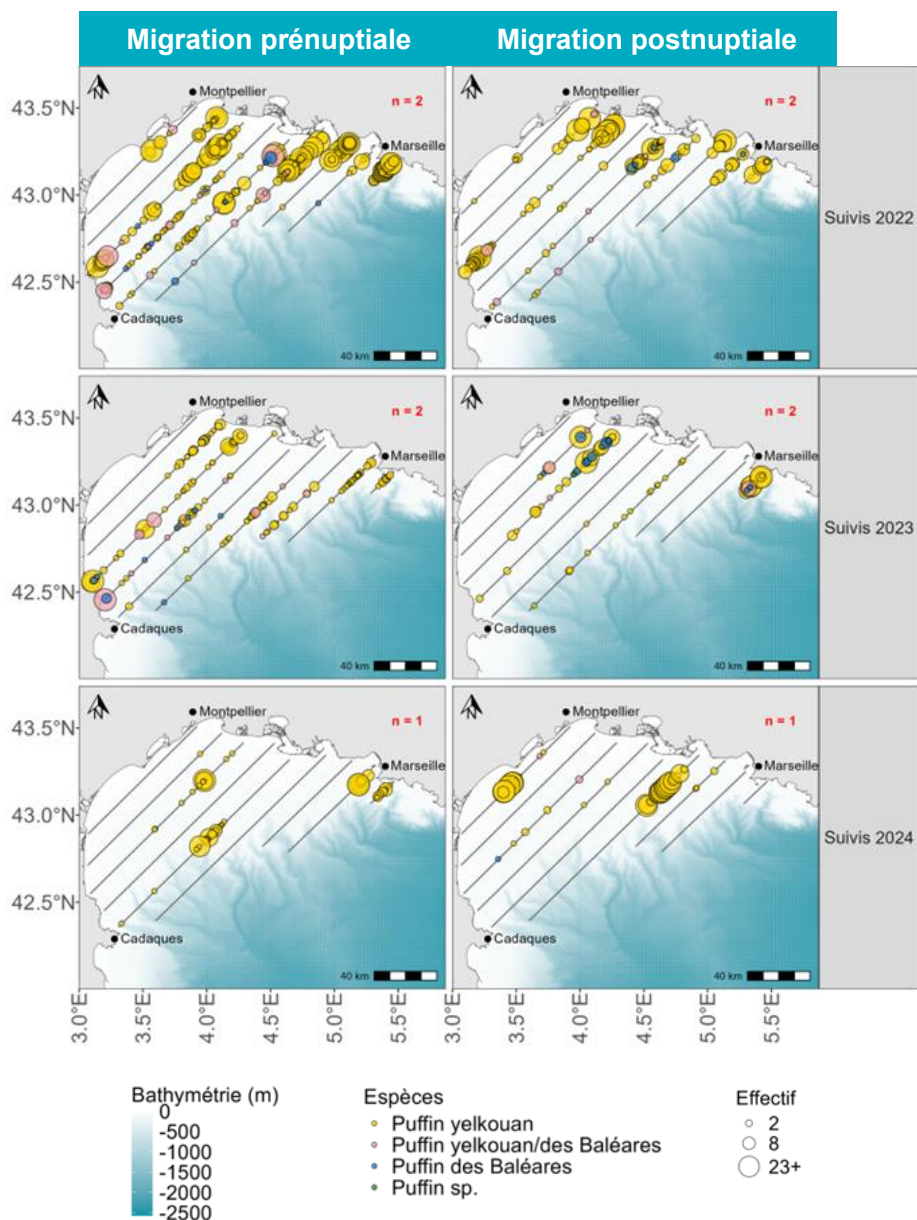


Figure 236 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 37 individus ont été observés lors des 10 campagnes. A ce jeu de données pourraient s'ajouter 62 individus non identifiés spécifiquement de Puffin yelkouan/Baléares. Le cumul de ces individus représente 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés sur cette zone fictive autour de la zone de projet GLC. Les Puffins des Baléares observés au sein de l'aire d'étude éloignée comptent pour 54% du total des Puffins des Baléares observés à l'échelle du golfe du Lion. Les Puffins yelkouan/Baléares observés au sein de l'aire d'étude éloignée comptent pour 16% du total des Puffins yelkouan/Baléares observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale du Puffin des Baléares a été estimée en période hors reproduction (migration pré-nuptiale, postnuptiale et hivernage) et montre une préférence pour les zones côtières, encore plus marquée dans la partie Nord-Est du golfe du Lion éloignée de la zone de projet GLC (Figure 237 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 49 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour les Puffins des Baléares.

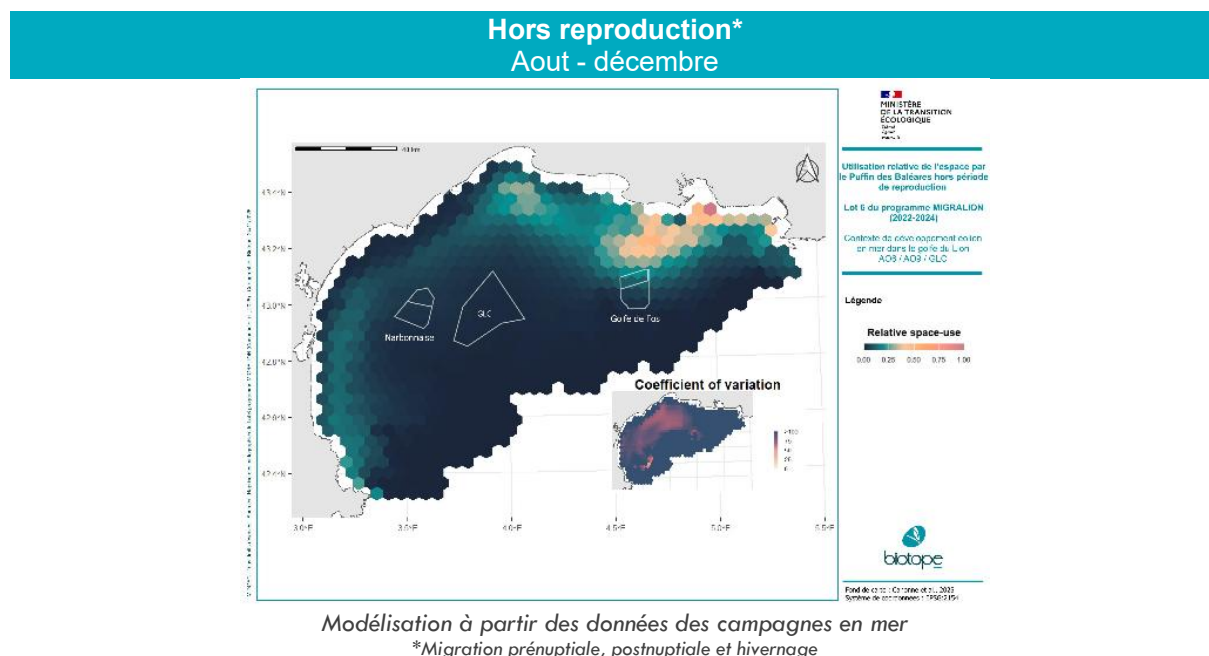


Figure 237 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin des Baléares en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

À partir des mois de septembre-octobre, une part importante de la population de Puffin des Baléares migre vers l'Atlantique, et les retours vers la Méditerranée s'étalent d'avril à mai. Cette espèce semble exploiter des secteurs plus côtiers que le Puffin yelkouan, entre les lignes de sonde de 5-10 m et 35-40 m, mais elle ne dédaigne pas aller plus loin vers le large, attirée par les chalutiers.

Le Puffin des Baléares est abondant dans le secteur du Parc naturel marin du golfe du Lion. L'ouest du golfe du Lion et le Parc naturel marin jouent probablement un rôle important dans la conservation de l'espèce.

Les densités les plus importantes relevées dans le golfe du Lion pour les Puffins des Baléares et Puffins yelkouan confondus s'élèvent à 2.2 ind.km⁻² au printemps (fin mars/début avril) et 0.5 ind.km⁻² à l'automne (fin septembre).

D'après les données collectées lors des campagnes en mer, les Puffins des Baléares contactés volent à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 238), comme les Puffins yelkouan suivis par télémétrie et campagnes en mer. De plus grandes altitudes de vols peuvent être occasionnellement observées, notamment en cas de conditions en mer agitée.

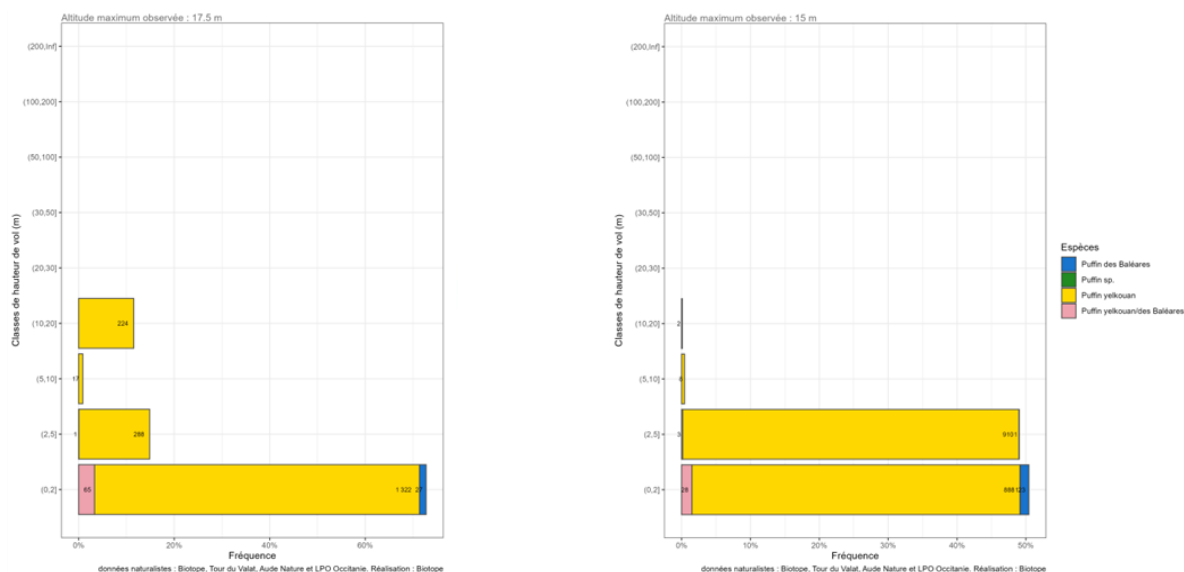


Figure 238 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yellow-legged - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.9 Puffin yellow-legged

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin yellow-legged est la troisième espèce la plus observée (après le Goéland leucophaea et la Mouette pygmée) avec 5 096 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 12,5% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Les observations se répartissent entre périodes pré-nuptiales et post-nuptiales avec 56,3% des Puffins yellow-legged contactés en période pré-nuptiale. L'année 2022 se démarque avec 63,7% des Puffins yellow-legged observés sur les trois années.

Certaines observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce entre le Puffin des Baléares ou le Puffin yellow-legged : 377 individus sont concernés, soit environ 1% de l'effectif total d'oiseaux observés et qualifiés de Puffin yellow-legged/des Baléares.

Ces observations de Puffin yellow-legged montrent une présence dans l'ensemble du golfe du Lion avec une abondance plus marquée à l'est, comme le souligne la Figure 239 ci-dessous. En période post-nuptiale, les observations se concentrent légèrement plus sur la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion.

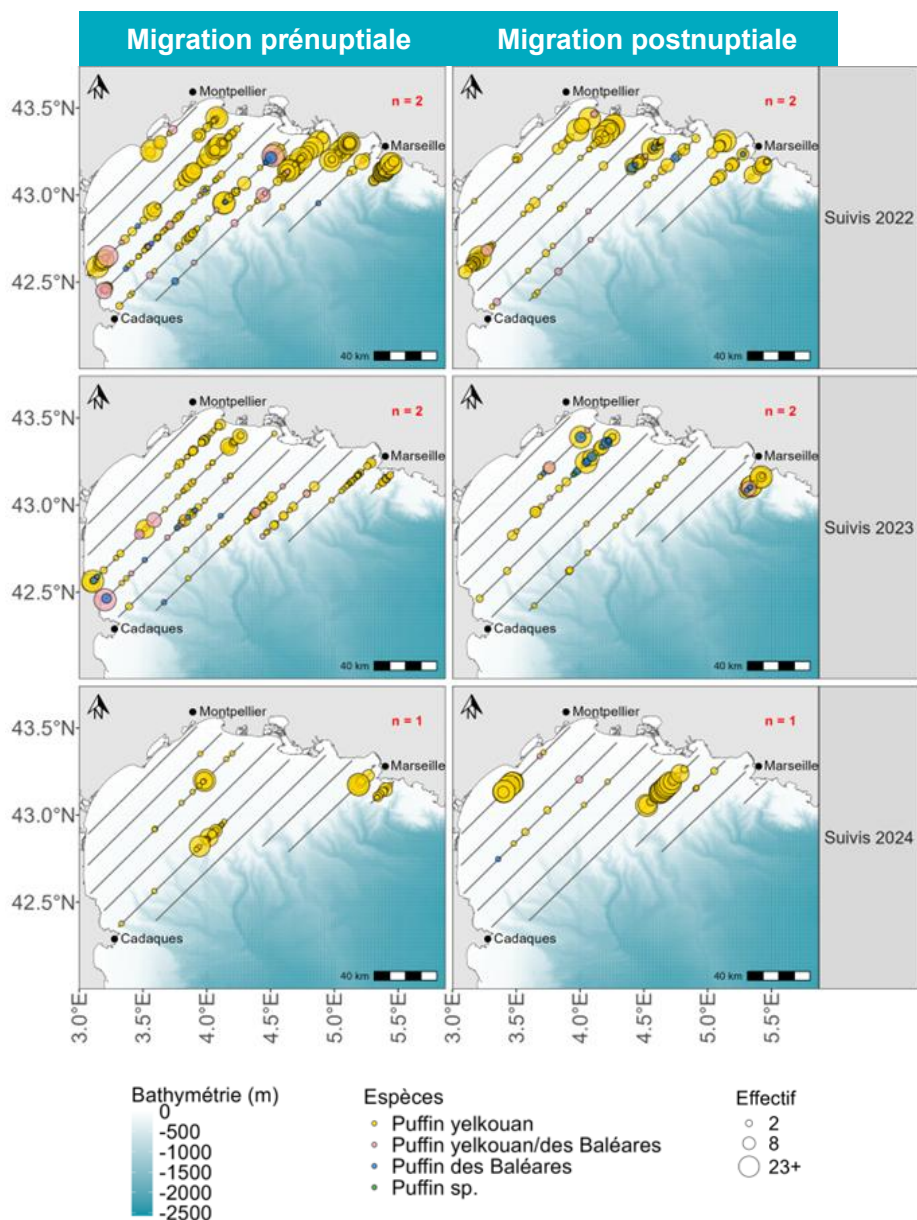


Figure 239 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins yelkouan et des Baléares - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 1 343 individus ont été observés lors des 10 campagnes (774 individus en période prénuptiale et 569 en période postnuptiale). Ces individus représentent près de 8% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de cette zone fictive éloignée. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille 26% individus observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

La répartition spatiale des Puffins yelkouan a été estimée et montre que l'espèce utilise préférentiellement et toute l'année la zone côtière du Nord-Est du golfe du Lion notamment au large de la Camargue et du golfe de Fos, la zone GLC n'étant pas privilégiée. La répartition des Puffins yelkouan semble toutefois plus diffuse à l'échelle du plateau continental du golfe du Lion en période de reproduction avec probablement plus de passage sur la zone de projet, comme le soulignent les cartes ci-dessous.

Hors reproduction*

En reproduction

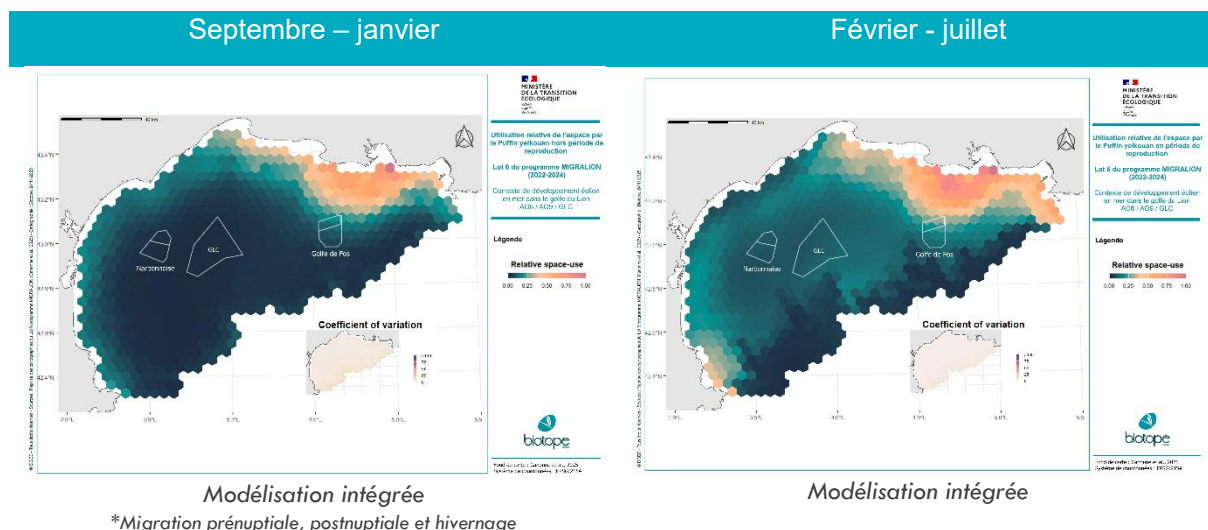


Figure 240 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin yelkouan en période hors reproduction (à gauche) et en période reproduction (à droite) dans le golfe du Lion. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Puffin yelkouan est une espèce endémique de la Méditerranée, qui niche sur les îles méditerranéennes (Corse, îles de Marseille, îles d'Hyères) pour la partie française mais également en Sardaigne, Italie, Turquie, Tunisie et Algérie avec d'importantes colonies. La totalité de la population de Puffin yelkouan semble demeurer dans le bassin méditerranéen bien qu'elle migre loin des colonies de reproduction, notamment en Méditerranée orientale. Le golfe du Lion joue un rôle important pour les individus résidents pendant la période internuptiale (Péron et al., 2013).

Le Puffin yelkouan affectionne les zones de petits fonds (< 100 m) pour se nourrir, en évitant ainsi les zones de grands fonds (canyons ; Bourgeois et al., 2007). Comme le montre les résultats des campagnes MIGRALION, il en résulte une occupation assez homogène de tout le plateau continental du golfe du Lion et notamment de la zone de projet : plutôt en période de reproduction qu'hors période de reproduction, mais on la trouve tout de même au niveau de la zone de projet lors des migrations prénuptiales et postnuptiales d'après les observations des campagnes nautiques ci-dessus.

Les densités les plus importantes relevées s'élèvent à 0.34 ind.km⁻² au printemps (début avril) et 0.25 ind.km⁻² à l'automne (fin septembre).

En cohérence avec les données collectées par GPS, le Puffin yelkouan passe la majeure partie de son temps de vol à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 241). De plus grandes altitudes de vols peuvent être occasionnellement observées, notamment en cas de conditions en mer agitée.

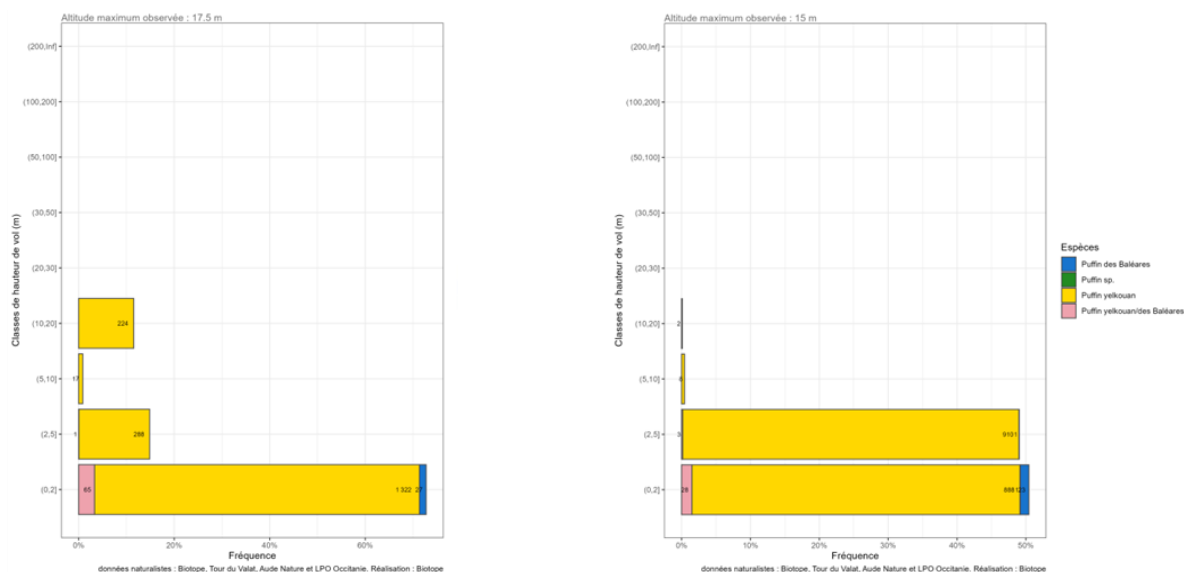


Figure 241 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Puffins des Baléares et Puffins yellow-legged - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.10 Puffin de Scopoli

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Puffin des Scopoli a été régulièrement observé avec 1 212 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 3% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Chaque année, les observations sont majoritaires en migrations post-nuptiales avec quasiment 70% des individus contactés en période post-nuptiale contre 30% en période pré-nuptiale.

Ces observations de Puffin de Scopoli sont relativement homogènes à l'échelle du golfe du Lion en migration post-nuptiale, comme le souligne la Figure 242 ci-dessous. En période pré-nuptiale, les observations ont tendance à s'éloigner de la zone GLC et se rapprochent de la frange côtière Nord-Est du golfe du Lion vers le golfe de Fos.

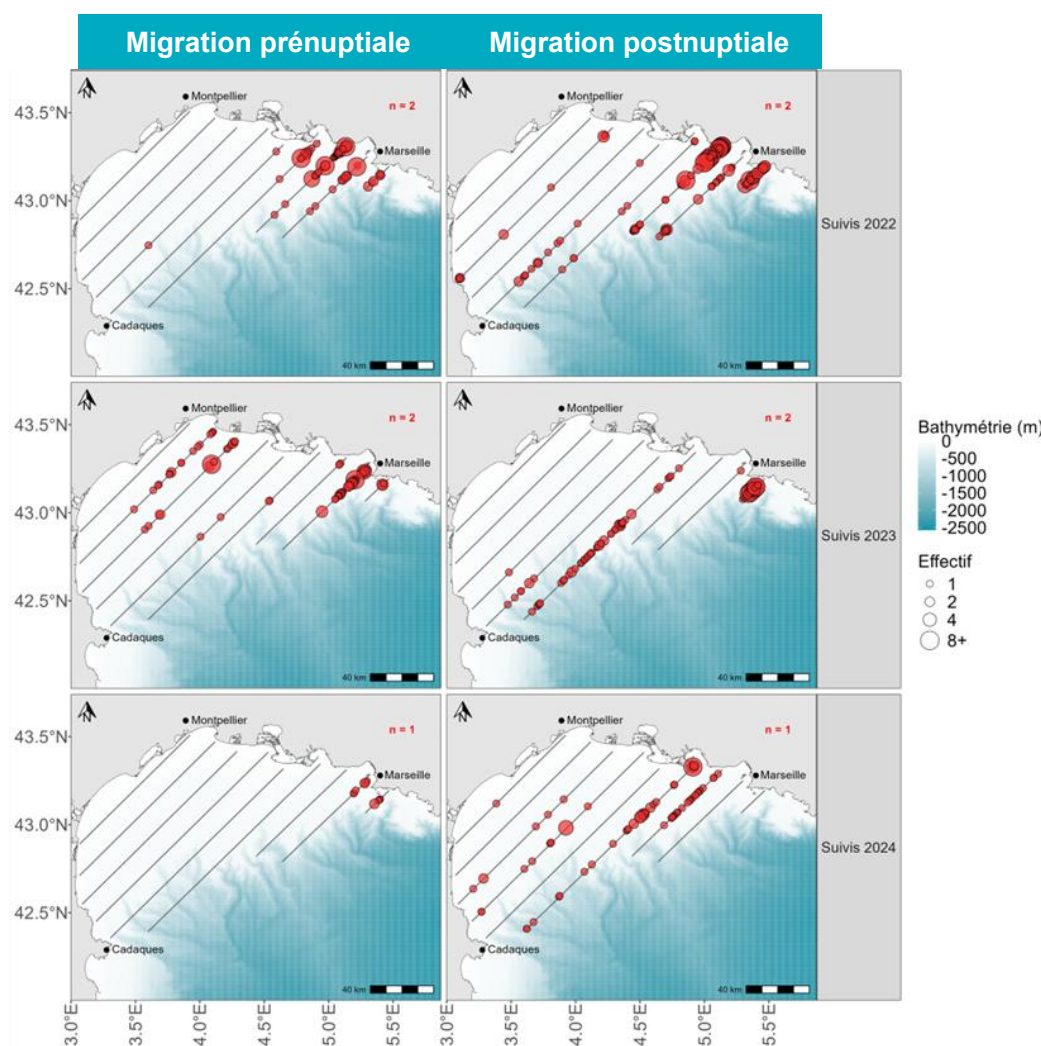
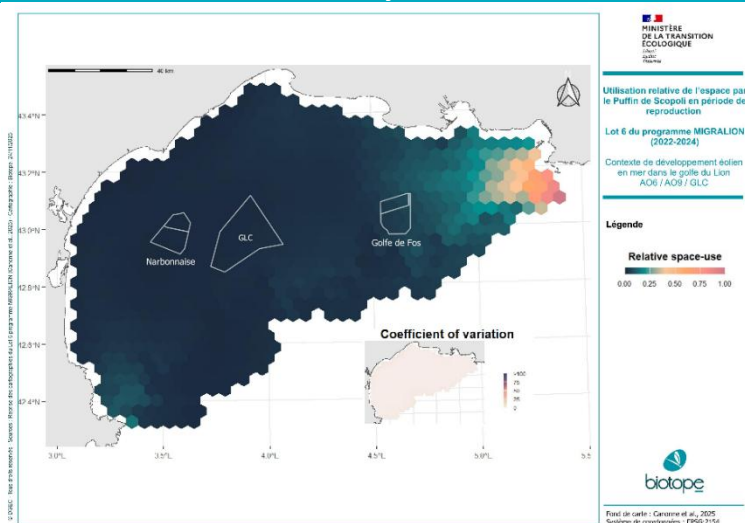


Figure 242 : Cartographie de synthèse des observations de Puffins de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 125 individus ont été observés lors des 10 campagnes (dont 74% en période postnuptiale). Ces individus représentent moins de 1% de l'effectif total des oiseaux observés sur cette zone fictive éloignée et 10% du total des Puffins de Scopoli observés à l'échelle du golfe du Lion.

La répartition spatiale du puffin de Scopoli a été estimée en période de reproduction et montre que les individus sont majoritairement présents dans la partie Est du golfe du Lion, plus éloignée de la zone de projet GLC (Figure 243 ci-dessous).

En reproduction Mars - juillet



Modélisation intégrée

Figure 243 : Utilisation relative de l'espace par le Puffin de Scopoli en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les estimations sont issues de modélisation intégrée combinant les données de campagnes en mer et de télémétrie. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Puffin de Scopoli, espèce endémique à la Méditerranée, niche sur les îles méditerranéennes (Corse, îles de Marseille, îles d'Hyères). Migrateurs transéquatoriaux, leurs aires d'hivernage se situent en Atlantique et Sud-Ouest de l'Océan Indien et plus marginalement dans le bassin méditerranéen. De manière générale, le Puffin de Scopoli est une espèce pélagique qui s'alimente sur le plateau continental, sur les têtes de canyon et les zones de remontées abyssales (upwelling). Dans ces secteurs, le Puffin de Scopoli trouve sa nourriture de manière opportuniste, en recherchant les chasses de thons, les œufs ou larves d'espèces pélagiques et les chalutiers en activité. Peu de Puffins cendrés hivernent en Méditerranée (Borg et al., 1999, Anselme et al., 2012). La plupart rejoignent l'Océan Atlantique, rapidement après l'envol des jeunes, en passant par Gibraltar entre mi-octobre et mi-novembre (Camphuysen et al., 2001). L'hivernage se réalise essentiellement au large de l'Afrique de l'Ouest.

Lors des campagnes MIGRALION, les Puffins de Scopoli sont observés globalement proche des colonies (îles de Marseille) dès les campagnes de mars ; la dispersion plus au large, au niveau des canyons semble plus marquée à l'automne, avant les départs vers les sites d'hivernage en Atlantique.

En cohérence avec les données collectées par GPS, le Puffin de Scopoli passe la majeure partie de son temps de vol à faible altitude soit moins de 5 mètres (Figure 244).

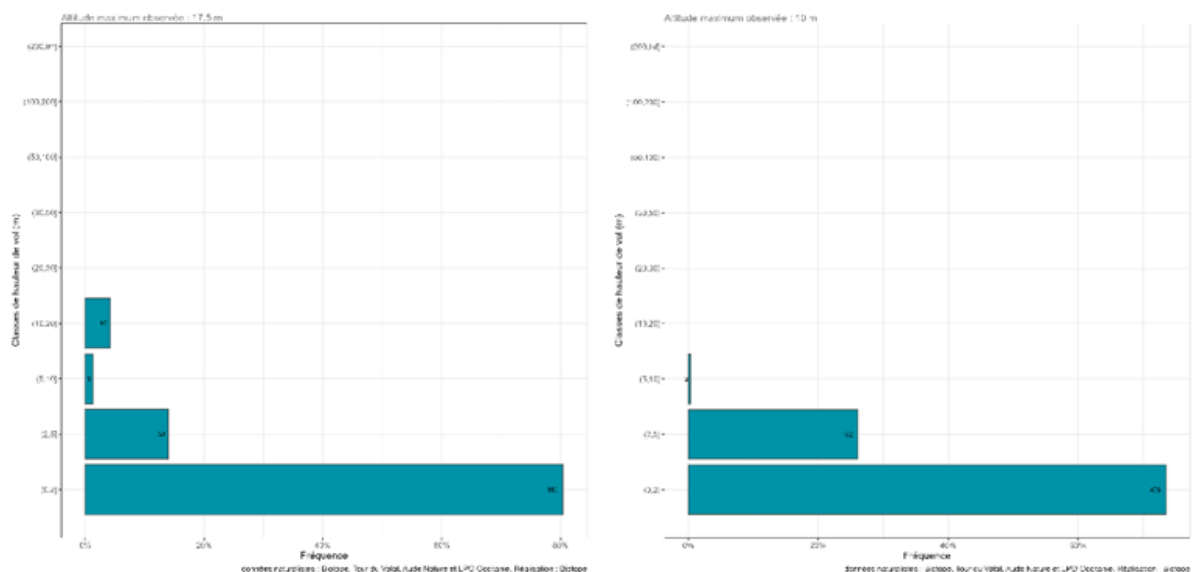


Figure 244 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour le Puffin de Scopoli - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.11 Océanite tempête

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), l'Océanite tempête de Méditerranée a été observée avec 202 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 0,5% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Sur les 10 campagnes des trois années cumulées, 74% des individus ont été contactés en période post-nuptiale, à l'automne. L'année 2022 se démarque toutefois avec 100% des 43 individus contactés en période pré-nuptiale, au printemps.

A ce jeu de données pourraient s'ajouter 40 individus non identifiés spécifiquement (Océanite sp.), contactés en 2023 en période post-nuptiale.

Ces observations d'Océanite tempête de Méditerranée se localisent au large du golfe du Lion et plutôt au niveau des talus et têtes de canyons, comme le souligne la Figure 245 ci-dessous, avec certaines observations également réparties sur le plateau continental.

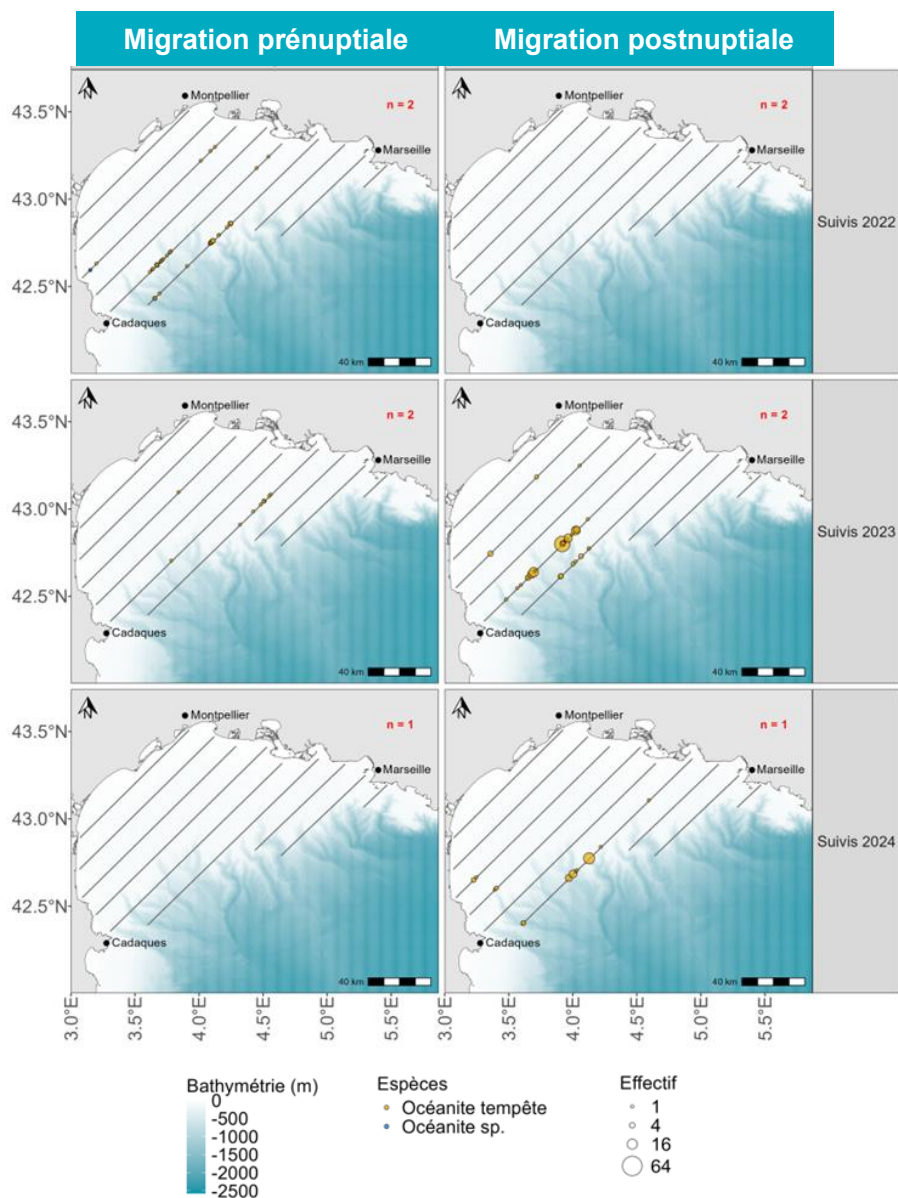


Figure 245 : Cartographie de synthèse des observations des Océanites - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 175 individus ont été observés lors des 10 campagnes, respectivement 40 et 135 individus en période prénuptiale et postnuptiale. A ce jeu de données pourraient s'ajouter les 40 individus non identifiés spécifiquement (*Océanite sp.*). Le cumul de ces individus représente plus 1% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de cette zone fictive éloignée. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille ainsi 87% des *Océanites tempêtes* observées à l'échelle du golfe du Lion.

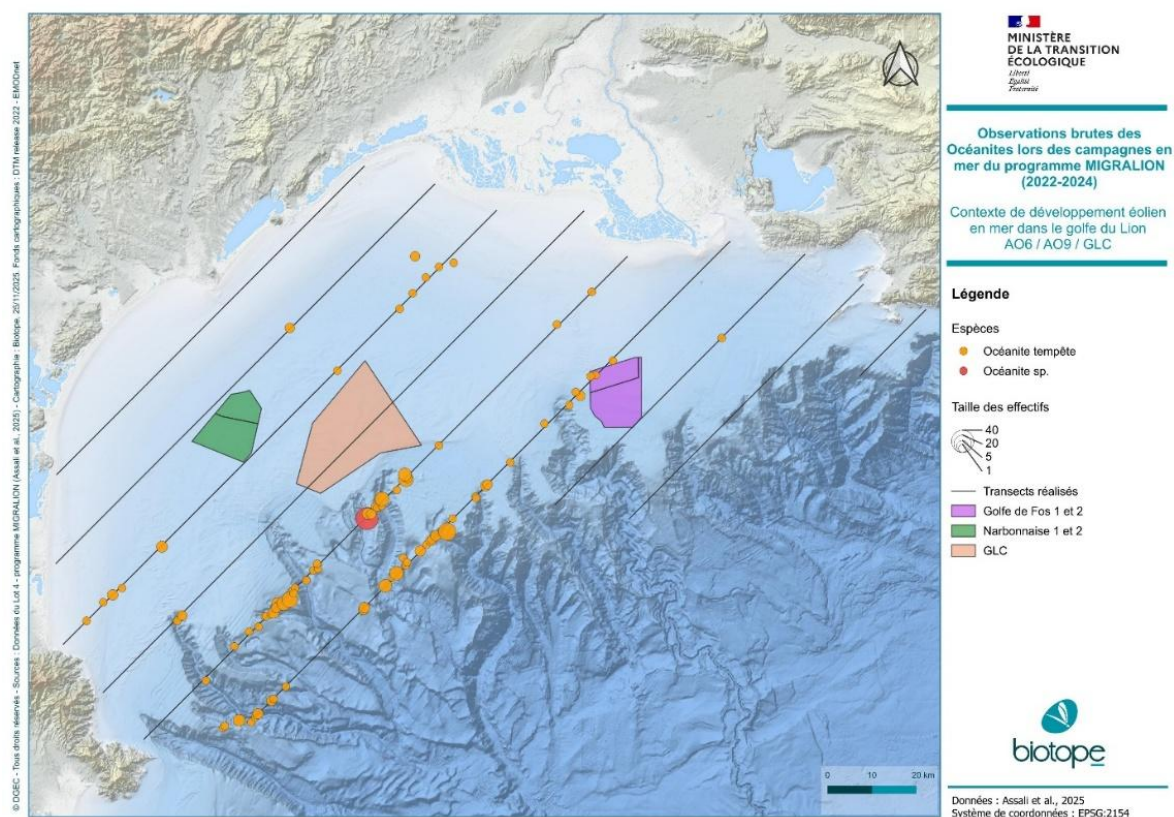
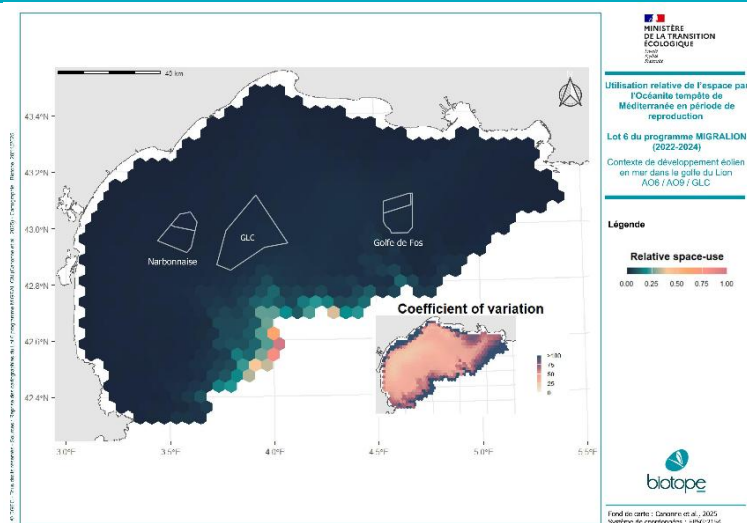


Figure 246 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Océanites lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale de l'Océanite tempête de Méditerranée a été estimée en période de reproduction et montre une présence relativement uniforme sur l'ensemble de la zone étudiée (Figure 247 ci-dessous). La zone de forte présence estimée au sud-est du golfe du Lion correspond à un secteur caractérisé par une forte incertitude, liée au manque de données disponibles dans des conditions environnementales peu échantillonnées. Les résultats dans cette zone-là doivent donc être interprétés avec précaution.

En reproduction Avril - aout



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 247 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

L'Océanite tempête de Méditerranée est une espèce planctonophage qui exploite de vastes zones marines allant du talus au plateau continental. Les dernières colonies françaises se situent aujourd'hui en Corse et potentiellement dans les îles d'Hyères et de Marseille.

Les Océanites tempêtes de Méditerranée présentes dans le golfe du Lion ne semblent pas quitter le bassin Méditerranéen durant la période internuptiale (Hémery et al., 1985, Paterson 1997). Les observations concernent donc majoritairement des oiseaux adultes non nicheurs ou des oiseaux immatures en provenance des grandes colonies comme les Baléares. L'espèce s'observe toute l'année avec toutefois un probable pic en fin d'été lié à la dispersion postnuptiale de ces grandes colonies de Méditerranée.

Lors des campagnes MIGRALION d'automne, des effectifs conséquents ont ainsi été notés au niveau des canyons proches de la zone de projet GLC. La présence d'oiseaux au printemps y est également notée mais en de plus faible quantité et plus ponctuellement. En effet, les conditions environnementales créées au niveau de fortes pentes telles que les rebords de plateau continental et des talus favorisent l'agrégation de proies, attirant ainsi de nombreuses espèces pélagiques d'oiseaux marins comme l'Océanite tempête de Méditerranée (Cox et al., 2018 ; Weimerskirch et al., 2007). Le secteur du Parc naturel marin du golfe du Lion situé au sud-ouest de la zone de projet semblerait jouer un rôle important pour les oiseaux non nicheurs ou pour les oiseaux ayant fini leur reproduction.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour l'Océanite tempête de Méditerranée montrent de faibles altitudes de vol pour cette espèce, généralement inférieure à 5 mètres (Figure 248).

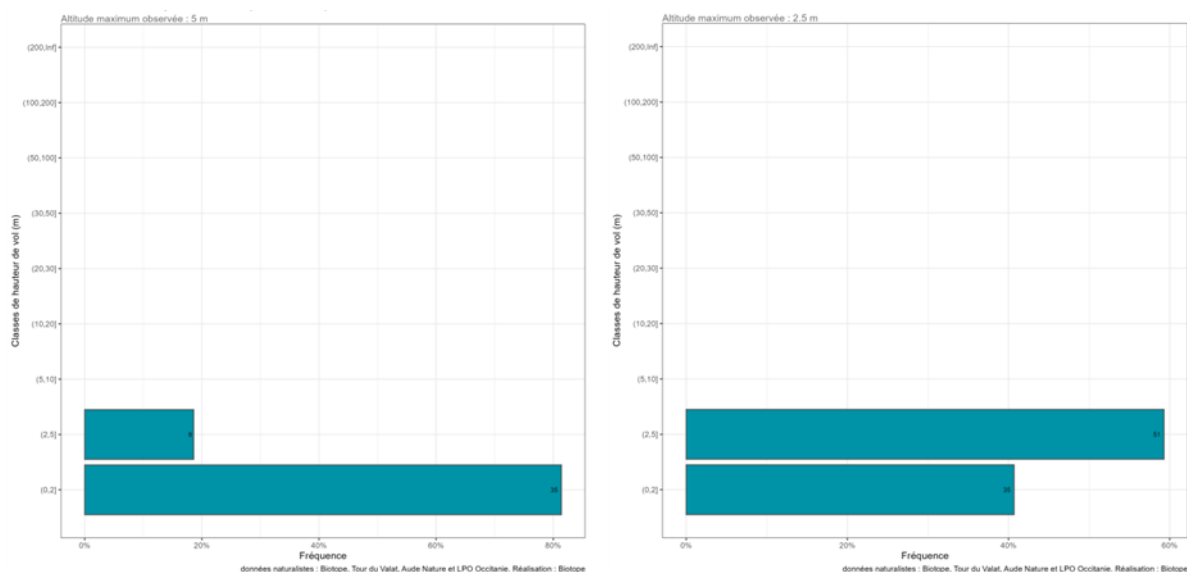


Figure 248 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour l'Océanite tempête de Méditerranée - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.12 Alcidés (Macareux moine et Pingouin torda)

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), les Alcidés ont été régulièrement observés avec 504 Macareux moines et 336 Pingouins tordas contactés au cumul des trois années, ce qui représente respectivement 1,2% et 0,8% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Sur les 10 campagnes des trois années cumulées, 90,3% des Macareux moines et 100% des Pingouins tordas ont été contactés en période pré-nuptiale.

Les observations d'Alcidés, plus denses en période pré-nuptiale, se répartissent sur l'ensemble du golfe du Lion, incluant le plateau continental et jusqu'au talus et têtes de canyons, comme le souligne la Figure 249 ci-dessous.

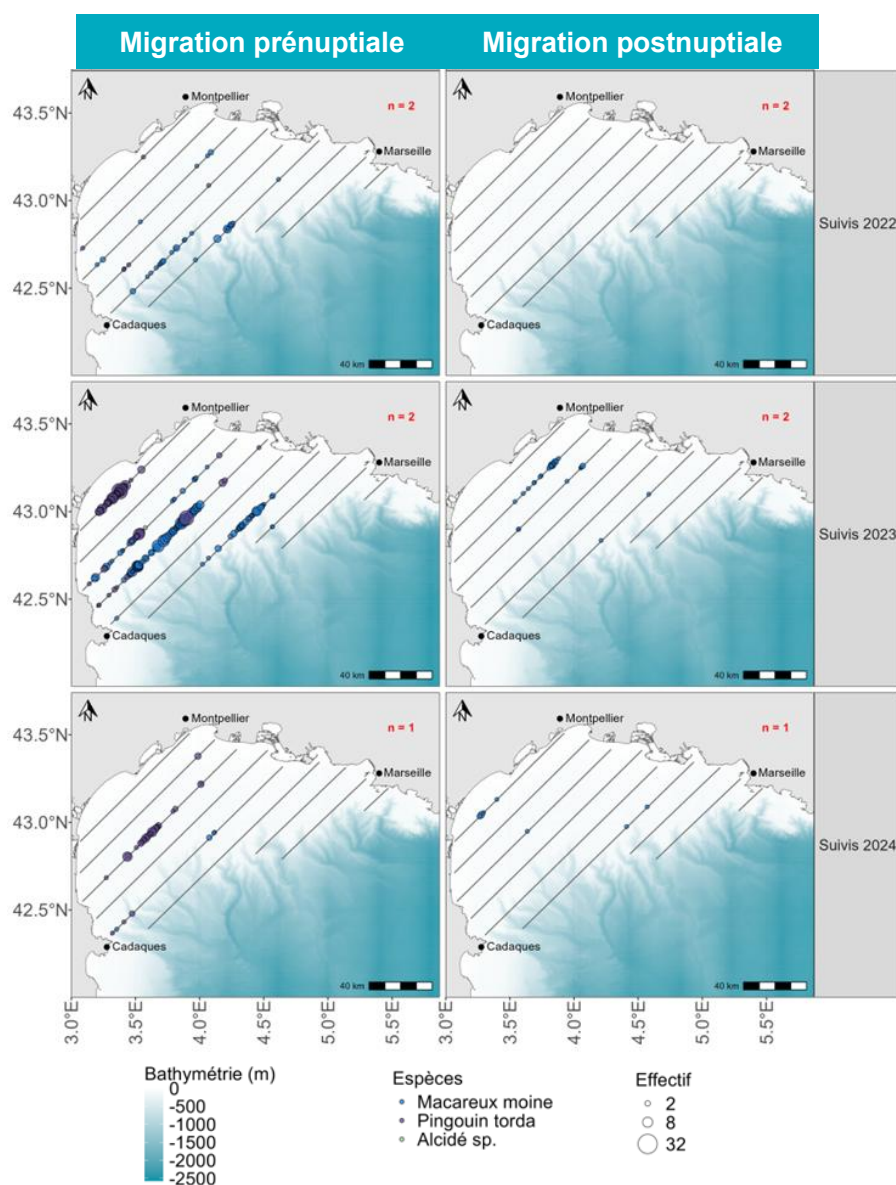


Figure 249 : Cartographie de synthèse des observations des Alcides - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), lors des 10 campagnes, 423 Macareux moines ont été observés en période prénuptiale et 41 en période postnuptiale. Ces individus représentent près de 3% de l'effectif total d'oiseaux observés au sein de cette zone fictive éloignée. Cette zone fictive autour de la zone de projet GLC accueille 92% des Macareux moines observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

Pour le Pingouin torda, 232 individus ont été observés au sein de la zone fictive autour de la zone de projet GLC en période prénuptiale. Ces individus représentent 2% de l'effectif total d'oiseaux observés sur la zone fictive éloignée. Cette zone fictive accueille 69% du total des Pingouins tordas observés à l'échelle du golfe du Lion.

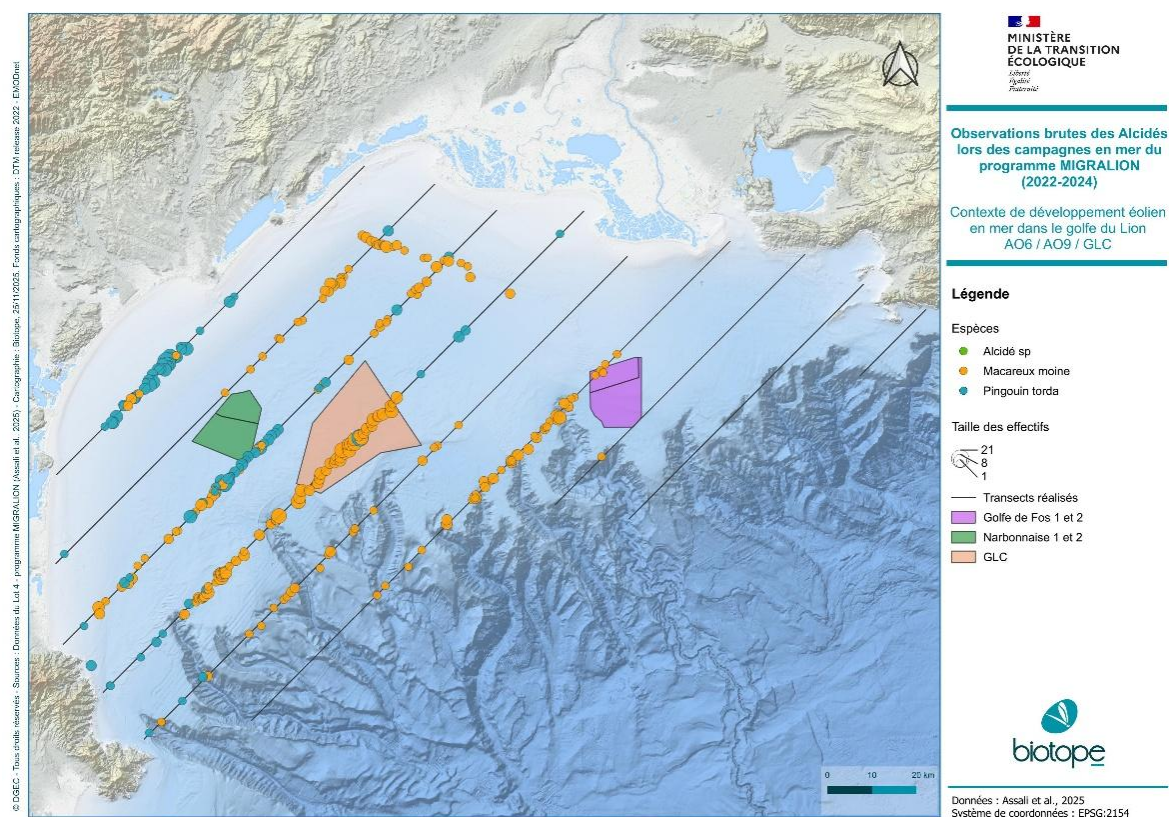


Figure 250 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Alcidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale du Macareux moine et du Pingouin torda a été estimée en dehors de la période de reproduction, respectivement à gauche et à droite sur les cartes ci-dessous (Figure 251). Les résultats soulignent que ces deux espèces d'Alcidés se concentrent plutôt au large, dans la partie Ouest du golfe incluant la zone de projet GLC.

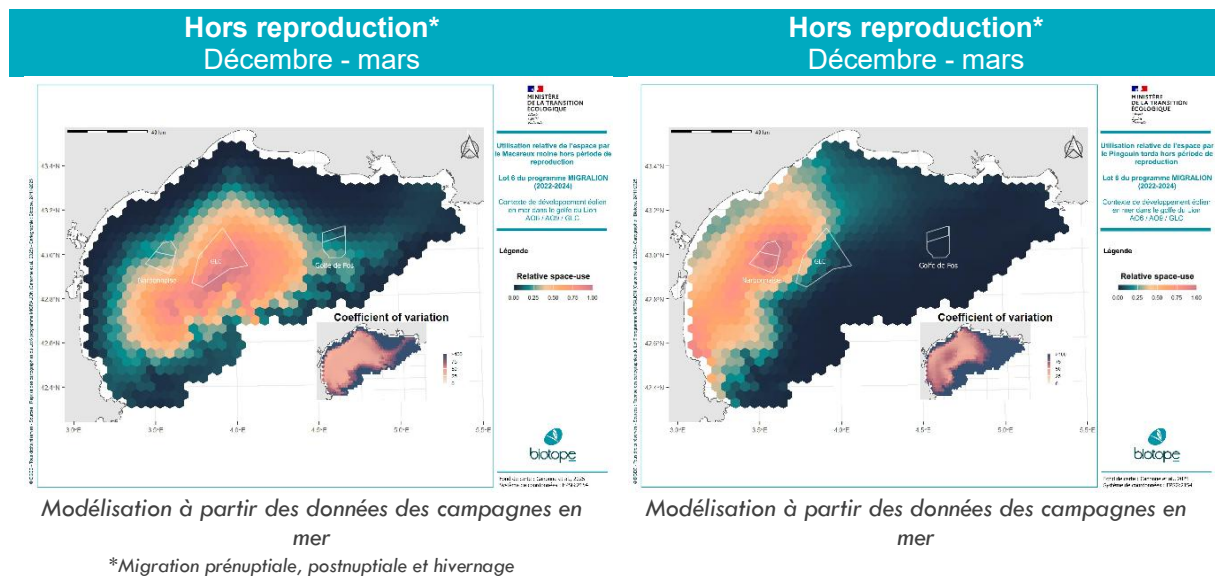


Figure 251 : Utilisation relative de l'espace par le Macareux moine (à gauche) et le Pingouin torda (à droite) en période hors reproduction dans le golfe du Lion. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Pingouin torda est essentiellement observé en hivernage au sein du golfe du Lion, et notamment au sein de la zone de projet GLC et un peu à l'Ouest. Cette présence importante sur la zone de projet est le reflet des observations printanières d'oiseaux dans toute la partie ouest du golfe du Lion.

Concernant le Macareux moine, l'espèce est connue pour fréquenter les eaux du golfe du Lion en été, essentiellement d'avril à juillet (Ruffray, 2014). Les observations dans le cadre des campagnes MIGRALION montrent une présence assez marquée au printemps, ce qui tend à prouver que les Macareux moines présents en Méditerranée sont des oiseaux immatures. Des zones de concentrations sont identifiées au niveau de la zone de projet GLC. Les premiers hivernants sont présents dès les mois d'automne. Cette phénologie d'observation des Macareux moines en Méditerranée est tout à fait particulière et fait l'objet souvent de débat au sein de la communauté ornithologique.

Lors des campagnes MIGRALION, le pic de présence des Alcidés se situait au mois de mars avec 1.37 ind.km^{-2} .

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour les Alcidés sont globalement faibles. Il faut toutefois noter des observations d'altitude de vol situés entre 10 et 20 mètres pour le Pingouin torda au printemps (Figure 252).

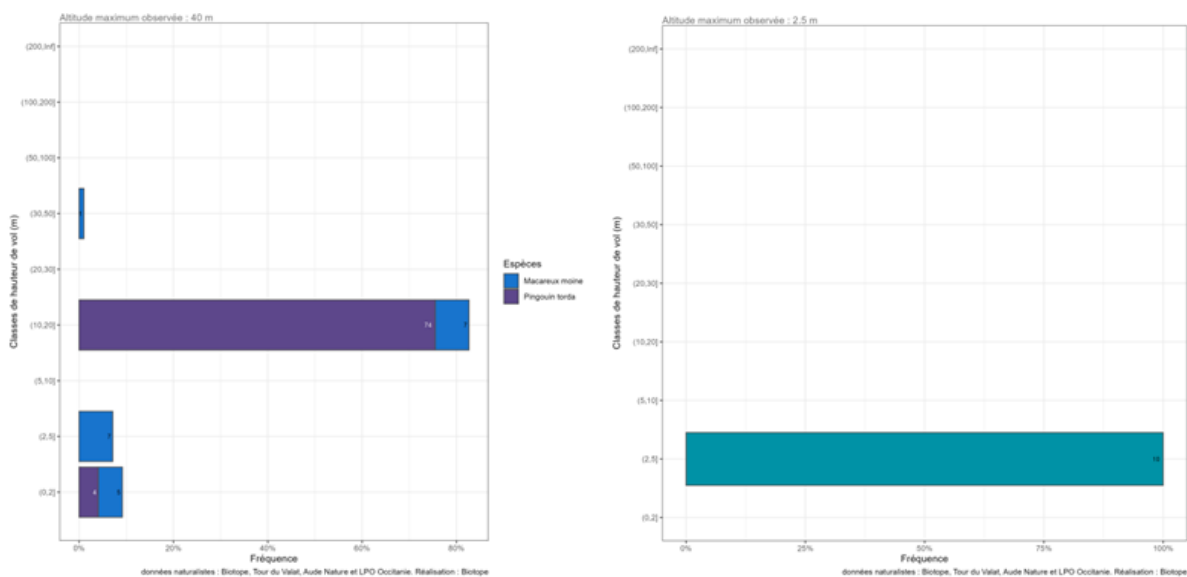


Figure 252 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Alcidés - Expertises nautiques 2022-2024. A droite, Macareux moine uniquement. (Assali et al., 2025).

3.1.13 Fou de Bassan

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Fou de Bassan a été observé de manière anecdotique : 17 individus ont été contactés au cumul des trois années pour un effectif total d'oiseaux contactés de 40 703 individus. Ces observations se répartissent équitablement entre périodes pré-nuptiale (41%) et post-nuptiale (59%). Elles restent relativement proches côtières pour la plupart malgré quelques exceptions, donc assez éloignées de la zone de projet GLC (Figure 253).

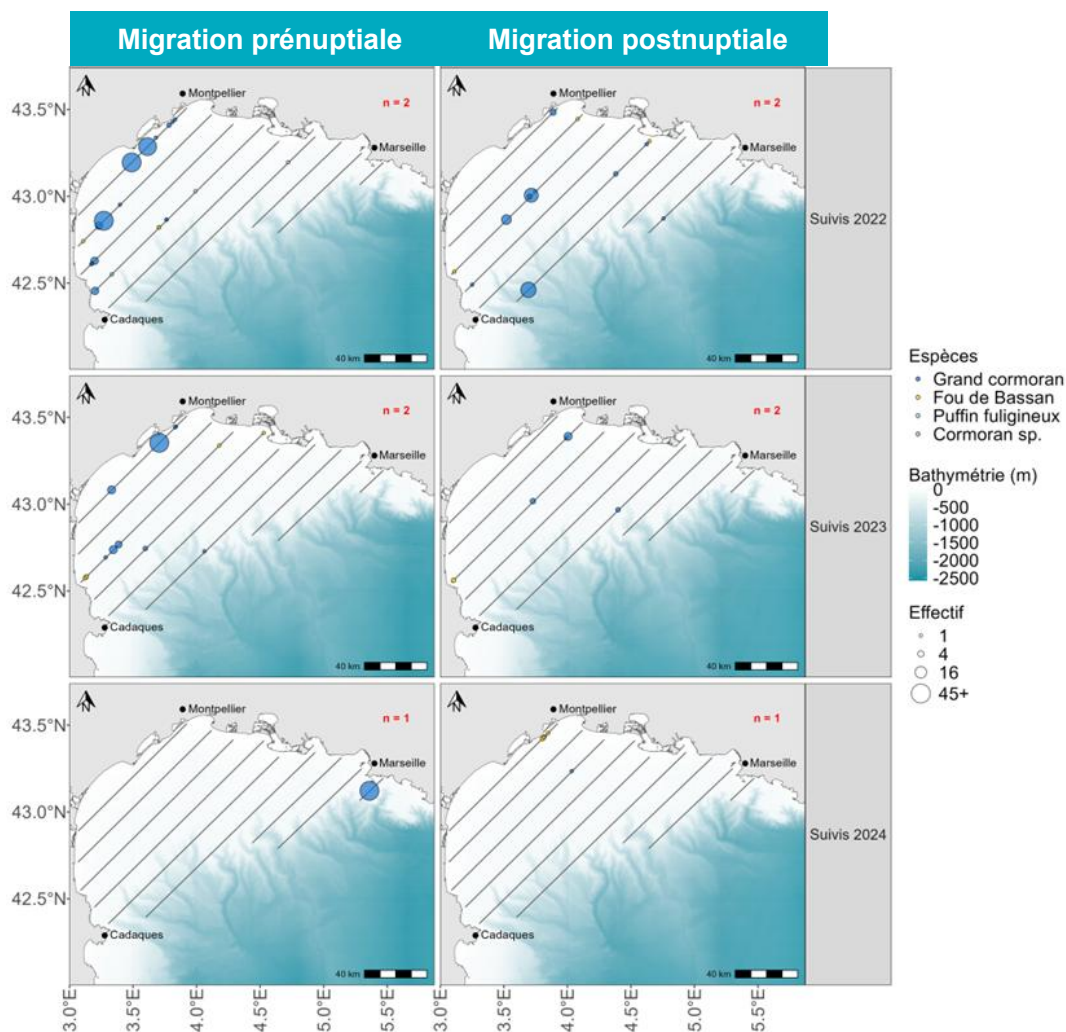
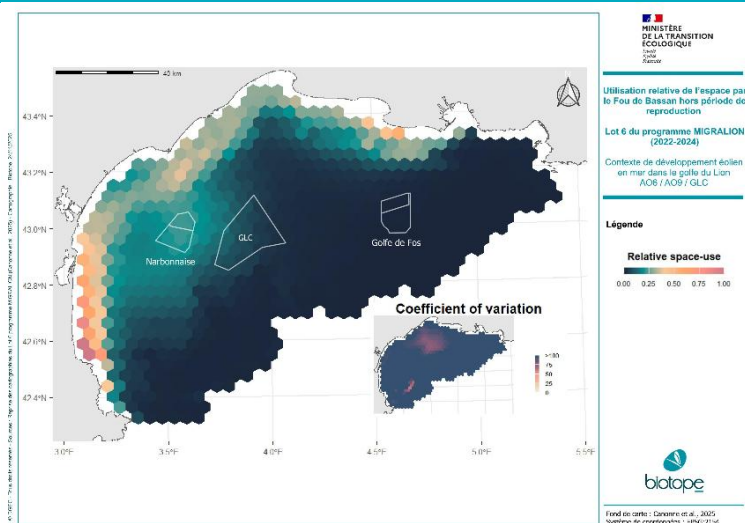


Figure 253 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), cinq individus ont été observés lors des 10 campagnes réalisées en proche côtier sauf un individu à environ 12 km au sud-ouest de la zone de projet. Cinq individus supplémentaires ont également été observés en dehors des transects et temps d'effort d'observation proche de la côte. Les observations côtières se situaient principalement entre 2 km et 10 km du littoral entre Sète et Frontignan.

La répartition spatiale du Fou de Bassan a été estimée en dehors de la période de reproduction et montre une présence majoritairement côtière donc éloignée de la zone de projet GLC (Figure 254 ci-dessous). Ces estimations présentent une incertitude élevée liée à un nombre de données limité pouvant être utilisé pour la modélisation, avec 52 données observations (regroupées par cellules, date et type de campagne) pour le Fou de Bassan.

Hors reproduction Octobre - Avril



Modélisation à partir des données des campagnes en mer

Figure 254 : Utilisation relative de l'espace par l'Océanite tempête de Méditerranée en période de reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols relevées pour le Fou de Bassan sont inférieures à 20m en période prénuptiale et inférieures à 30m en période postnuptiale (Figure 255).

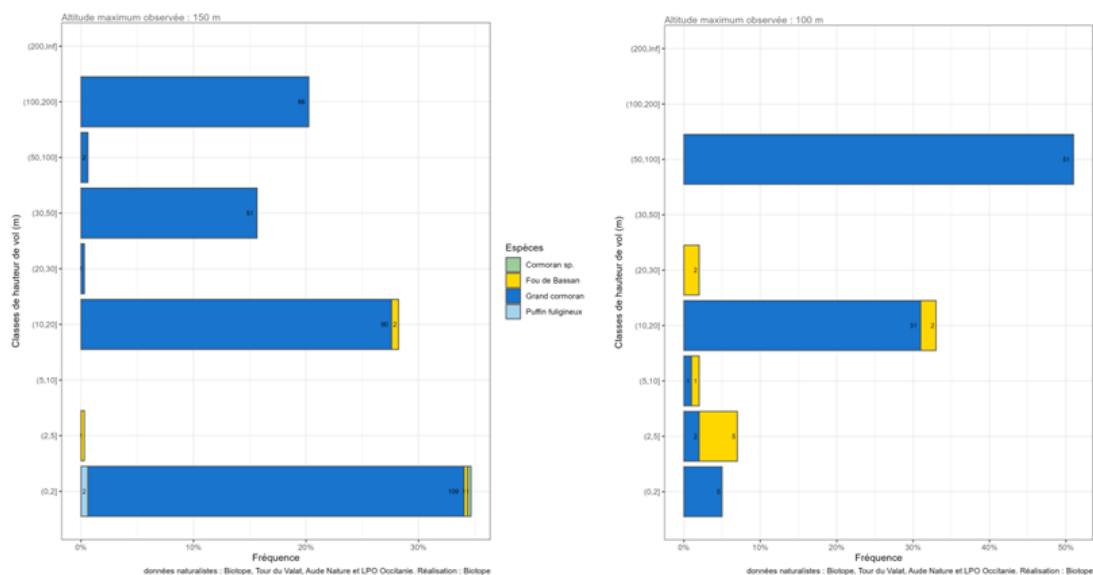


Figure 255 : Comparaison prénuptiale (gauche) et postnuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Fou de Bassan - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.14 Labbes

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), plusieurs Stercorariidés ont été identifiés à l'espèce : le Labbe pomarin et le Labbe parasite plus communes, ainsi que le Grand labbe et le Labbe à longue queue plus anecdotiques. Au total, 132 Stercorariidés ont été contactés au cumul des trois années dont 70 Labbes pomarins et 53 Labbes parasites, ce qui représente 0,3% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). 86% de ces observations ont été réalisées en périodes prénuptiale contre 14% en période postnuptiale.

Les observations sont réparties dans l'ensemble du golfe du Lion, tant au niveau du plateau continental que plus au large vers le talus et les canyons (Figure 256). Le Labbe pomarin semble légèrement plus pélagique, avec une utilisation plus régulière de la zone de projet GLC, que le Labbe parasite qui est plus côtier.

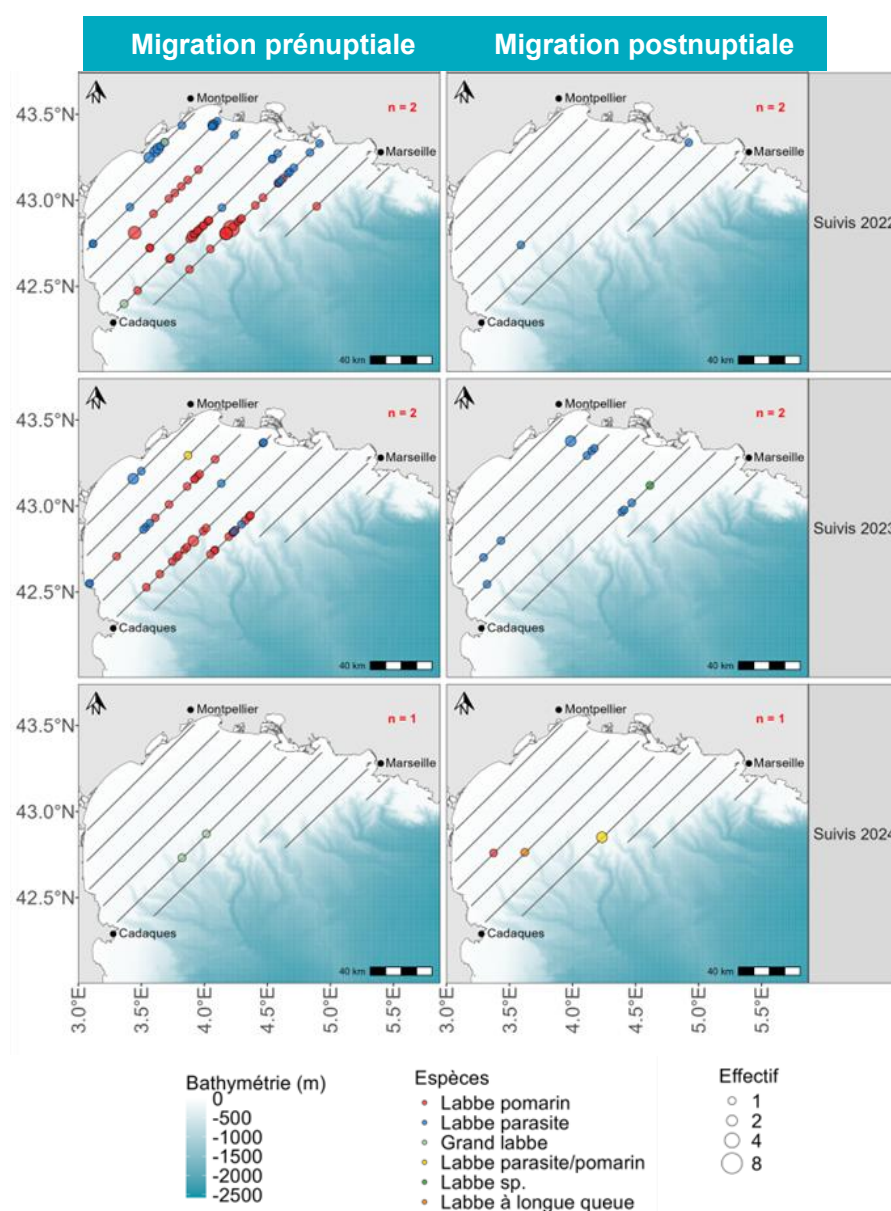


Figure 256 : Cartographie de synthèse des observations de Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 100 labbes spp (toutes espèces confondues) ont été observés lors des 10 campagnes. Ces individus représentent plus de 0,5% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de la zone fictive éloignée. Cette zone fictive accueille 76% des Labbes sp. observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

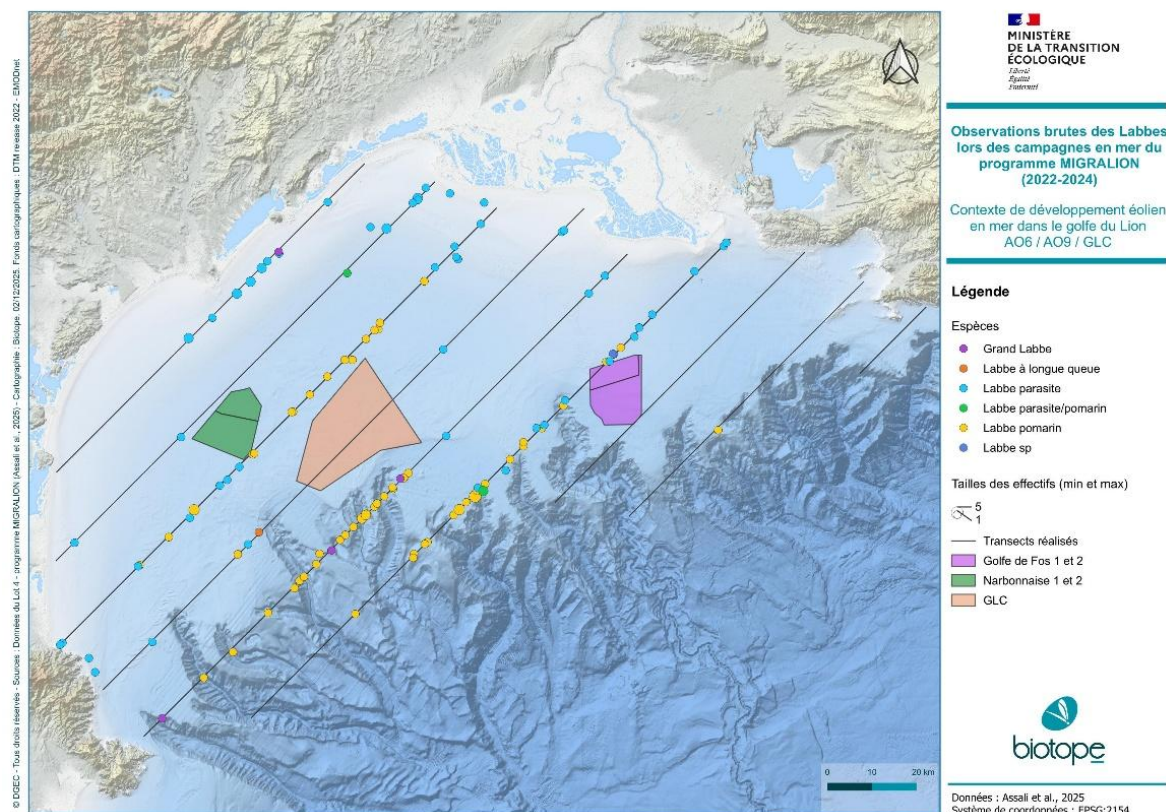
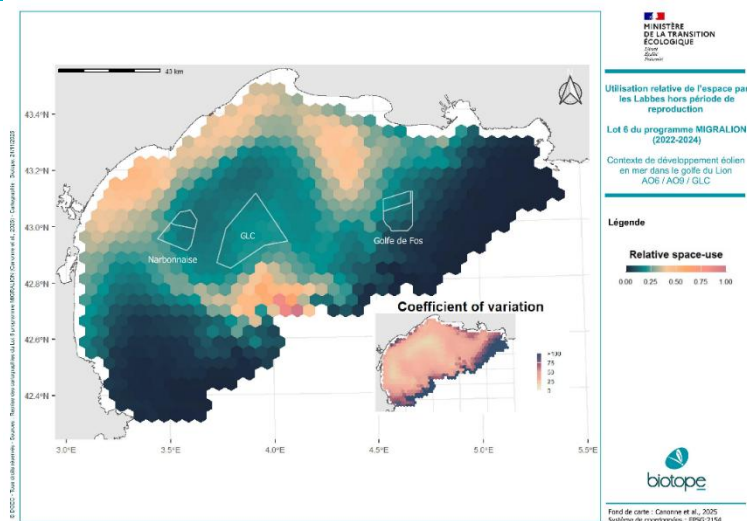


Figure 257 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer des Stercorariidés lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

La répartition spatiale des Stercorariidés a été estimée en période hors reproduction (migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage) et semble hétérogène, combinant une forte présence côtière et une occupation des zones profondes au large (Figure 258).

Hors reproduction* Septembre - mai



Modélisation à partir des données des campagnes en mer
*Migration prénuptiale, postnuptiale et hivernage

Figure 258 : Utilisation relative de l'espace par les Stercorariidés en période hors reproduction dans le golfe du Lion, estimée à partir des données issues des campagnes en mer. Les encarts situés en bas à droite de chaque carte représentent l'incertitude associée à nos estimations, exprimée par coefficient de variation.

Le Labbe parasite s'observe en période de migration à la fois prénuptiale et postnuptiale avec une concentration plus importante des observations pour la première période. Le passage postnuptial débute fin juillet et s'étale jusqu'en octobre avec une répartition globalement pélagique sur l'ensemble du golfe incluant la zone de projet.

Le Labbe pomarin est plus présent à l'automne avec une répartition plus pélagique que le Labbe parasite, utilisant a priori davantage la zone de projet. L'espèce est en revanche quasi absente à l'automne.

Le Labbe à longue queue observé au cours de la campagne de fin août 2024, au sud-ouest de la zone de projet GLC, est une espèce considérée comme rare dans le golfe du Lion.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vols des labbes sont très variables, en lien avec les bonnes capacités des espèces concernées pour évoluer à différentes altitudes (notamment pour le cleptoparasitisme). Des oiseaux évoluant à plus de 30 mètres sont ainsi réguliers lors des observations réalisées (Figure 259).

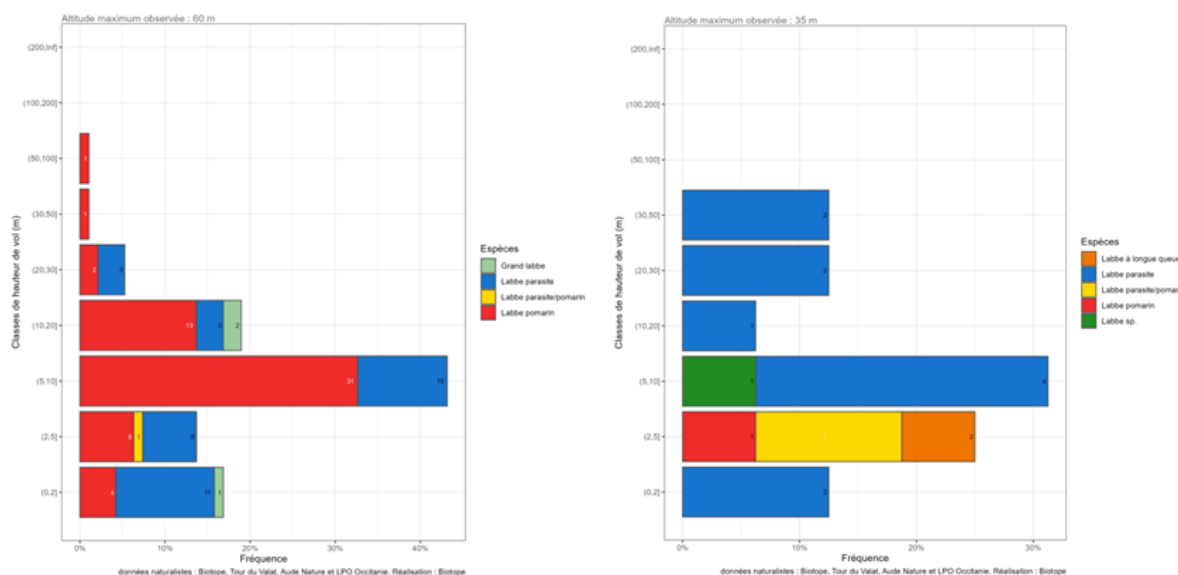


Figure 259 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour les Stercorariidés - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.15 Grand Cormoran

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), le Grand Cormoran est une espèce régulièrement observée avec 411 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 1% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). Ces observations sont majoritaires en période pré-nuptiale avec 78% des individus contactés contre 22% en période post-nuptiale.

Ces observations de Grand Cormoran se répartissent sur tout le golfe du Lion et semblent légèrement plus côtières en période pré-nuptiale, comme le montre la Figure 260 ci-dessous.

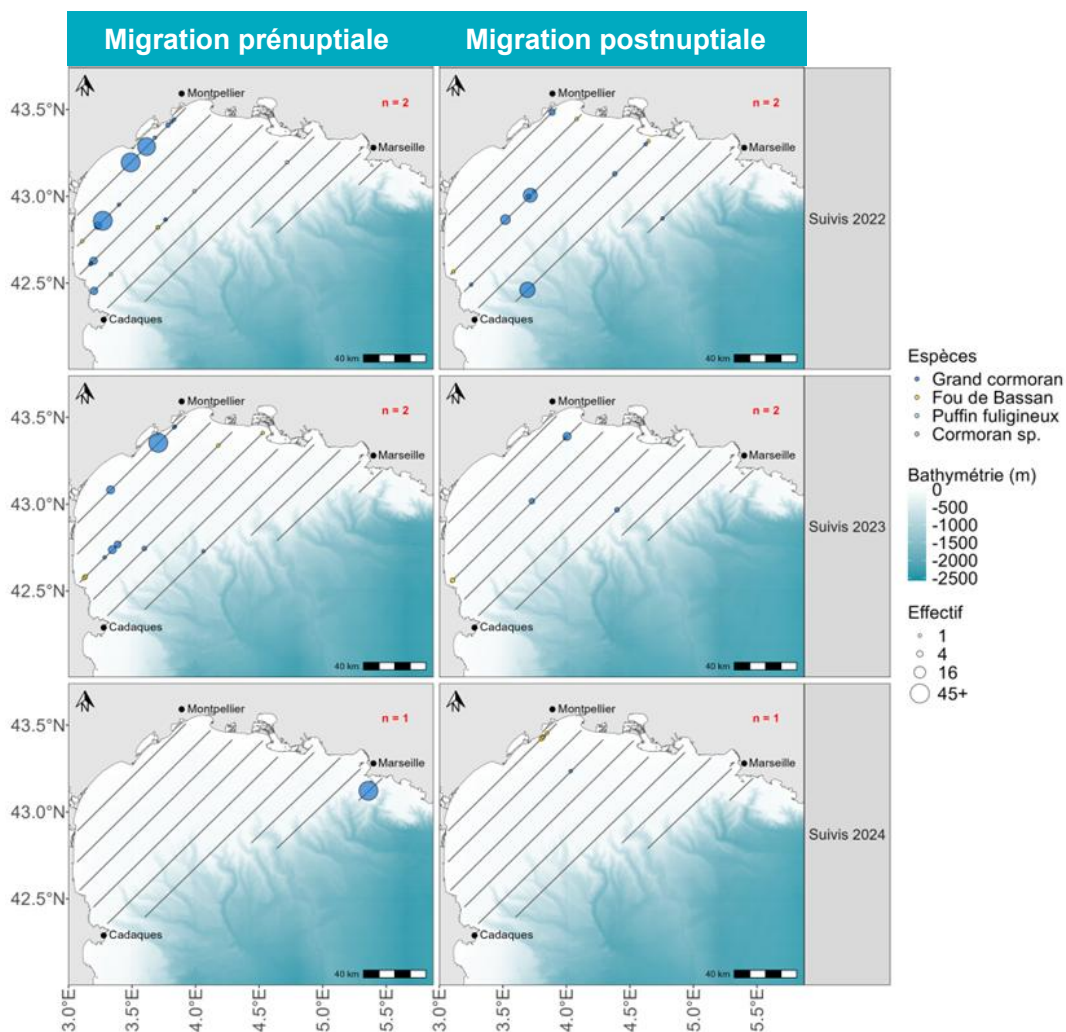


Figure 260 : Cartographie de synthèse des observations de plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 193 Grands Cormorans ont été observés en période prénuptiale et 54 individus en période postnuptiale. Ces individus représentent plus de 1% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de la zone fictive éloignée. Cette zone fictive accueille 60% des Grands Cormorans observés sur l'ensemble du golfe du Lion.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol relevées pour les Grands Cormorans sont très variables et peuvent atteindre 100 - 200 mètres d'altitude selon les conditions observées en mer. (Figure 261).

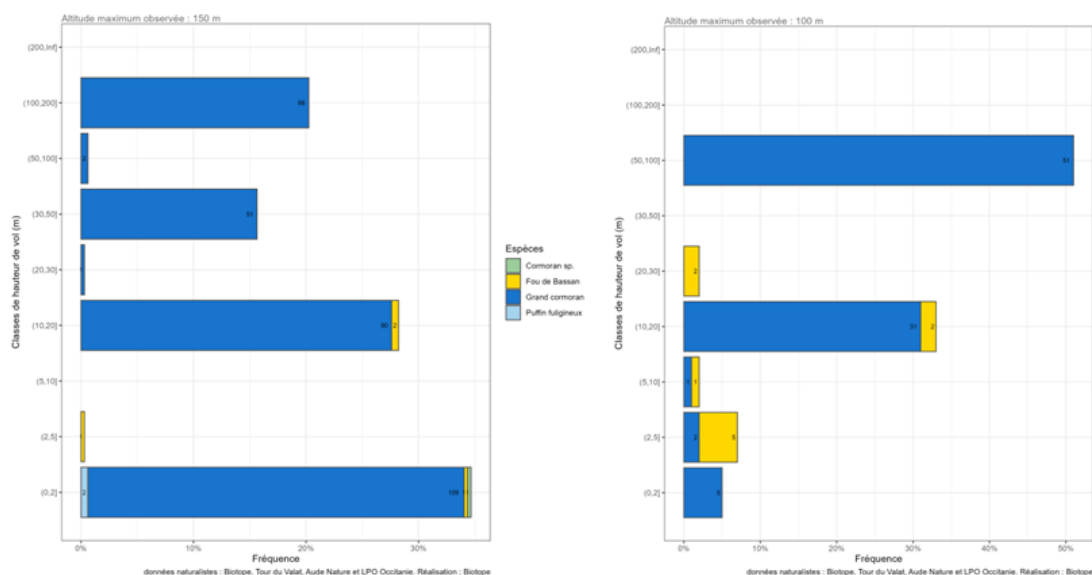


Figure 261 : Comparaison pré-nuptiale (gauche) et post-nuptiale (droite) des hauteurs de vol observées pour plusieurs espèces occasionnelles d'oiseaux marins dont le Grand Cormoran - Expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

3.1.16 Guifette noire

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), la Guifette noire a été régulièrement observée avec 967 individus contactés au cumul des trois années, ce qui représente 2,4% de l'effectif total d'oiseaux observés (40 703 individus). En 2022, 6 Guifettes noires ont été observées en période pré-nuptiale contre 8 en période post-nuptiale. En 2023 et en 2024, 100% des Guifettes noires ont été observées en période post-nuptiales (respectivement 694 et 259 individus).

Ces observations de Guifettes noires sont principalement regroupées vers les canyons et talus du golfe du Lion, au sud de la Camargue comme le souligne la Figure 262, avec toutefois quelques observations plus côtières sur le littoral de Camargue.

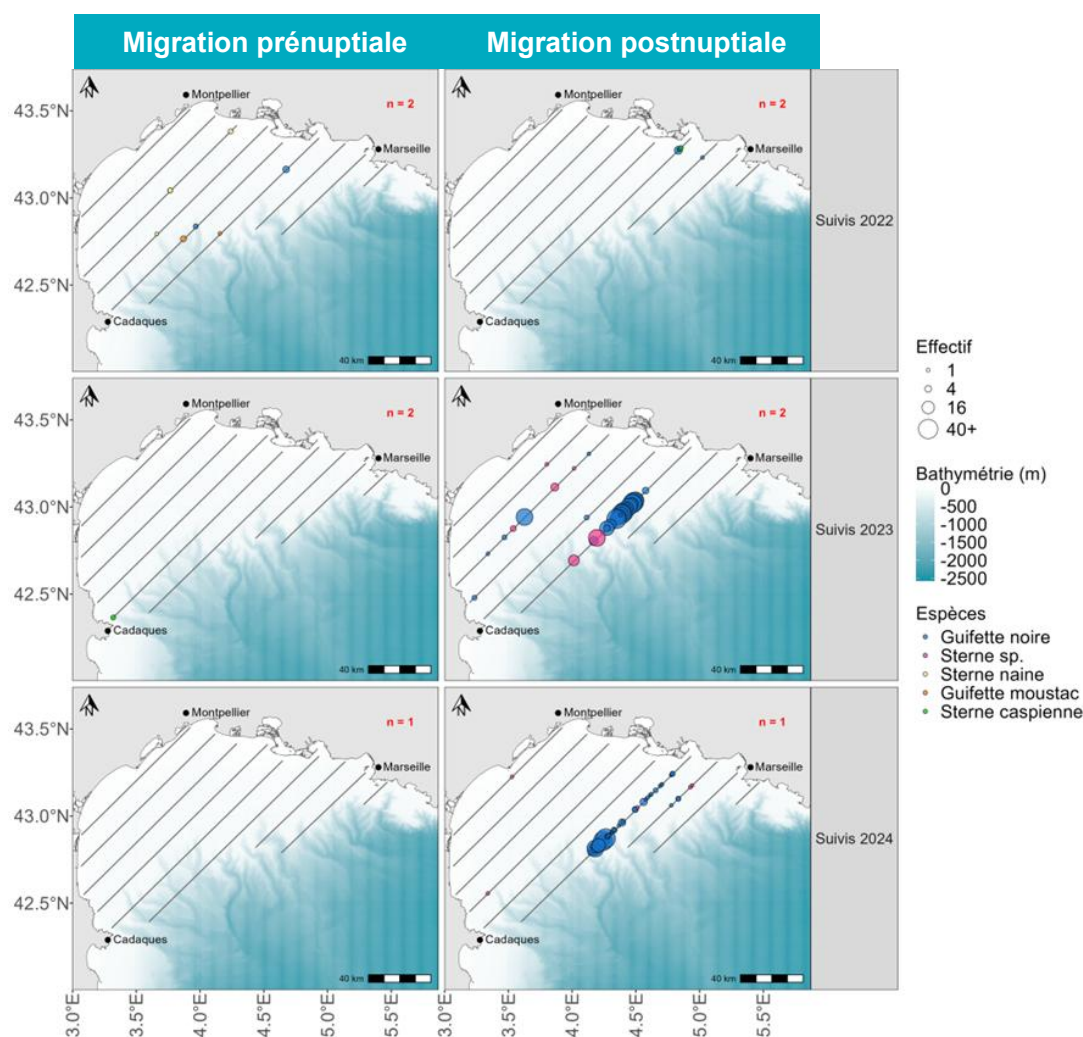


Figure 262 : Cartographie de synthèse des observations de Sterninés dont les Guifettes noires - Expertises nautiques 2022-2024.

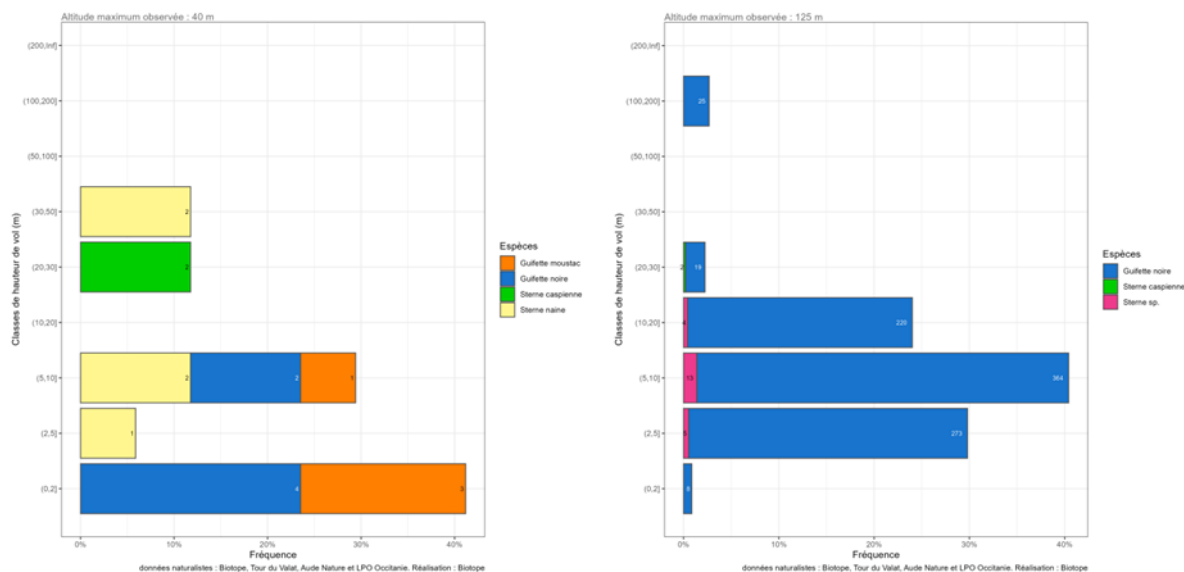
A l'échelle d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), 926 individus ont été observés lors des 10 campagnes (dont 99% en période postnuptiale). Ces individus représentent moins de 5% de l'effectif total des oiseaux observés au sein de la zone fictive éloignée. Cette zone fictive accueille 96% des Guifettes noires observées sur l'ensemble du golfe du Lion.

La Guifette noire se reproduit dans les régions tempérées, méditerranéennes ou steppiques d'Europe et d'Asie avec des bastions européens situés en Europe de l'Ouest (Biélorussie, Russie, Ukraine, Lettonie, Pologne etc. L'espèce fréquente surtout les étangs, les marais continentaux ou arrière littoraux et s'observe en période de migration sur les grands cours d'eau, sur les marais littoraux et ainsi qu'en mer. Le littoral méditerranéen, et plus particulièrement le delta du Rhône, jouent un rôle important aux deux passages, notamment lors du mois d'août avec plusieurs milliers d'individus qui fréquentent le littoral camarguais. Des dortoirs qui regroupent plusieurs milliers d'individus sont parfois observés lors de la migration postnuptiale dans ce secteur (Bousquet et al., 2022).

Les Guifettes noires ont une présence marquée au large de la Camargue entre mi-août et mi-septembre, non loin de la zone de projet GLC donc. Des groupes mixtes de plusieurs milliers d'oiseaux se forment alors avant la traversée de la Méditerranée. La Camargue et son littoral semblent jouer un rôle majeur dans la conservation de l'espèce en tant que site de halte migratoire.

La migration prénuptiale de la Guifette noire semble être plus orientale avec des voies migratoires dans le bassin méditerranéen, notamment en Italie avant de regagner les pays bas par l'Europe centrale (van der Winden et al., 2014). Elle n'a ainsi pas été détectée lors des campagnes en mer.

Lors des campagnes nautiques, les hauteurs de vol en halte migratoire de la Guifettes noire sont situées entre 2 et 20 mètres. L'espèce semble capable de voler à des altitudes élevées (> 100 m), ce qui limite sa détectabilité notamment lors des phases de migrations actives (Figure 263).



3.1.17 Autres espèces d'oiseaux marins observées sur la zone

Lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (lot 4) d'autres espèces marines ont été observées ou contactées par acoustique. Au sein d'une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet de développement éolien GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), on retrouve le Goéland d'Audouin, le Goéland pontique, la Guifette moustac, le Plongeon arctique, le Puffin fuligineux et la Sterne naine. Ces espèces ont toutes au moins une fois été contactées visuellement ou acoustiquement à moins de 12 km de la zone de projet.

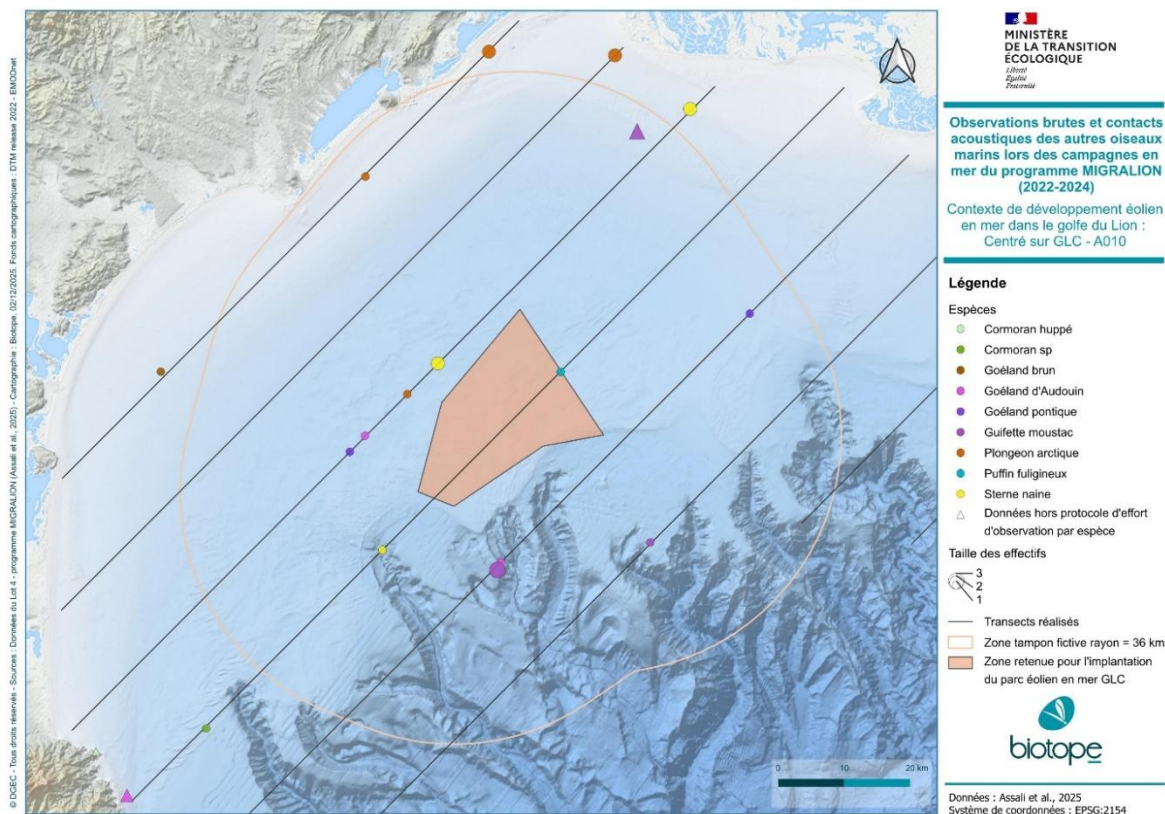


Figure 264 : Synthèse des observations brutes et contacts acoustiques en mer pour les autres espèces d'oiseaux marins lors des campagnes en mer du programme MIGRALION (2022-2024).

3.2 MIGRATEURS TERRESTRES

Pour rappel, la zone d'étude a été scindée en trois zones afin d'interpréter les résultats : une zone côtière de 0 à 15 km du littoral, une zone intermédiaire 15-60 km et une zone pélagique à plus de 60 km du littoral (voir Figure 3).

3.2.1 Faucon d'Eléonore

Aucun individu équipé n'a utilisé le golfe du Lion en direction Sud-Nord lors de sa migration pré ou postnuptiale. Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

3.2.2 Faucon crécerellette

Lors de la migration postnuptiale, le Faucon crécerellette (n=22) utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 25% de son temps, la partie intermédiaire (15-60 km) pour environ 15% de son temps et la partie pélagique (> 60 km) pour moins de 5%. La majorité des individus ont traversé le golfe du Lion directement par le large à des hauteurs variés (0 jusqu'à plus de 1 000 m). Un individu a utilisé brièvement la zone de développement lors de sa migration, à des hauteurs supérieures à 500 m d'altitude. **La zone représente environ 3% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, le Faucon crécerellette (n=11) passe environ 25% de son temps en bande côtière et en milieu pélagique, et un peu moins de 20% dans la partie intermédiaire du golfe du Lion. La plupart des individus ont longé la côte vers l'Espagne. Deux individus ont traversé la zone de développement lors de leur migration, à des hauteurs variables : 20-300 m ou 500-1000 m. **La zone représente environ 13% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Quelques individus ont été observés lors des campagnes nautiques (lot 4) dans le golfe du Lion, hors de la zone de développement.

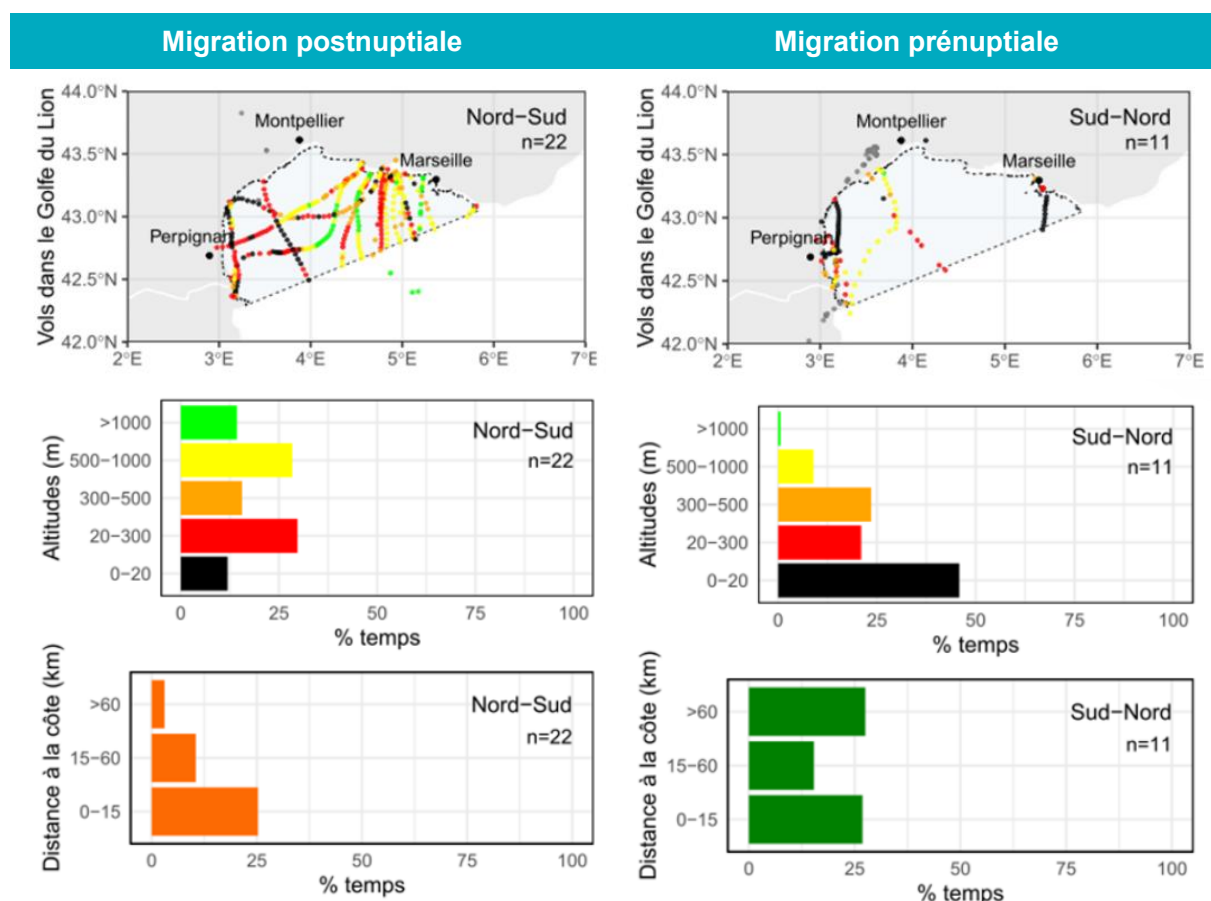


Figure 265 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Faucon crécerellette (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.3 Tourterelle des bois

Lors de la migration postnuptiale, la Tourterelle des bois (n=12), se dirigeant vers l'Afrique du Nord, a traversé le golfe du Lion en diagonale vers le large à des hauteurs variées. Certains individus ont migré à basse altitude (< 300 m) et d'autres à haute altitude (> 500 m). Plusieurs individus ont traversé la zone de développement lors de leur migration, à des hauteurs variables selon les individus (< ou > 300 m). **La zone représente environ 9% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, une seule Tourterelle des bois (n=1) a émis des données. Elle a migré depuis les côtes à l'Ouest en diagonale vers la Camargue, à basse altitude (< 300 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

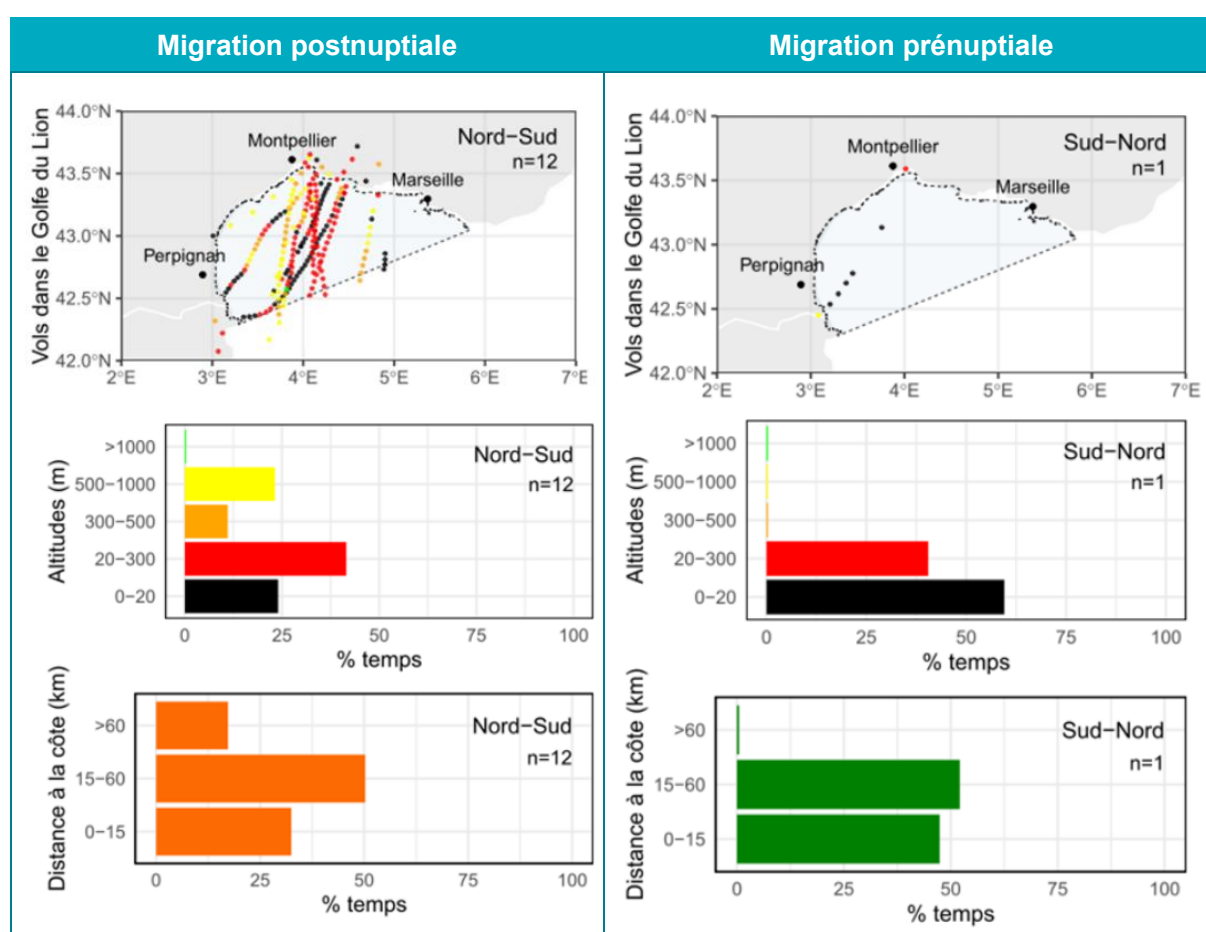


Figure 266 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Tourterelle des bois (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.4 Rollier d'Europe

Lors de la migration postnuptiale, le Rollier d'Europe (n=7) utilise majoritairement la partie intermédiaire (15-60 km, environ 70% du temps), puis la bande côtière (0-15 km ; environ 10% du temps) du golfe du Lion, et dans une moindre mesure sa partie pélagique (> 60 km). L'espèce utilise différentes stratégies de traversée du golfe du Lion pour rejoindre l'Afrique : soit en parallèle des côtes dans l'Est ou l'Ouest du golfe, à proximité relative, soit traverser par le milieu du golfe vers le large de la Méditerranée. Les altitudes de vol sont aussi diverses que les stratégies. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, les trajectoires des individus ne sont pas complètes du fait de balises faiblement chargées au début de la migration (nidification en cavités sans lumière). Un individu a potentiellement traversé la zone de développement lors de sa migration.

L'espèce a migré au-dessus des terres pour rejoindre ses sites de reproduction.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

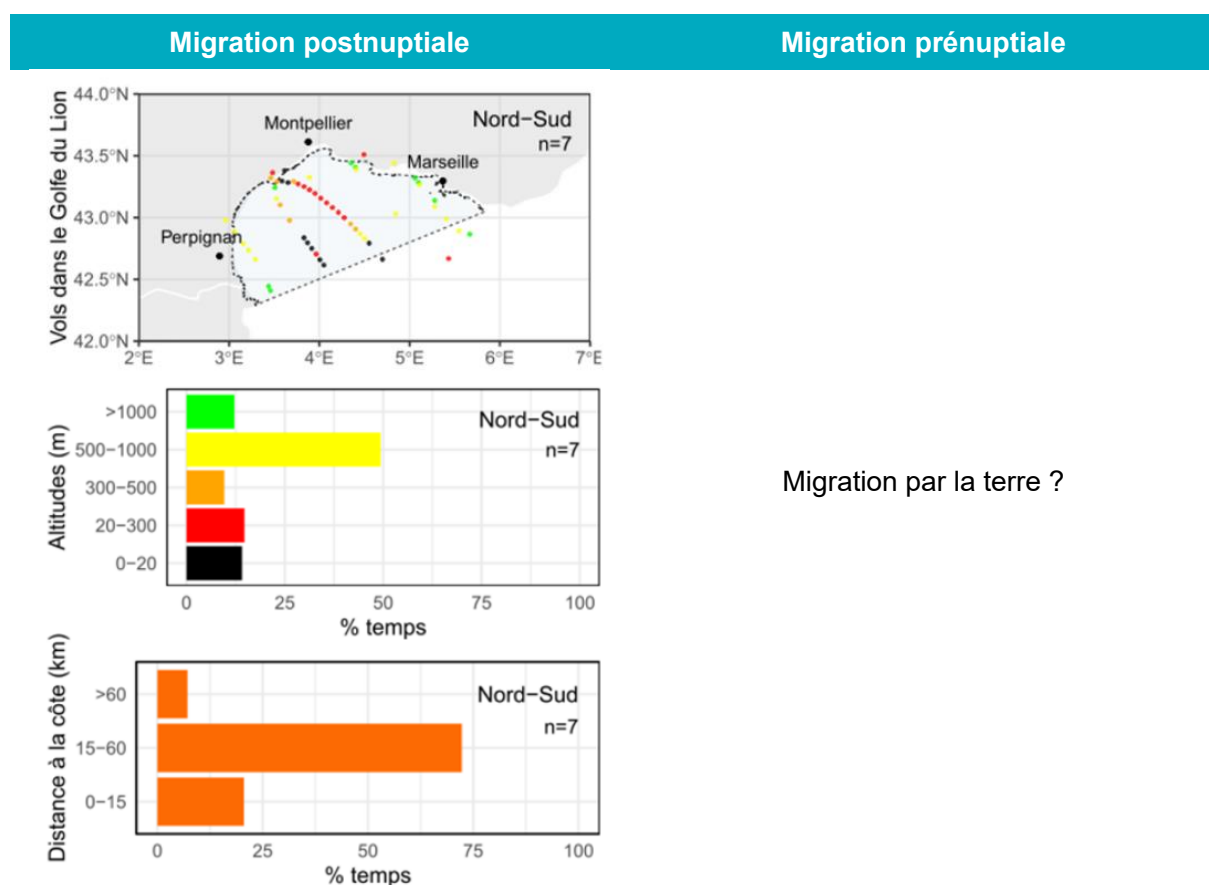


Figure 267 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Rollier d'Europe (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.5 Coucou geai

Lors de la migration postnuptiale, le Coucou geai (n=15), se dirigeant vers l'Espagne ou l'Afrique de l'Ouest, a adopté différentes stratégies selon les individus : longer la côte d'Est en Ouest, longer les côtes dans l'Est du golfe, ou se diriger vers le large du golfe en direction de l'Espagne. Les hauteurs de vol sont variées. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à des hauteurs variées (20 - > 1000 m). **La zone représente environ 17% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration pré-nuptiale, peu d'individus (n=2) ont émis des données. Un individu est revenu par l'Est du golfe en longeant les côtes et un autre est revenu depuis l'Espagne en traversant le golfe en diagonale, proche des côtes. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration pré-nuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

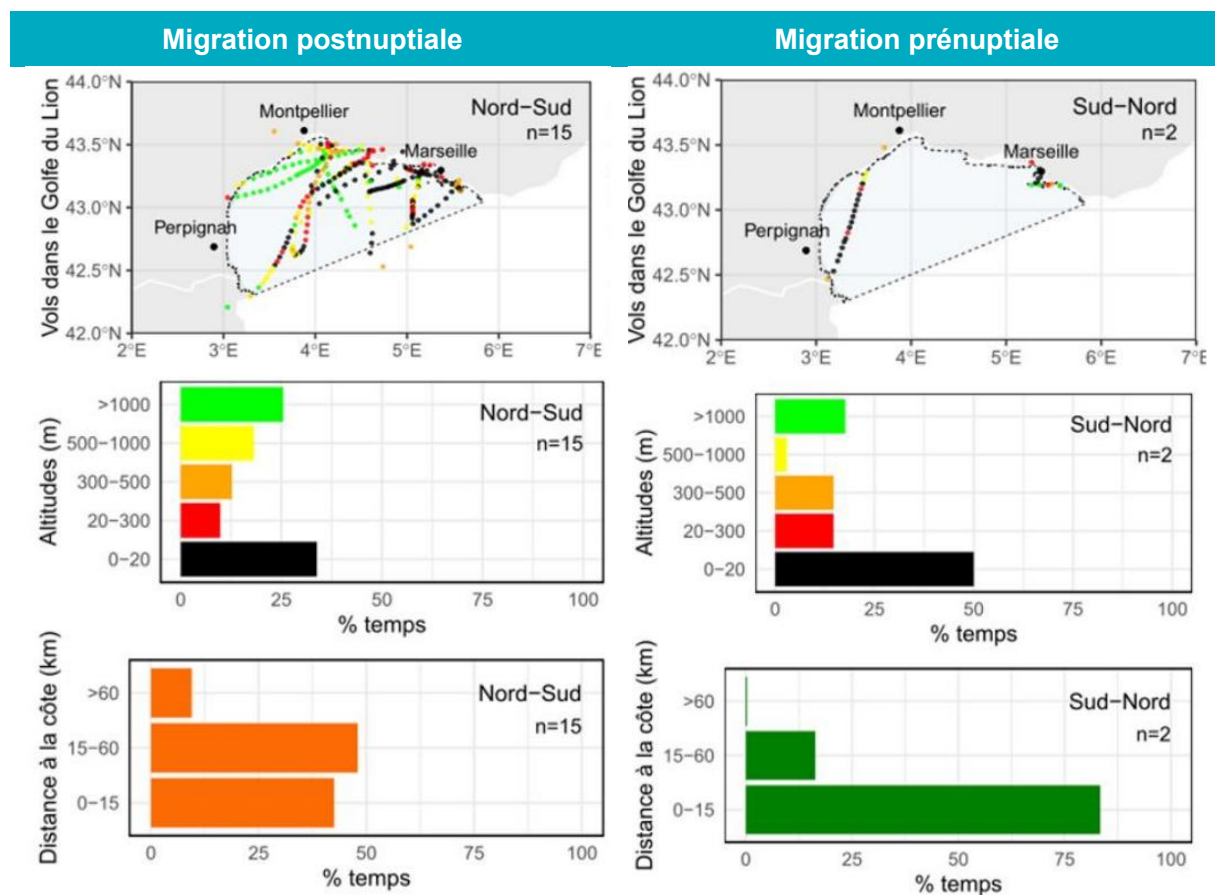


Figure 268 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale du Coucou geai (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.6 Glaréole à collier

Lors de la migration postnuptiale, la Glaréole à collier (n=6) utilise à proportion égale (environ 40%) la bande côtière (0-15 km) et la partie intermédiaire (15-60 km) du golfe du Lion. Les individus équipés ont migré en direction du large de la Méditerranée, en utilisant la moitié Est du golfe, ou en longeant la côte près de Marseille. Les traversées ont été effectuées soit à très haute altitude >1000 m, soit à basse altitude (20-300 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Lors de la migration prénuptiale, il n'y a que deux individus qui fournissent des données. Un individu a migré en longeant la côte près de Marseille également, et l'autre individu a traversé le golfe dans la moitié Ouest. Les altitudes de vol étaient globalement très basses (< 20 m). Un individu a traversé la zone de développement. **La zone représente environ 13% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale** (en lien avec le peu de données).

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

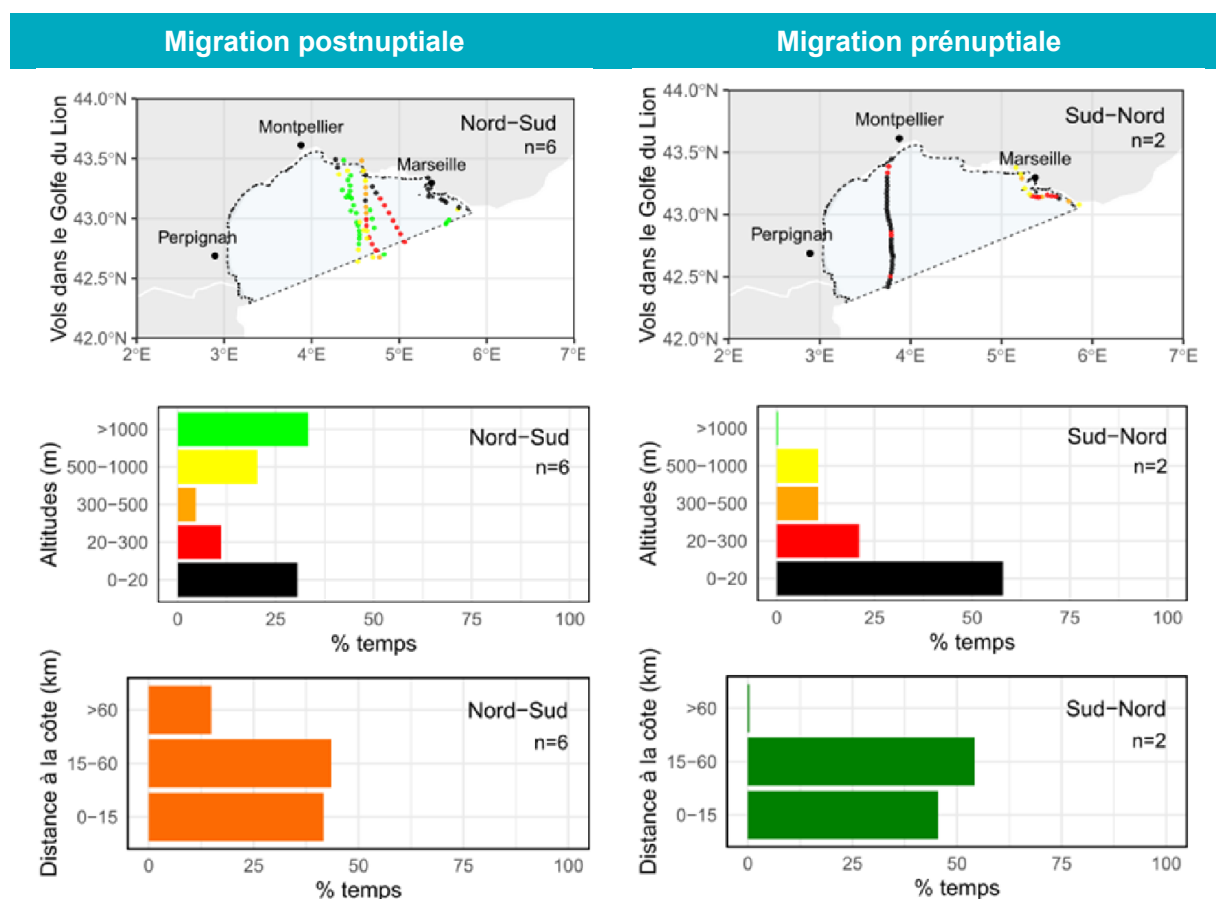


Figure 269 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Glaréole à collier (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.7 Héron pourpré

Lors de la migration postnuptiale, le Héron pourpré (n=10) utilise la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km) pour environ 30% de son temps et la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour environ 63% de son temps. L'oiseau adopte, soit une traversée directe à haute altitude, passant 30% de son temps à plus de 500 m d'altitude, soit une route diagonale via l'Espagne à basse altitude, utilisant 55% de son temps à moins de 300 m. Un individu équipé a traversé la zone de développement éolien en son centre (nord-est/sud-ouest). **La zone représente environ 5% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Un individu, a, de plus, été observé lors des campagnes nautiques (lot 4) très au large du golfe du Lion, hors de la zone de développement.

Lors de la migration prénuptiale, le Héron pourpré (n=3) passe environ la moitié de son temps en bande côtière et dans la zone intermédiaire. Le retour via l'Espagne se fait en diagonale, à basse altitude (20-300 m) ou à haute altitude (500-1000 m). Aucun individu équipé n'a traversé la zone de développement éolien lors de cette migration. Toutefois, un individu a traversé le golfe à moins de 5 km au Nord de la zone à haute altitude (> 500 m). Un individu, a, de plus, été observé lors des campagnes nautiques (lot 4) très au large du golfe du Lion, hors de la zone de développement.

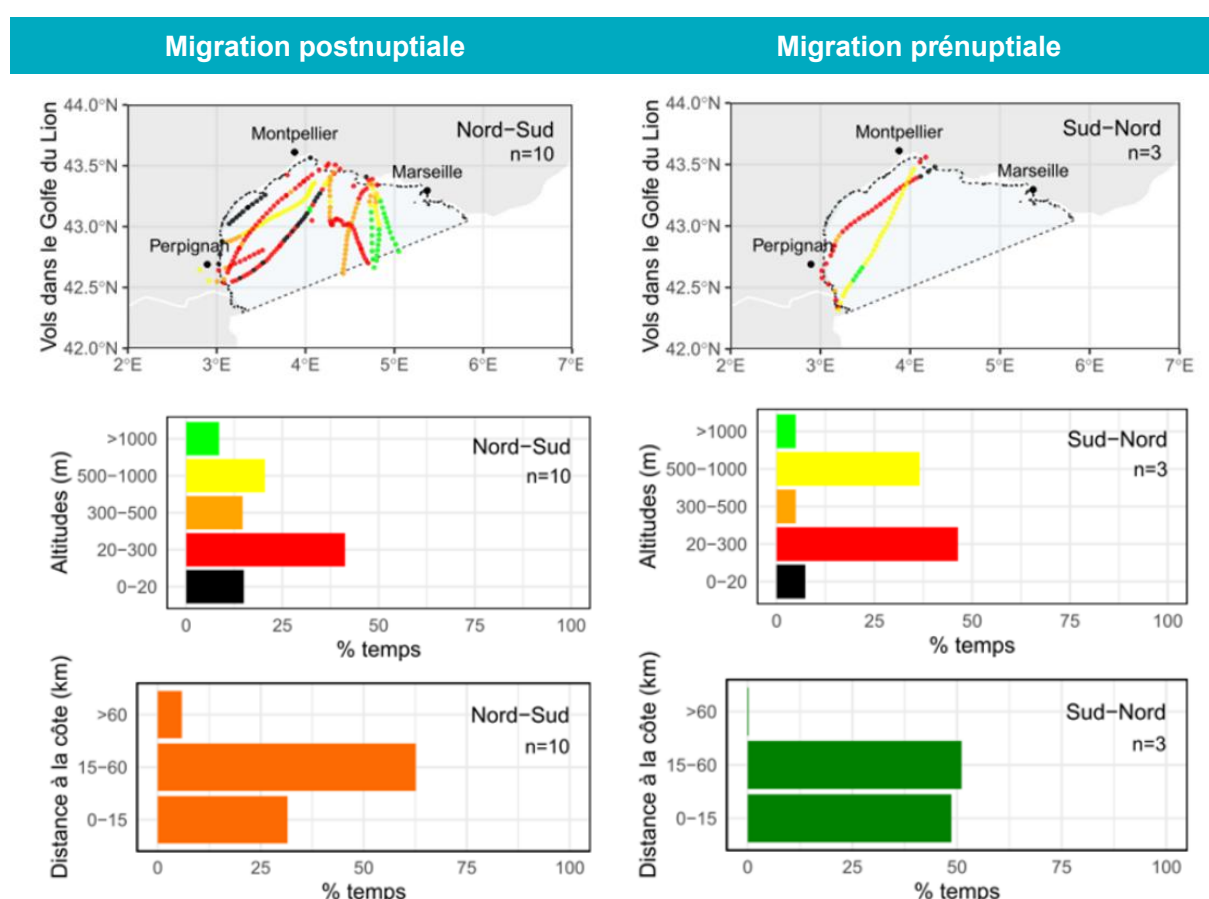


Figure 270 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Héron pourpré (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.8 Crabier chevelu

Lors de la migration postnuptiale, le Crabier chevelu (n=20) utilise la bande côtière (0-15 km) et la partie pélagie (>60 km) du golfe du Lion pour un peu moins de 25% de son temps et la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour environ 50% de son temps. Hivernant en Afrique de l'Ouest, 90% des individus ont traversé le golfe du Lion directement par le large, mais à des hauteurs très variées, entre 0 et 1000 m. Un individu équipé a traversé la zone de développement éolien en son centre (nord/sud-ouest). **La zone représente environ 2% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

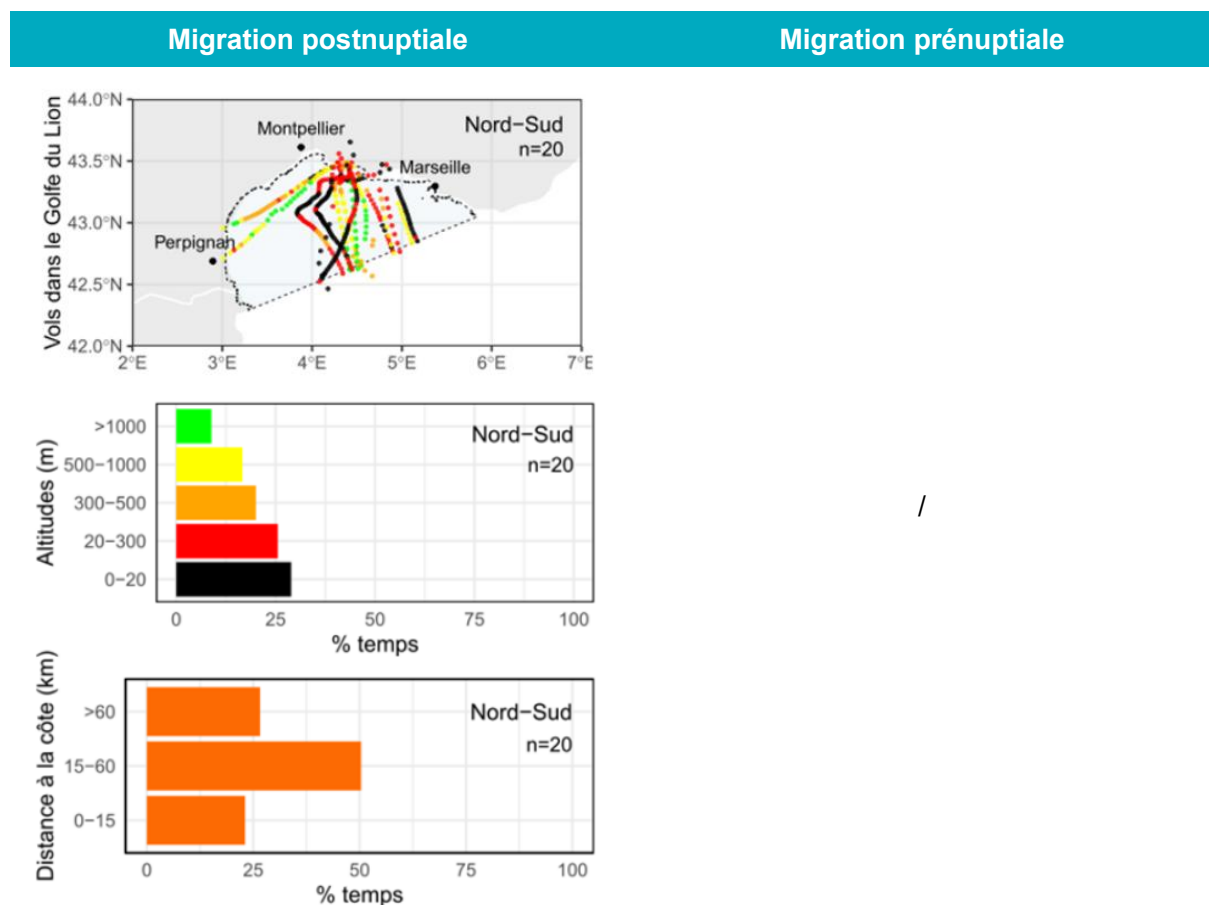


Figure 271 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Crabier chevelu (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.9 Blongios nain

Lors de la migration postnuptiale, le Blongios nain (n=4) utilise la bande côtière (0-15 km) du golfe du Lion pour environ 35% de son temps, la partie intermédiaire du golfe (15-60 km) pour un peu plus de 50% de son temps et la partie pélagique (> 60 km) pour environ 15% de son temps. Les quelques individus équipés ont montré des comportements de traversée du golfe très variés en termes de stratégie, comme de hauteur de vol. La traversée en diagonale a par exemple été effectuée à moyenne et haute altitude (> 300 m). La zone de développement éolien n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Aucune balise n'a émis lors de la migration prénuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

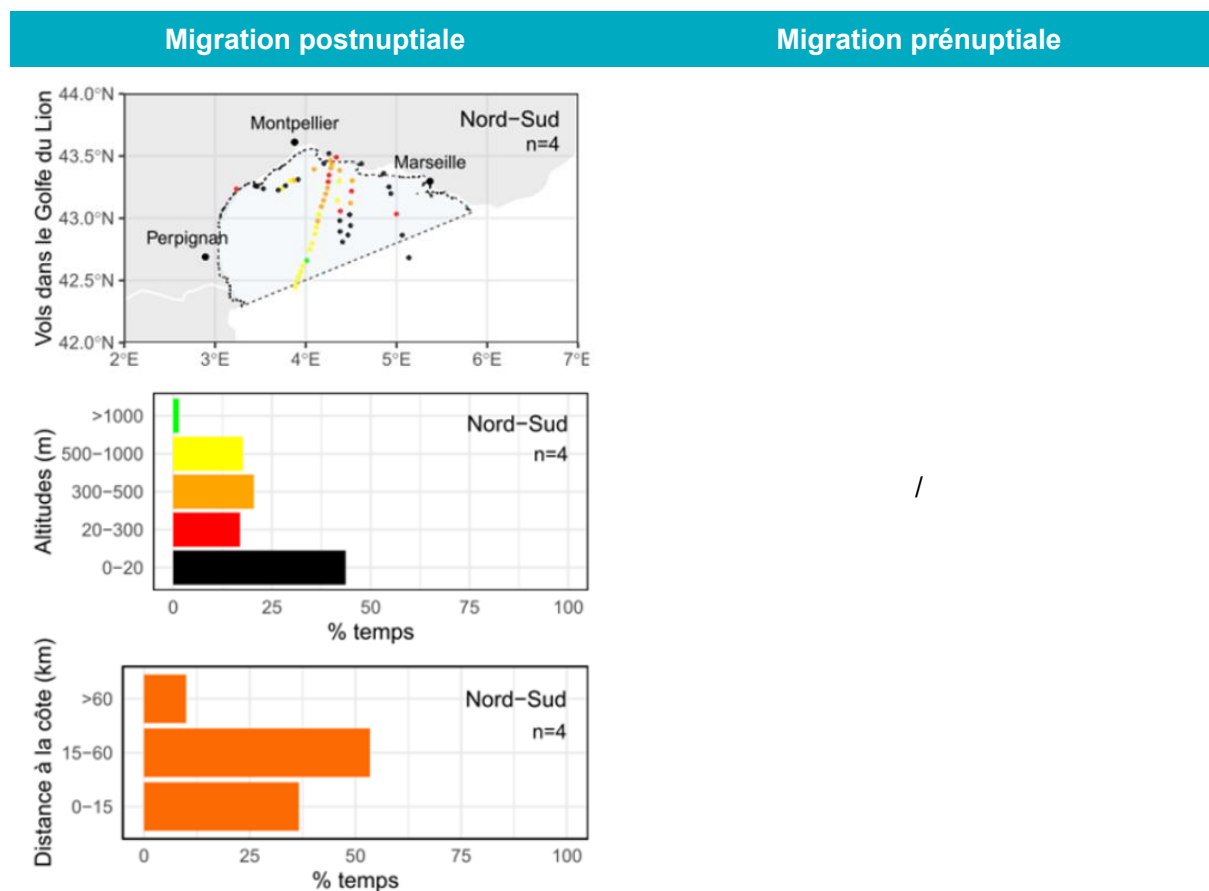


Figure 272 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Blongios nain (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.10 Flamant rose

Lors de la migration postnuptiale, le Flamant rose (n=47) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; 80% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; 15% de son temps). En effet, les jeunes oiseaux bagués sont partis essentiellement en longeant la côte, mais aussi en coupant le golfe du Lion en diagonale vers l'Espagne ou en partant vers l'Est, à destination de la Sardaigne. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, deux individus ont traversé le golfe à moins de 2 km de la zone, à très basse altitude (0-20 m), et le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Lors de la migration prénuptiale, le Flamant rose (n=8) passe la moitié de son temps dans la bande côtière et dans la partie intermédiaire du golfe du Lion. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Un individu a traversé la zone de développement à basse altitude (< 300 m) lors de sa migration. **La zone représente environ 8% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Un individu a, de plus, été observé près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

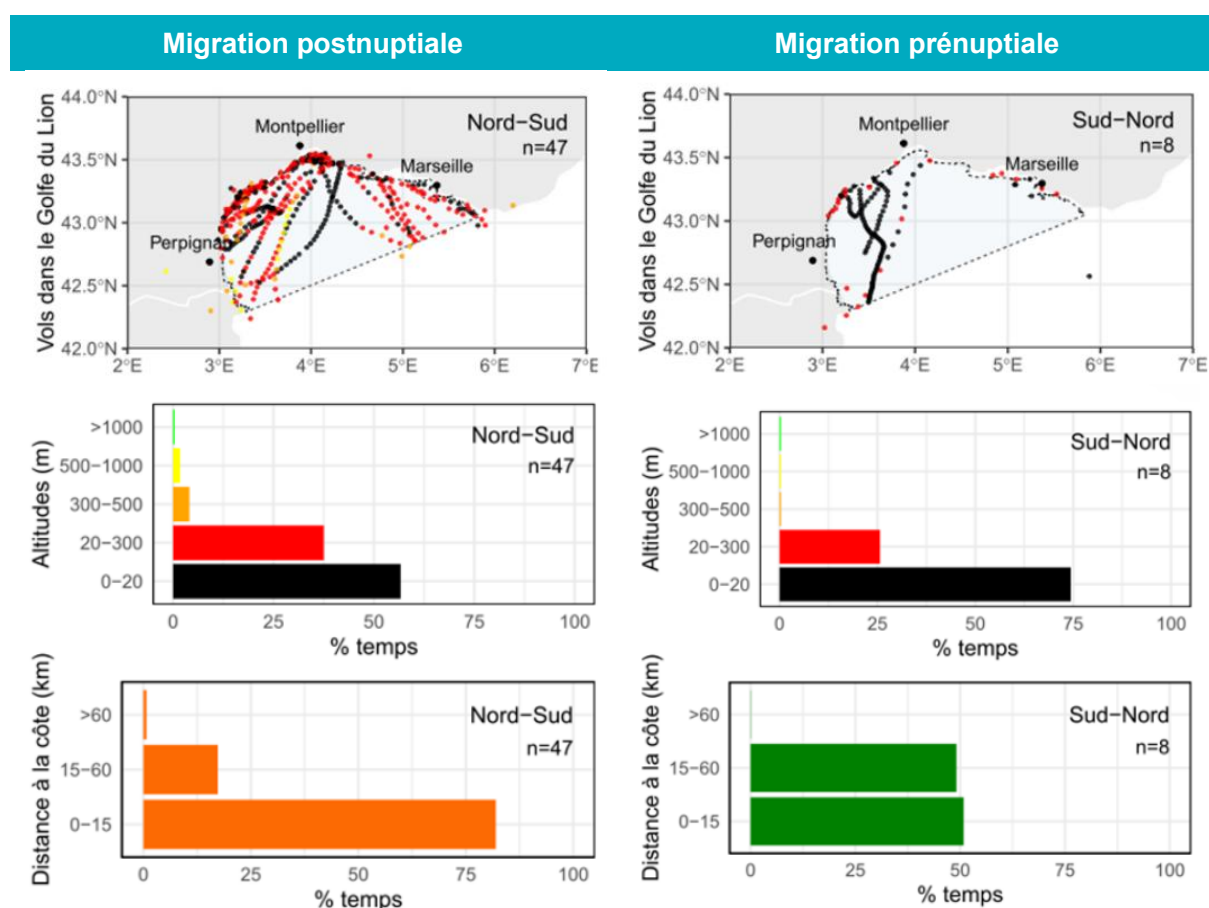


Figure 273 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Flamant rose (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.11 Spatule blanche

Lors de la migration postnuptiale, la Spatule blanche (n=74) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 70% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; environ 30% de son temps). Les individus équipés en Camargue ont principalement migré pour aller en Espagne ou en Afrique de l'Ouest en longeant la côte du golfe du Lion ou coupé en diagonale. Les individus qui ont hiverné en Sardaigne ou en Tunisie ont migré en longeant la côte dans l'Est du golfe. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Une observation a, de plus, été effectuée près des côtes lors des campagnes nautiques (lot 4).

Lors de la migration prénuptiale, les trajectoires et le comportement de la Spatule blanche (n=26) sont identiques à ceux observés en migration postnuptiale. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 5% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.** Une observation a, de plus, été effectuée près des côtes lors des campagnes nautiques (lot 4).

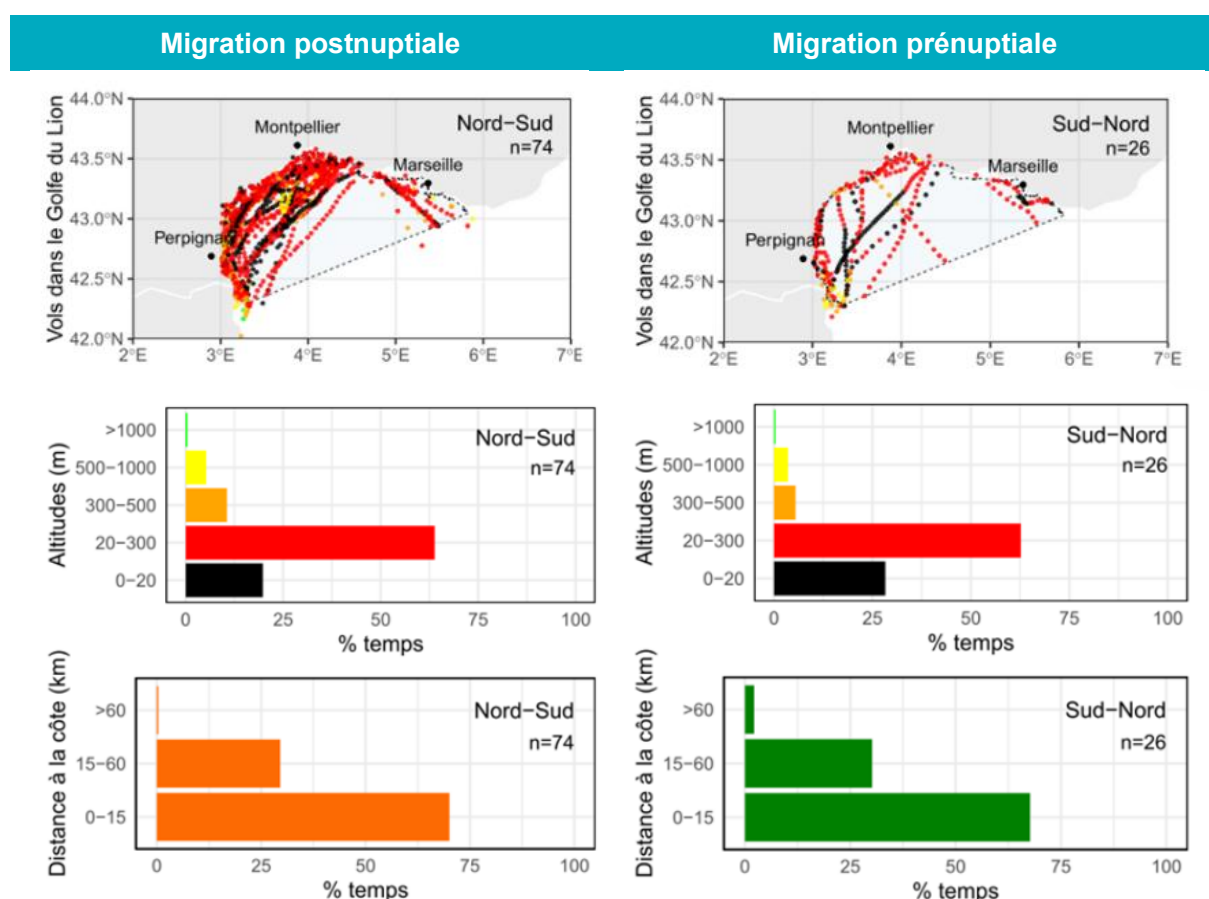


Figure 274 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Spatule blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.12 Ibis falcinelle

Lors de la migration postnuptiale, l'Ibis falcinelle (n=17) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 70% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km ; environ 30% de son temps). Les individus équipés ont tous migré pour aller en Espagne en longeant la côte ou en coupant en diagonale dans le golfe. La majorité des survols marins sont effectués à basse altitude, entre 0 et 300 m. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 6% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.** Un grand groupe (n=48) a, de plus, été observé à environ 6 km au nord de la zone lors des campagnes nautiques (lot 4)

Lors de la migration prénuptiale, les trajectoires et le comportement de l'Ibis falcinelle (n=30) sont identiques à ceux observés en migration postnuptiale. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à moins de 300 m d'altitude. **La zone représente environ 4% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

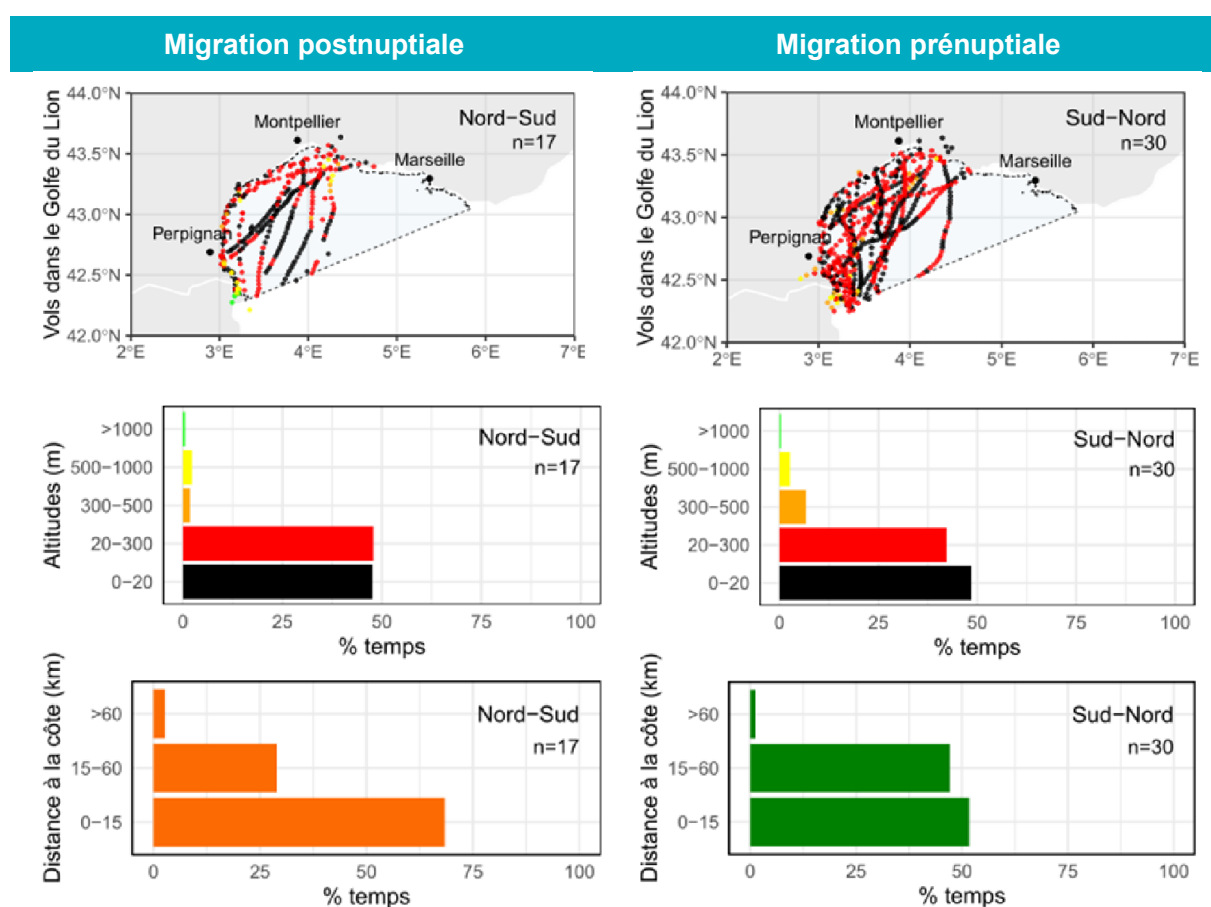


Figure 275 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Ibis falcinelle (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.13 Échasse blanche

Lors de la migration postnuptiale, l'Échasse blanche (n=6) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 60% de son temps), et dans une moindre mesure la partie intermédiaire (15-60 km) et la partie pélagique (> 60 km) du golfe. Les individus équipés en Camargue ont traversé le golfe vers le large en diagonale via l'Espagne, généralement à très basse altitude (< 20 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Lors de la migration prénuptiale, l'Échasse blanche (n=4) a migré près des côtes (30% du temps) dans l'Est du golfe ou coupé le golfe en diagonale en direction de la Camargue (70% du temps). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, un individu a migré en traversant le golfe à quelques kilomètres à l'Est de la zone.

Un groupe a, de plus, été observé près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

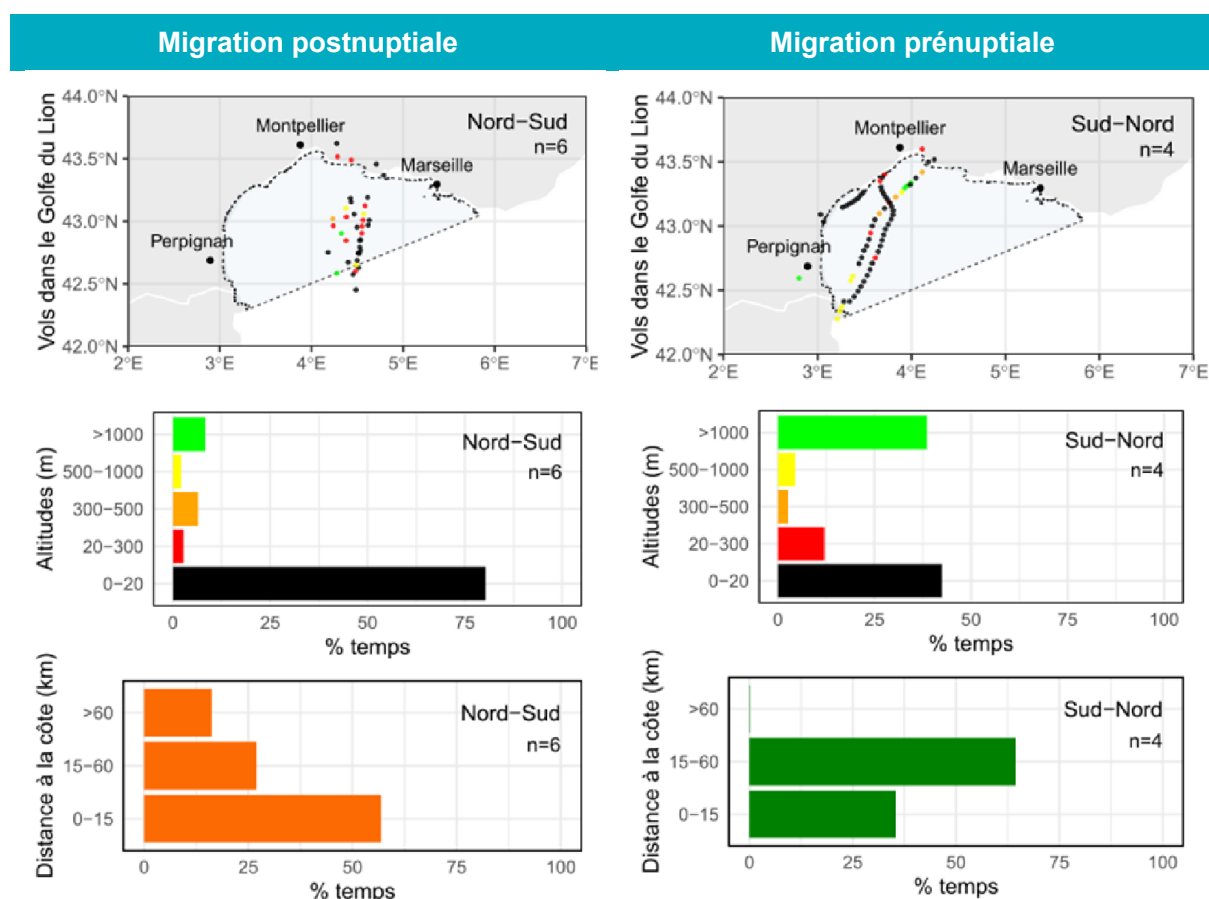


Figure 276 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Échasse blanche (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.14 Avocette élégante

Une partie des oiseaux hiverne en France, une partie en Péninsule Ibérique et une partie en Afrique de l'Ouest.

Lors de la migration postnuptiale, l'Avocette élégante (n=15) utilise différentes stratégies de traversée du golfe du Lion depuis la Camargue : longer la côte dans l'Est du golfe, traverser en diagonale ou plutôt partir en direction de l'Ouest du golfe. Les altitudes de vol sont aussi diverses que les stratégies : à basse altitude (0-300 m) ou à haute altitude (> 500 m). Un individu a traversé la zone lors de sa migration. **La zone représente environ 3% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, les quatre Avocettes élégantes ont uniquement migré en longeant la côte, à très basse altitude majoritairement (70% du temps < 20 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Plusieurs groupes ont, de plus, été observés près de Sète lors des campagnes nautiques (lot 4).

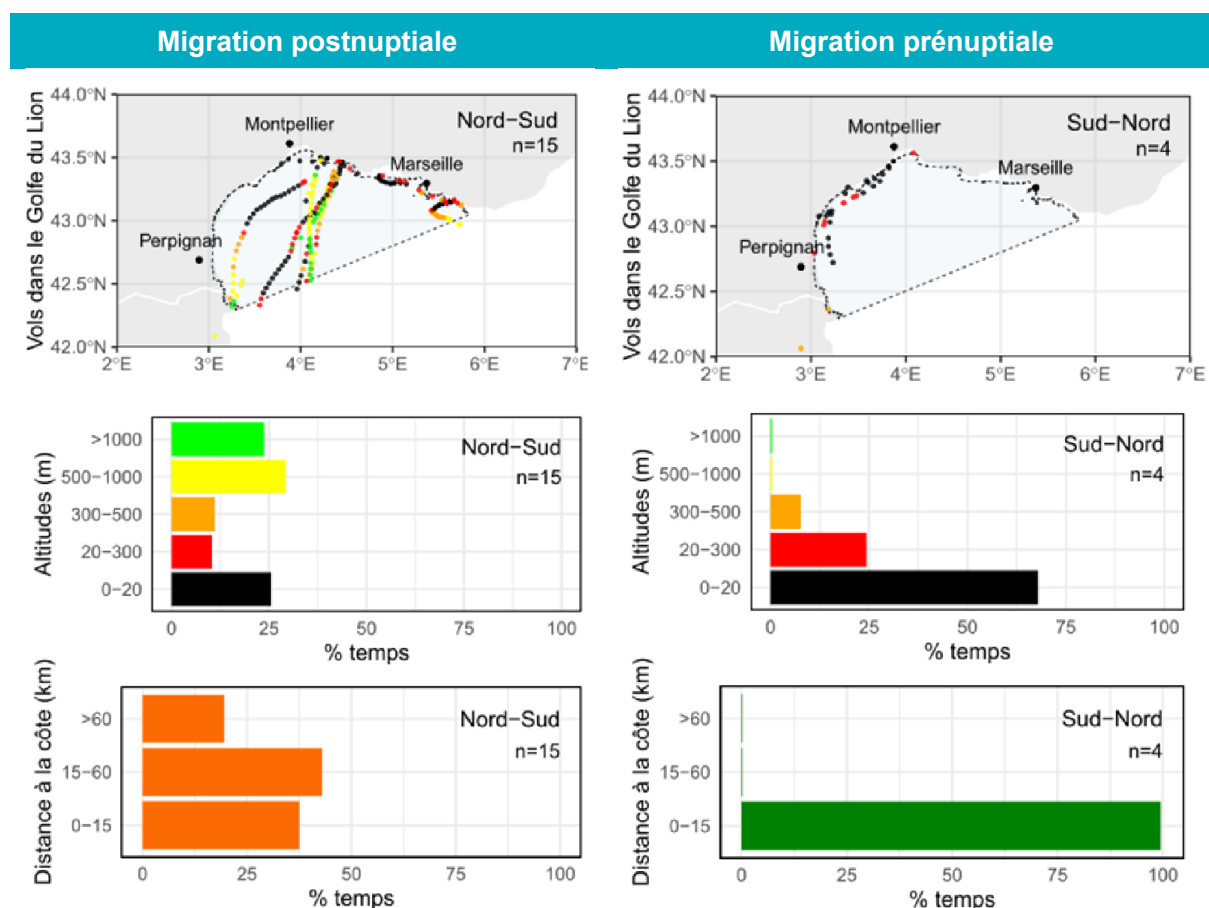


Figure 277 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de l'Avocette élégante (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.15 Pluvier guignard

Lors de la migration postnuptiale, le Pluvier guignard (n=9) utilise majoritairement la partie intermédiaire (15-60 km, 50% du temps) et la partie pélagique (> 60 km, environ 32% du temps) du golfe du Lion, et dans une moindre mesure la bande côtière (0-15 km). Les individus équipés ont traversé le golfe dans sa moitié Est en direction du large, presque exclusivement à haute altitude (> 300 m). La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale. Toutefois, le faible nombre d'individus équipés ne permet pas d'exclure totalement cette possibilité.

Aucune balise n'a émis lors de la migration pré-nuptiale.

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

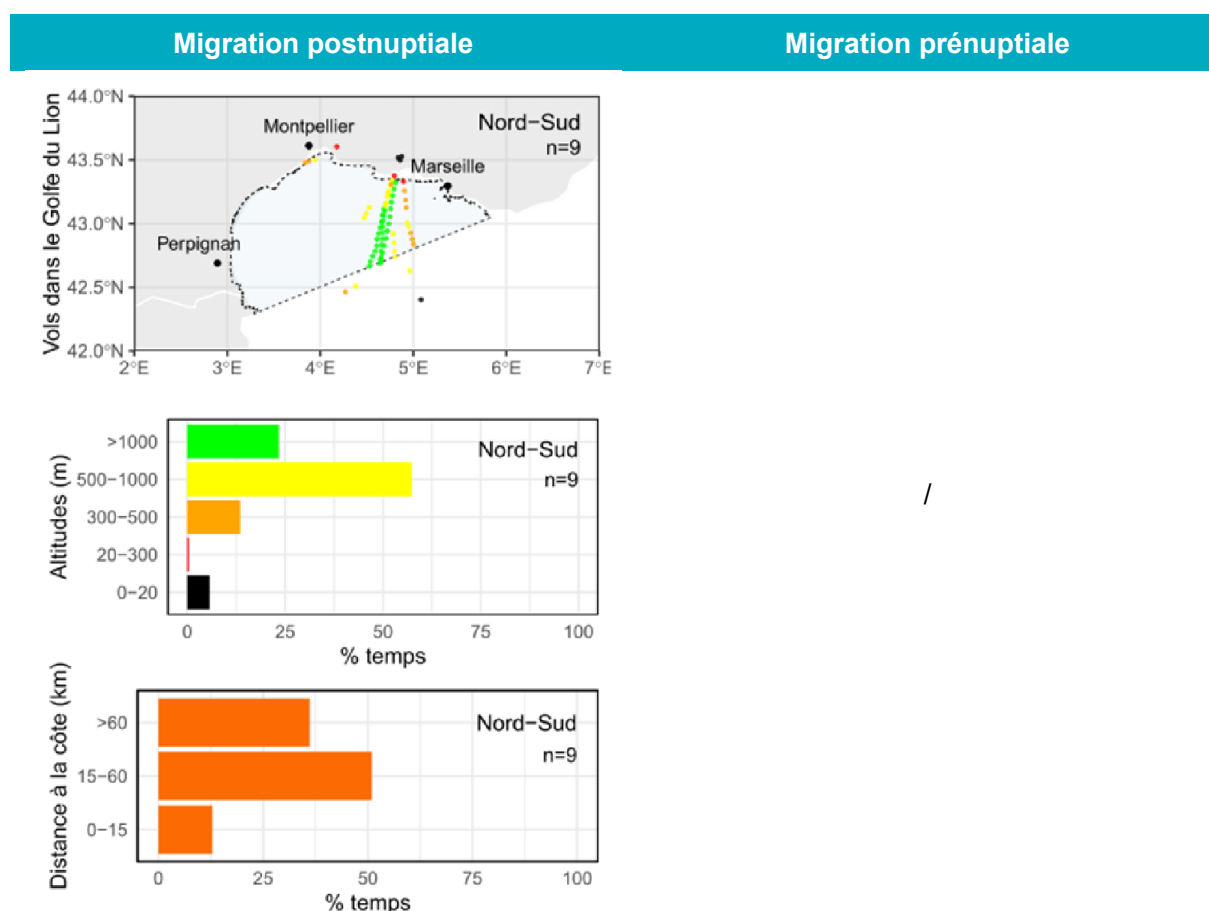


Figure 278 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et pré-nuptiale du Pluvier guignard (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.16 Goéland railleur

Lors de la migration postnuptiale, le Goéland railleur (n=107) utilise majoritairement la bande côtière du golfe du Lion (0-15 km ; environ 90% de son temps). Une partie des individus reste toute l'année sur le littoral français, une autre partie hiverne en Afrique du Nord ou en Sardaigne, et effectuent ainsi des traversées en longeant la côte ou en partant un peu plus au large, dans la partie Est du golfe du Lion. Les individus migrent à basse altitude (environ 80% < 20 m, 20% entre 20-300 m). **La zone de développement n'est pas utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, le Goéland railleur (n=106) migre également près des côtes (65% du temps) dans l'Est du golfe mais certains individus ont également migré en traversant le milieu du golfe du Lion. Les individus migrent également à basse altitude majoritairement (environ 65% < 20 m, 30% entre 20-300 m). Plusieurs individus ont traversé la zone de développement à diverses altitudes en fonction des individus. Certains individus ont migré à basse altitude et d'autres à haute altitude. **La zone représente environ 14% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

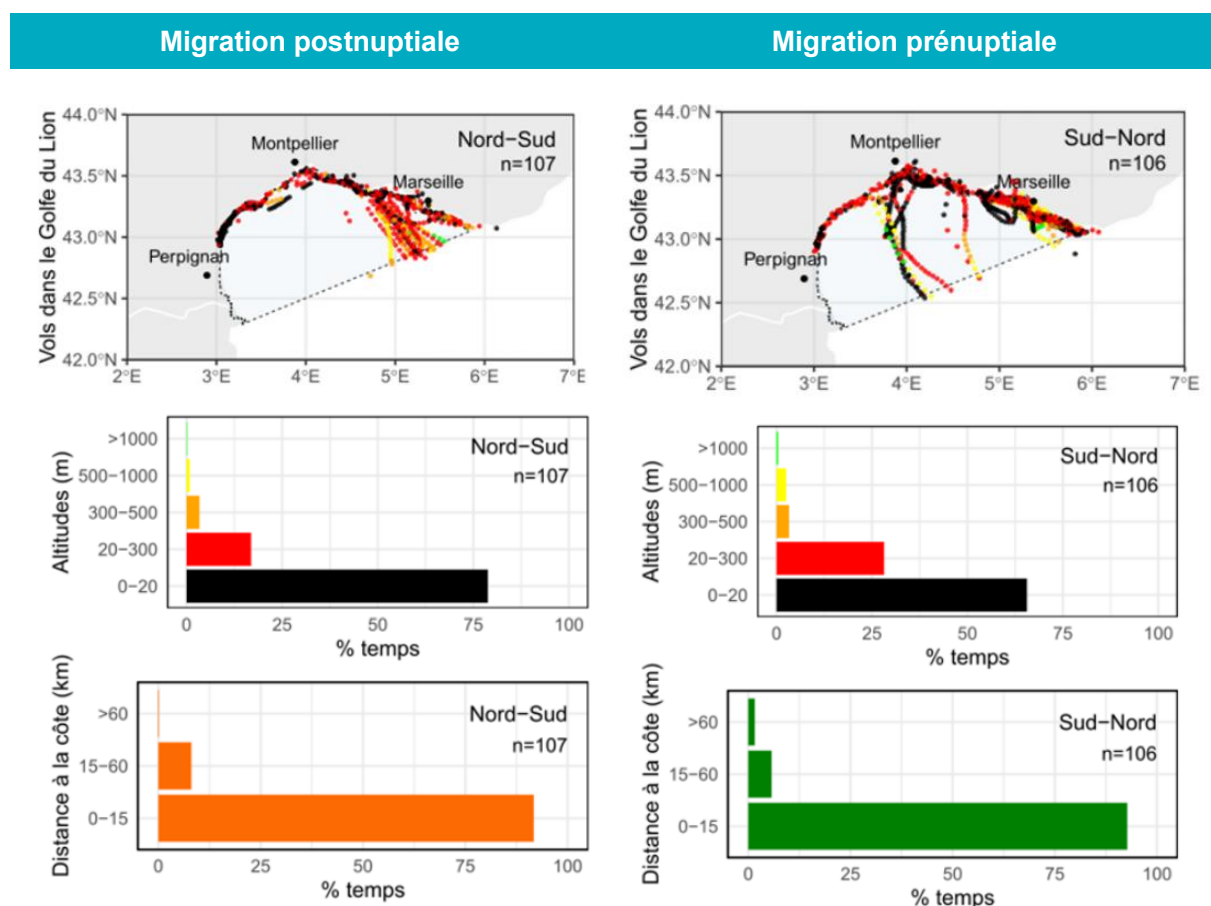


Figure 279 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale du Goéland railleur (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.17 Sterne hansel

Lors de la migration postnuptiale, la Sterne hansel (n=12) utilise principalement la bande côtière (0-15 km ; environ 35 % de son temps) et la partie intermédiaire (15-60 km ; 50 % de son temps) du golfe du Lion. Les individus équipés en Camargue ont migré en direction de l'Espagne soit en coupant en diagonale directement, soit en traversant le golfe en direction des côtes françaises à l'ouest du golfe puis en continuant vers l'Espagne en longeant la côte. Plusieurs individus ont traversé la zone de développement lors de leur migration à des altitudes variées dépendamment des individus. En effet, deux individus ont principalement traversé le golfe à plus de 500 m d'altitude, tandis qu'un autre l'a traversé à basse l'altitude (entre 0 et 20 m dans la zone). **La zone représente ainsi environ 10% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration postnuptiale.**

Lors de la migration prénuptiale, la Sterne hansel (n=5) adopte une stratégie similaire. Un individu a traversé la zone de développement à plus de 1 000 m d'altitude. **La zone représente environ 13% de la surface utilisée par l'espèce lors de la migration prénuptiale.**

Cette espèce n'a pas été observée ou enregistrée acoustiquement lors des campagnes nautiques.

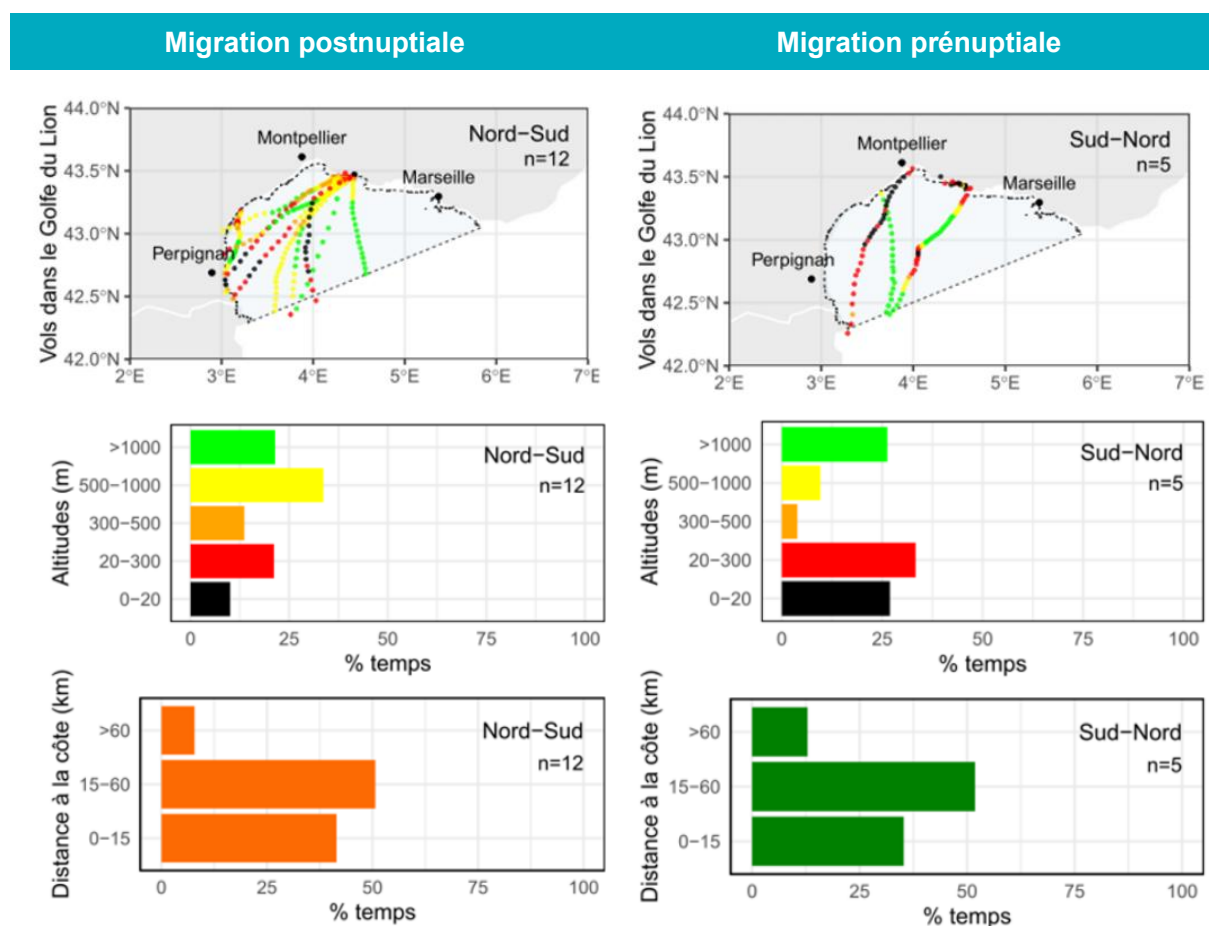


Figure 280 : Proportion du temps passé dans différentes classes d'altitude et de distance à la côte lors des migrations postnuptiale et prénuptiale de la Sterne hansel (tiré de Champagnon et al., 2025).

3.2.18 Autres migrants

Sur les 19 espèces de petits oiseaux terrestres équipés de GLS, seuls **8 de ces espèces ont effectué des traversées marines en Méditerranée : le Petit-duc Scops, l'Engoulevent d'Europe, la Huppe fasciée, le Traquet motteux, la Bergeronnette printanière, le Pipit rousseline, le Monticole de roche, et le Rossignol philomèle**. Les autres espèces n'ayant pas utilisé le milieu marin en migration sont, pour information : l'Hirondelle rousseline, l'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de fenêtre, le Rousserolle turdoïde, la Fauvette orphée, le Gobemouche gris, le Rougequeue à front blanc, le Tarier des prés, la Pie-grièche à tête rousse, le Pipit des arbres, et le Guêpier d'Europe,

Les données GLS n'ont malheureusement pas assez fourni de données pour connaître les trajectoires précises des espèces en mer (Figure 115 ; A).

Les altitudes de vol moyennes sont supérieures à 500 m d'altitude pour 7 des 8 espèces : le Petit-duc Scops, l'Engoulevent d'Europe, le Monticole de roche, le Rossignol philomèle, la Bergeronnette printanière, la Huppe fasciée, et le Pipit rousseline (Figure 115 ; B). Seul le Traquet motteux a volé à basse altitude, en moyenne à 112 ± 137 m ($n = 5$ vols).

La plupart des traversées marines ont eu lieu de nuit. Néanmoins, certains individus ont prolongé leur vol durant la journée : 16 des 29 vols analysés (55 %) se sont en effet poursuivis au-delà de la première nuit (Figure 115 ; C). Ce prolongement concerne surtout la Bergeronnette printanière et le Traquet motteux, espèces effectuant les plus longues traversées au-dessus de l'eau, notamment depuis les côtes méditerranéennes françaises. De plus, 50% des individus ayant prolongé leur vol au-delà de la nuit, volent à une altitude plus faible durant la journée.

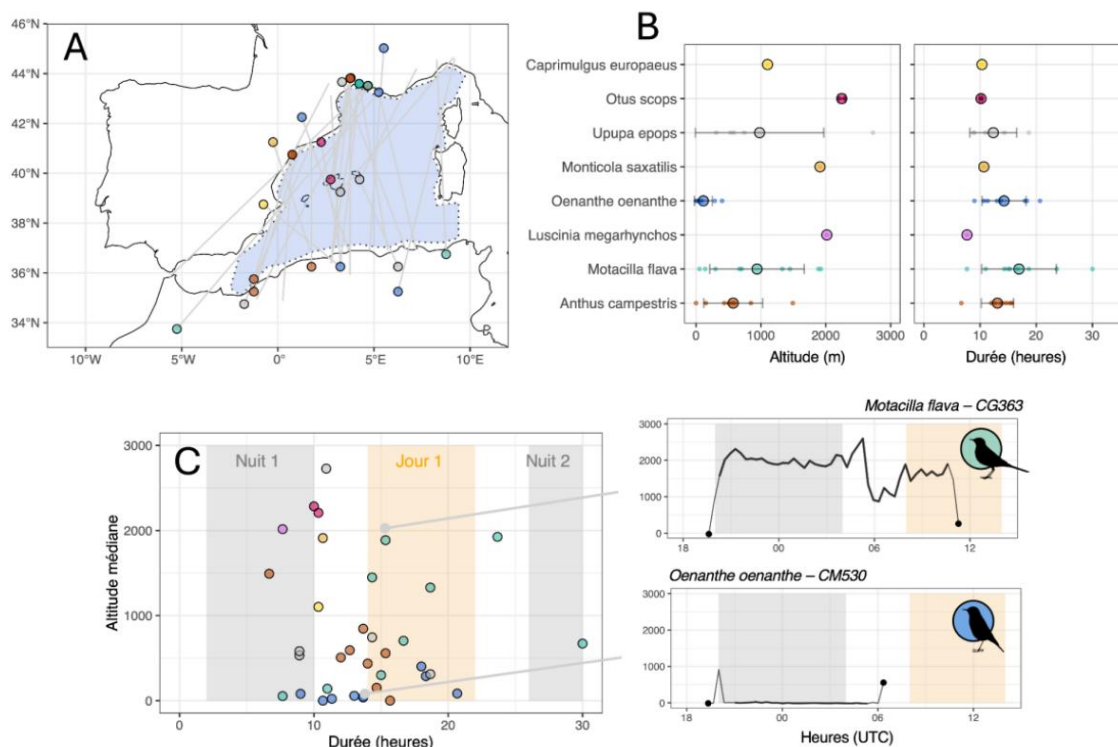


Figure 281 : Localisations et variations de la durée et de l'altitude des vols chez de petites espèces migratrices lors de la traversée d'une barrière marine. A : vol représenté par une ligne grise, avec un point coloré indiquant la zone stationnaire précédente. B : valeurs moyennes des altitudes médianes et des durées de vol. C : durées de vol (en heures) représentées en fonction des altitudes médianes (en mètres au-dessus du niveau de la mer). Les barres jaunes et grises indiquent respectivement les périodes diurnes (8h00-16h00 UTC) et nocturnes (20h00-4h00 UTC) (Champagnon et al., 2025).

Une modélisation, combinant les données des radars et des suivis télémétriques du programme Migralion des plus grandes espèces terrestres, ainsi que des suivis télémétriques extérieurs, a été réalisée afin d'étudier l'intensité des flux migratoires des oiseaux terrestres dans le golfe du Lion.

Lors de la migration postnuptiale, la quasi-totalité de la bande de mer située de 15 à 60 km de la côte est utilisée par les oiseaux migrateurs ($0,37 \pm 0,22$). La zone de développement (GLC) présente des valeurs supérieures d'intensité de flux migratoire ($0,45 \pm 0,12$; $p=0,05$) par rapport à cette bande.

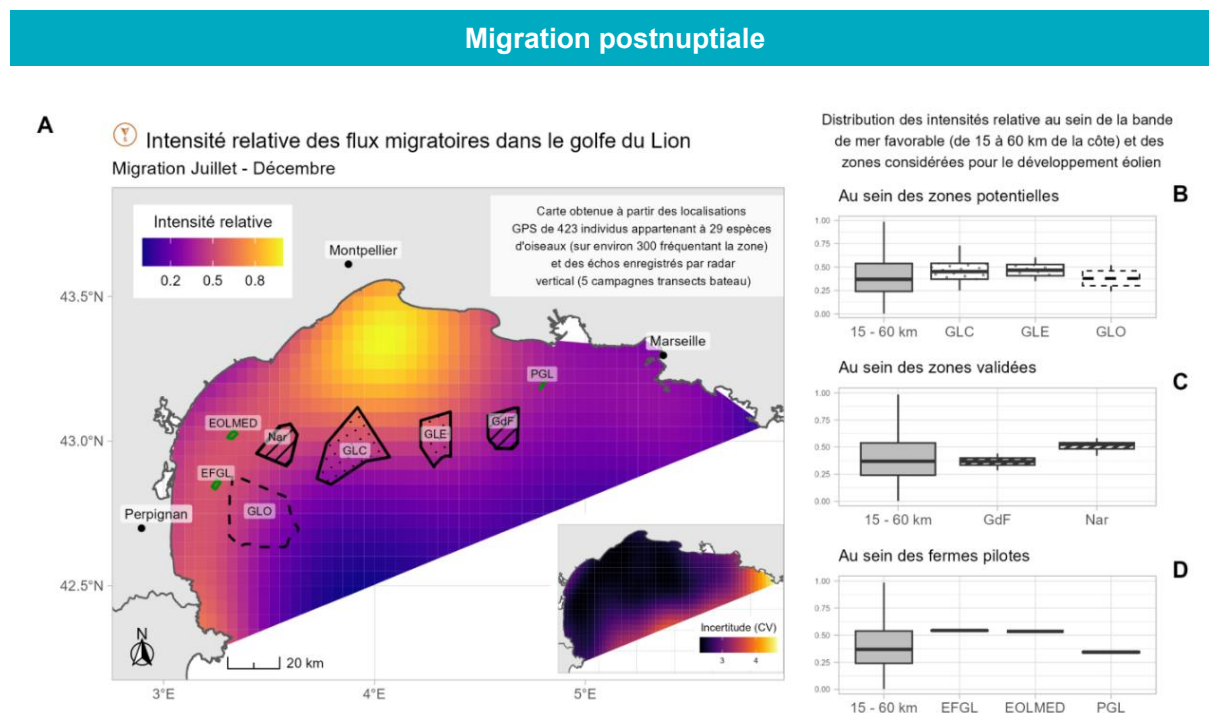


Figure 282 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrateurs lors de la période Juillet-Décembre (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS ($<75g$) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).

Lors de la migration prénuptiale, les résultats sont beaucoup plus contrastés. En effet, au sein de la bande de mer située de 15 à 60 km de la côte ($0,19 \pm 0,28$), les flux d'oiseaux migrateurs passent principalement sur la moitié ouest, et particulièrement proche de la côte. La zone de développement (GLC) présente des valeurs relativement similaires bien que moins dispersées d'intensité de flux migratoire ($0,30 \pm 0,09$; $p=0,04$) par rapport à cette bande.

Migration prénuptiale

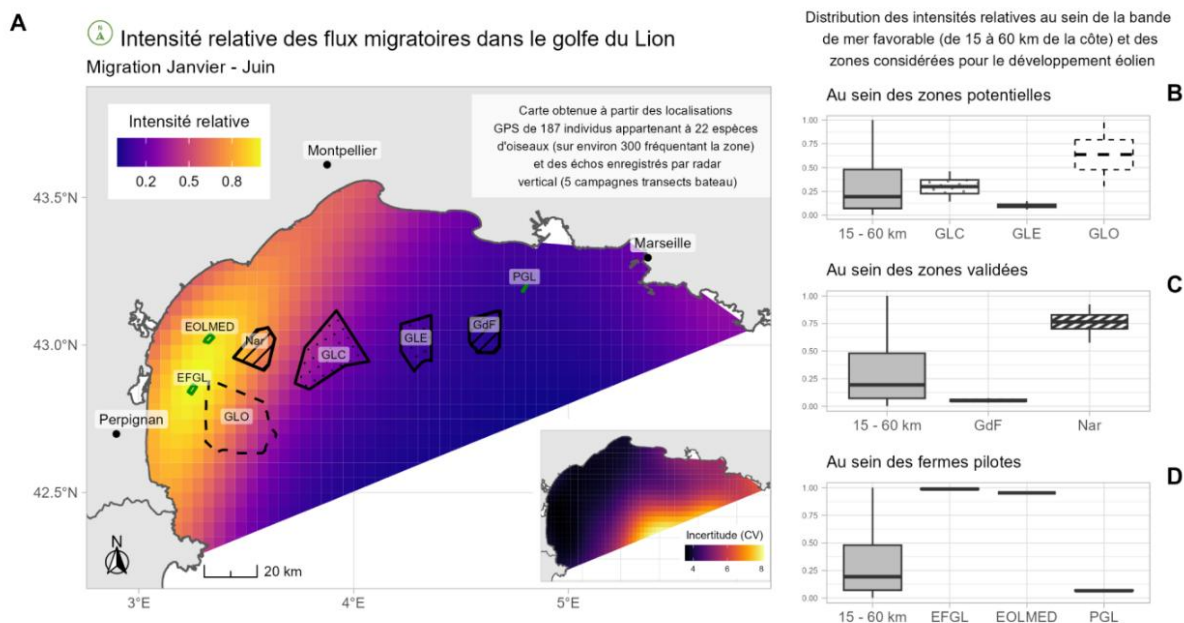


Figure 283 : Utilisation relative du golfe du Lion par les oiseaux migrants lors de la période Janvier-Juin (A) obtenue par un modèle additif généralisé combinant l'information provenant des localisations des grands oiseaux équipés de GPS (<75g) et des échos enregistrés par radar vertical lors de transects en bateau (pondérés par le MTR moyen de la nuit mesuré par radar ornithologique à la côte). La vignette en bas à droite présente les incertitudes (coefficient de variation). Les boxplots à droite présentent les distributions de l'intensité relative du flux migratoire au sein de différentes zones de développement éolien (Canonne et al., 2025).

303

Lors des campagnes en mer du lot 4 du programme MIGRALION, d'autres espèces ont également été observées visuellement ou contactées acoustiquement. On dénombre neuf espèces supplémentaires, à proximité de la zone de projet de développement éolien Golfe du Lion Centre. En effet, la zone de projet n'étant traversée que par un seul des transects des campagnes en mer, ces résultats se basent sur une zone tampon de 5 km alentours.

Le tableau suivant énumère le nombre d'observations et d'individus et le nombre de contacts par acoustique pour les autres espèces observées selon la période biologique au sein de cette zone fictive de 5km autour de la zone de projet GLC.

Tableau 2 : Nombre de contacts acoustiques et nombre d'observations visuelles et effectifs associés pour les autres espèces migratrices recensées lors des campagnes en mer du lot 4 (2022-2024).

Espèces	
Grive mauvis	Contacts acoustiques = 2 (prénuptial)
Grive musicienne	Contacts acoustiques = 30 (postnuptial)
Merle noir	Contacts acoustiques = 7 (postnuptial)
Rouge-gorge familier	Contacts acoustiques = 79 (postnuptial)

	Observation = 1, individu = 1 (postnuptial)
Balbuzard pêcheur	Observation = 1, individu = 1 (postnuptial)
Faucon kobez	Observation = 1, individu = 1 (postnuptial)
Hirondelle rustique	Observations = 2, individu : 3 (prénuptial)
Martinet noir	Observations = 6, individus =9 (prénuptial)
Pigeon biset domestique	Observation = 1, individu = 1 (prénuptial)

3.3 CHIROPTERES

Un des transects des campagnes en mer du lot 4 du programme MIGRALION traverse la zone de développement éolien en son centre. Les informations collectées grâce aux transects périphériques ou les données générales sur les chiroptères en mer nous informent sur les espèces et l'activités observées dans le golfe du Lion. Aucun chiroptère n'a été enregistré dans la zone. Le contact le plus proche a été effectué à environ 9 km et concerne une Pipistrelle de Kuhl ou une Pipistrelle de Nathusius.

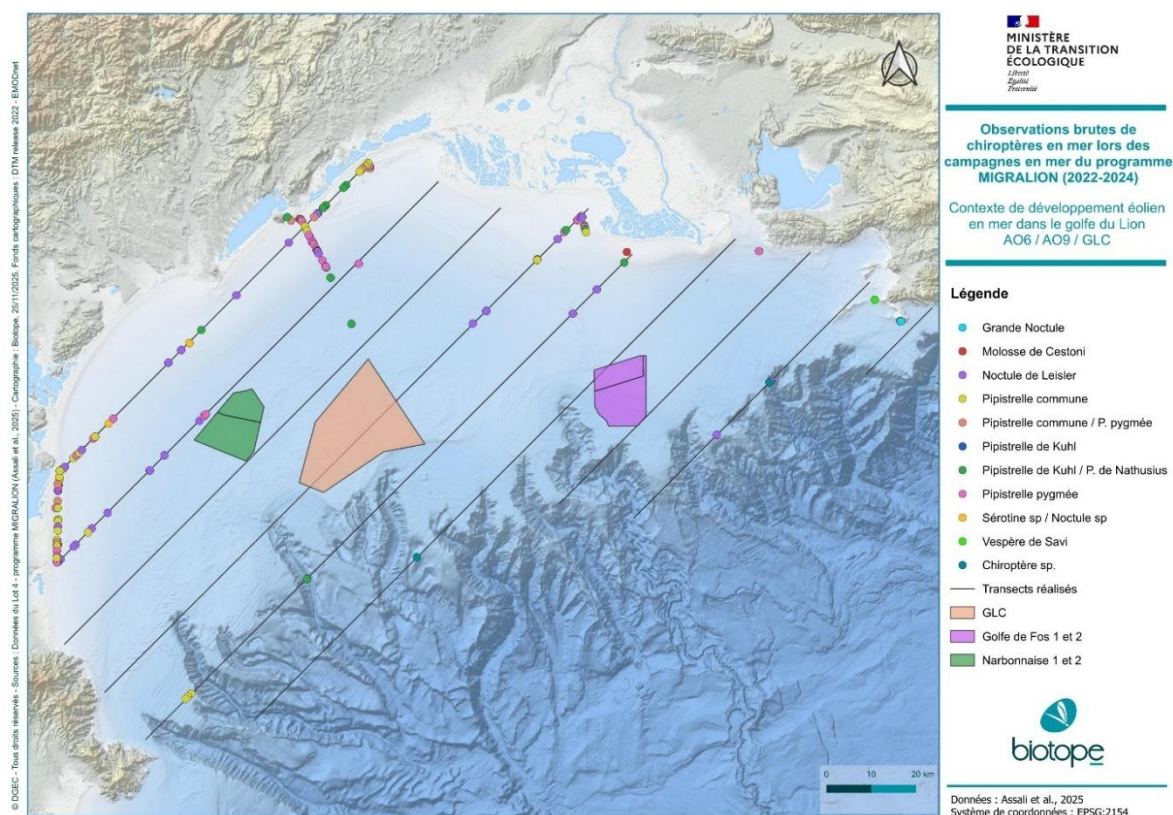


Figure 284 : Cartographie de synthèse des contacts visuels et acoustiques de chiroptères en mer, à l'échelle du golfe du Lion - Campagnes nautiques 2022-2024.

3.4 MAMMIFERES MARINS & GRANDS POISSONS PELAGIQUES

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), trois espèces de mammifères marins ont été identifiées : le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) et le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*).

A l'échelle de la zone prospectée le Dauphin bleu et blanc est majoritaire avec 870 individus, puis le Grand Dauphin avec 428 individus, et enfin le Rorqual commun avec 15 individus. A l'échelle de la zone de projet Golfe du Lion Centre avec une zone tampon fictive de 36 km autour de la zone de projet GLC (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), le Dauphin bleu et blanc est également majoritaire avec 497 individus, suivi par le Grand Dauphin avec 201 individus, et enfin le Rorqual commun avec 6 individus (Figure 285).

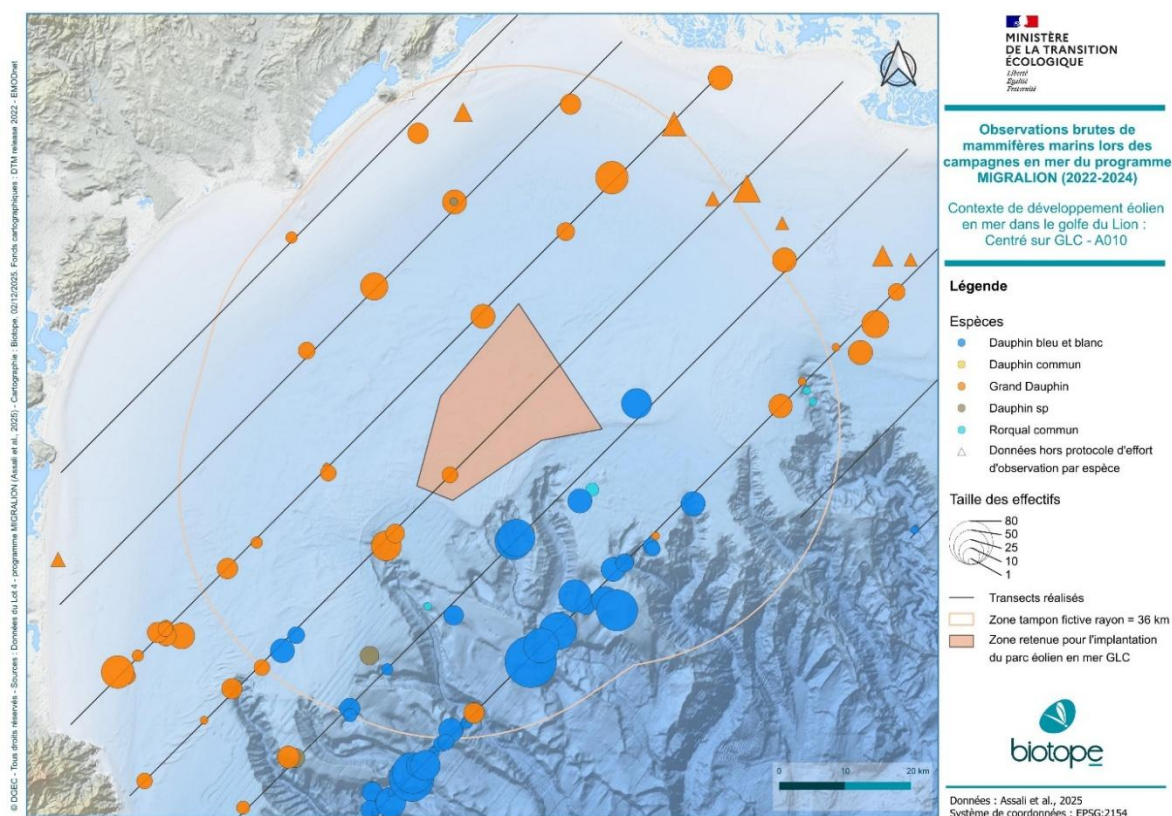


Figure 285 : Cartographie de synthèse des observations de mammifères marins, centrée sur la zone de projet Golfe du Lion Centre - Expertises nautiques 2022-2024.

La carte présentée ci-dessus, centrée sur la zone de projet Golfe du Lion Centre, est représentative de l'utilisation du golfe du Lion par les différentes espèces de mammifères marins. Le Grand Dauphin utilise l'intégralité du plateau continental ainsi que les zones de talus et plus ponctuellement les têtes de canyons, tandis que le Dauphin bleu et blanc, plus pélagique, se cantonne principalement aux zones de canyons. Les observations du Rorqual commun sont réalisées au niveau des transects les plus pélagiques au niveau des têtes de canyons.

Les principales observations de ces trois espèces au niveau de la zone tampon de GLC ont été réalisées entre le printemps (n=4 campagnes), l'été (n=2) et l'automne (n=3). Il n'y a quasiment pas eu d'observations en hiver (n=2) comme le souligne la Figure 286 ci-dessous (uniquement une observation côtière de Grand Dauphin en hiver 2023 – et en hiver 2024 via les données hors protocole d'effort d'observation – et du Dauphin bleu et blanc au niveau des canyons en hiver 2024).

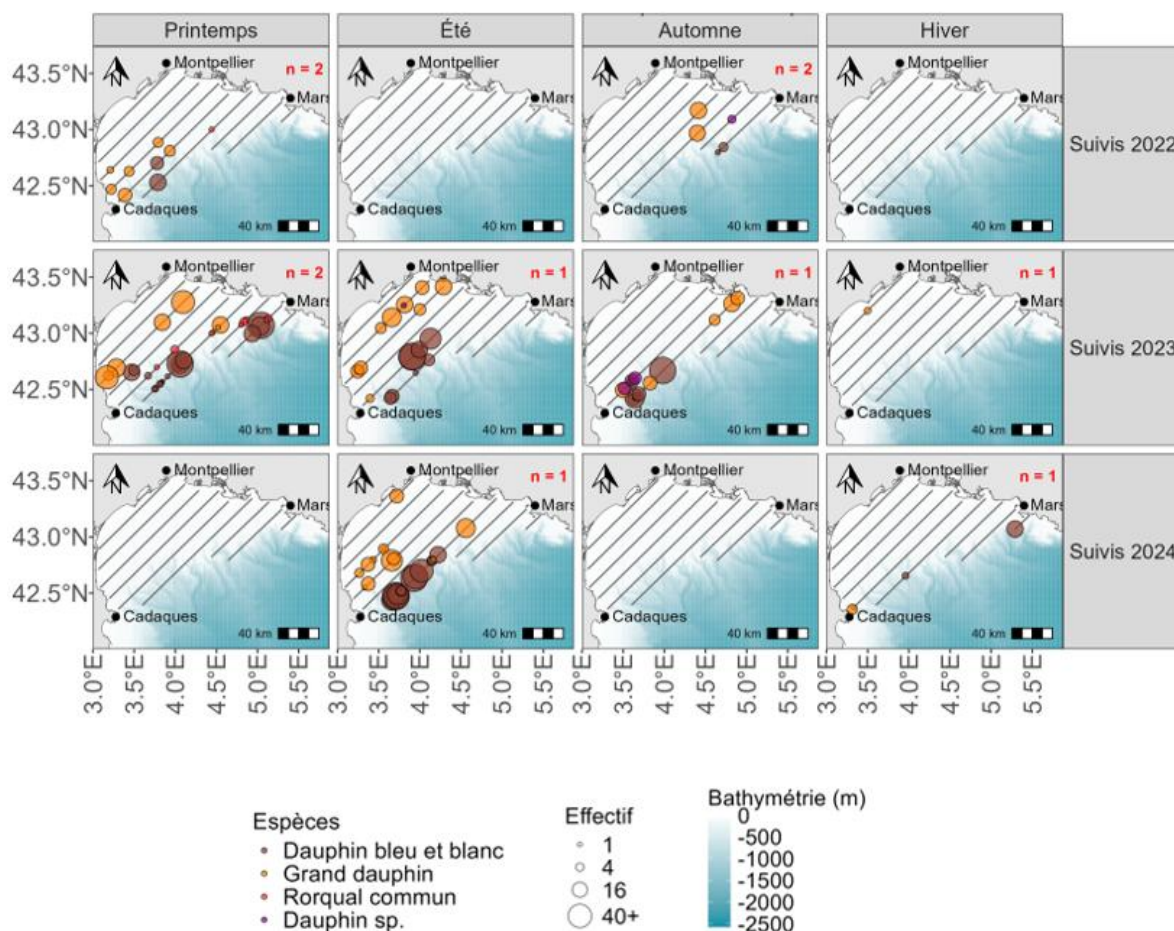


Figure 286 : Cartographie de synthèse des observations des mammifères marins lors des expertises nautiques 2022-2024 (Assali et al., 2025).

Lors des campagnes nautiques MIGRALION (Lot 4), plusieurs espèces de grands poissons pélagiques ont été observées au niveau ou proximité de la zone de projet du Golfe du Lion Centre (GLC) : le Poisson lune (*Mola mola*), l'Espadon (*Xiphias gladius*) et le Requin pèlerin (*Cetorhinus maximus*) notamment.

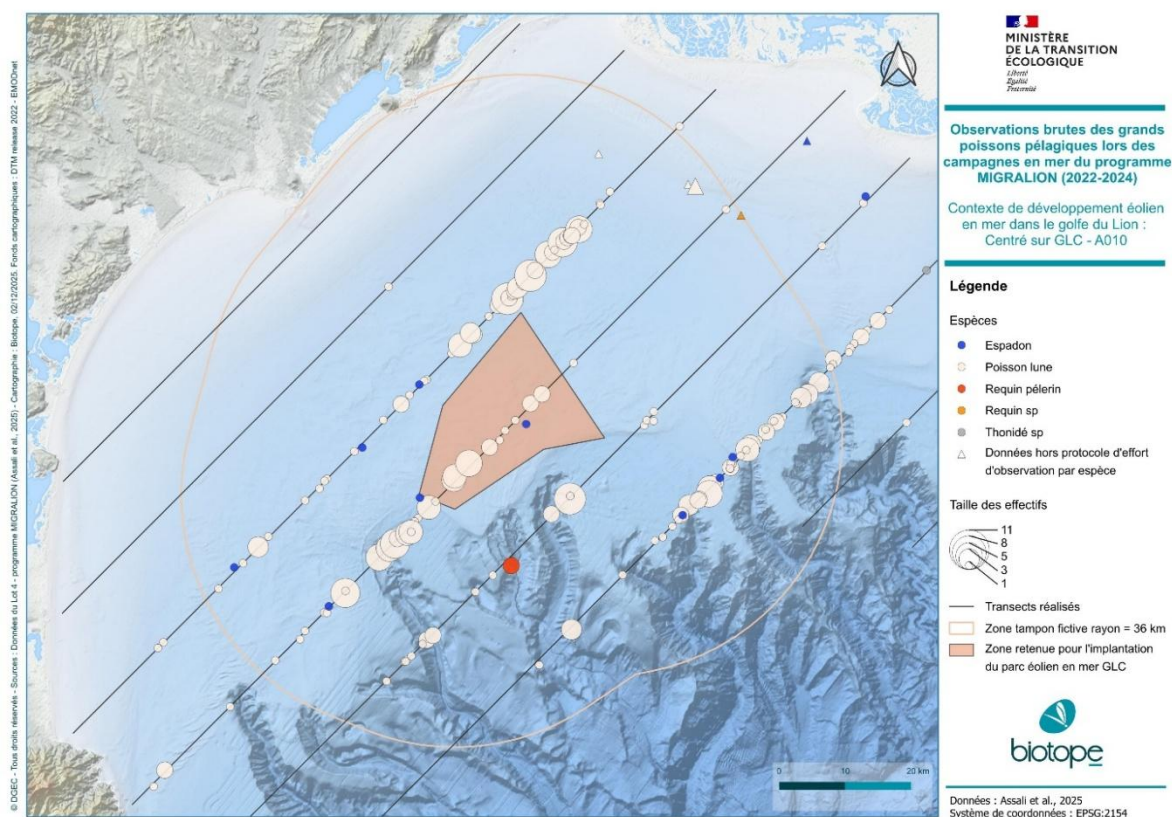


Figure 287 : Cartographie de synthèse des observations de grands poissons pélagiques, centrée sur la zone de projet Golfe du Lion Centre - Expertises nautiques 2022-2024.

A l'échelle de la zone de projet Golfe du Lion Centre avec une zone tampon fictive de 36 km (équivalente à une aire d'étude éloignée pour les projets éoliens de la Narbonnaise et au large du golfe de Fos), le Poisson-lune est largement majoritaire avec 287 individus observés. Il est très fréquent au sein de la zone de projet GLC qui se trouve sur le plateau continental, reste très fréquent également au niveau du talus et des canyons, mais moins observé près de la côte (Figure 287). Quelles que soient les années, à l'échelle du golfe du Lion, 99% des observations de Poisson-lune ont été réalisées lors des campagnes du printemps.

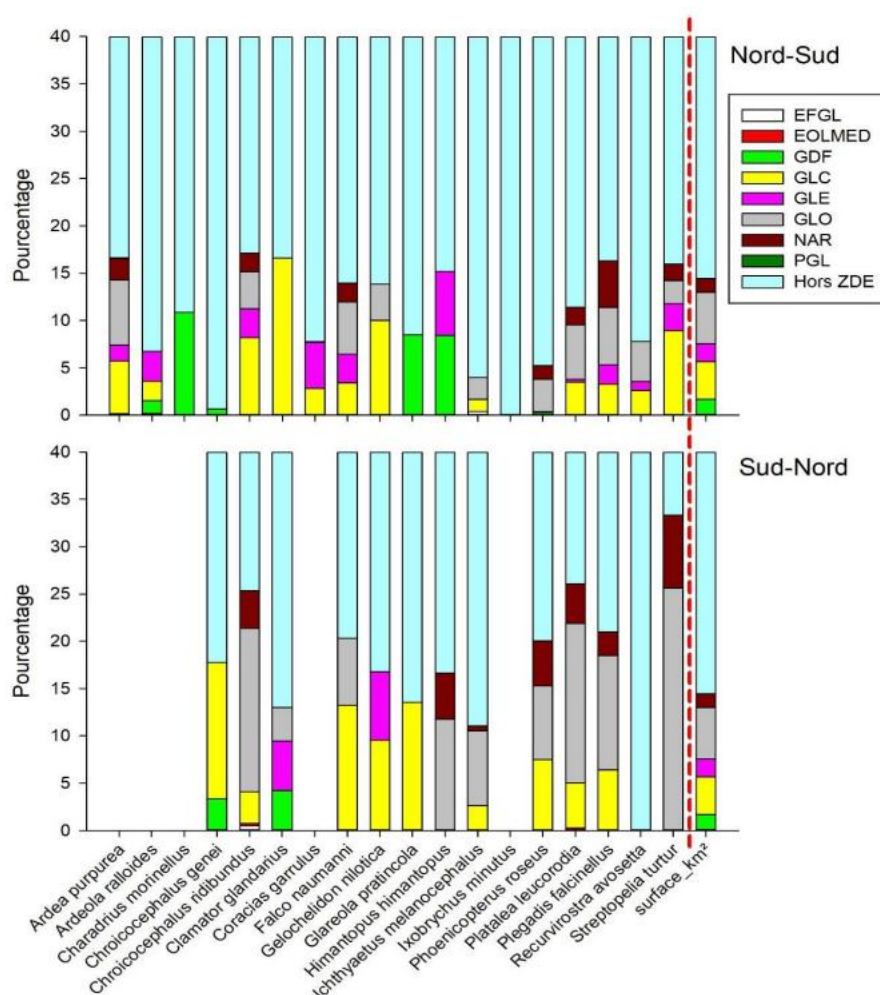
Deux Espadons ont été observés au sein de la zone GLC, et en tout neuf au sein ou à proximité de la zone de projet (au sein des 36 km de zone tampon). Ces observations se répartissent sur la moitié du plateau continental plus au large, ainsi que sur les talus et canyons. Elles ont toutes été réalisées lors des campagnes d'automne.

Enfin, deux Requins pèlerins ont été observés à proximité de la zone GLC, au niveau du canyon de Marti au sud, au printemps 2023. Un requin de petite taille indéterminé spécifiquement a également été observé (été 2024) en bordure nord-est de cette zone fictive autour de la zone de projet.

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Annexe 1. Proportion de distance parcourue (en km) pour chaque espèce dans la zone intermédiaire (de 15 à 60 km) du golfe du Lion, détaillant les 8 zones de développement éolien (ZDE) et la zone hors ZDE.



Ce graphique issu du rapport Champagnon et al., 2025, indique la proportion de distance parcourue (en km) pour chaque espèce dans la zone intermédiaire (de 15 à 60 km) du golfe du Lion, détaillant les 8 zones de développement éolien (ZDE) et la zone hors ZDE. A droite de la ligne en pointillé rouge est indiquée la proportion de surface que chaque zone occupe dans la zone intermédiaire du golfe du Lion. Les graphes du haut et du bas représentent respectivement les migrations Nord-Sud et Sud-Nord (il manque de données pour 4 espèces pour la migration Sud-Nord).

Annexe 2. Tableau synthétique des observations réalisées au sein des ZDE dans le cadre du programme MIGRALION

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Goéland leucopée	Espèce la plus observée : 13 203 ind sur 40 703 soit 32% Reproduction : mars - juillet Pas de mouvement migratoire marqué Densités max : printemps avec 2.25 ind.km⁻² Hauteur de vol : 2-100m. Gamme [10-20m] plus importante au printemps et hauteurs plus faibles [2-5m] à l'automne.	AEE: 3 681 ind - 28% du total de G. leucopées sur Migralion - prénuptiale : 21% du total avifaune sur AEE -postnuptiale : 38% du total avifaune sur AEE Omniprésent toute l'année. Pas un habitat privilégié car distance à la côte élevée et peu de chlorophylle a.	AEE : 1 311 ind - 10% du total de G. leucopées sur Migralion - prénuptiale : 18% du total avifaune sur AEE -postnuptiale : 11% du total avifaune sur AEE Omniprésent toute l'année. Pas un habitat privilégié car distance à la côte élevée MAIS avantage chlorophylle a élevée.	AEE fictive : 4 494 ind - 34% du total de G. leucopées sur Migralion - prénuptiale : 19% du total avifaune sur AEE -postnuptiale : 34% du total avifaune sur AEE Omniprésent toute l'année. Pas un habitat privilégié car distance à la côte élevée et peu de chlorophylle a.
Mouette mélanocéphale	Espèce régulièrement observée : 883 ind sur 40 703 soit 2,2% Repro : avril - juillet Sur tout le Golfe du Lion au printemps ; un peu plus sur moitié côtière à l'automne (et en Reproduction:). Migrations peu marquées. Densités max : printemps avec 0.25 ind.km⁻² Hauteur de vol : 5-100m voire 300m. Gamme [10-20m] plus importante au printemps et hauteurs plus faibles [2-5m] à l'automne.	AEE: 396 ind - 45% du total de M. mélanocéphales sur Migralion - prénuptiale : 1% du total avifaune sur AEE -e : 6% du total avifaune sur AEE Télémétrie : zone projet sur passages migratoires.	AEE: 166 ind - 19% du total de M. mélanocéphales sur Migralion - prénuptiale : 2% du total avifaune sur AEE -postnuptiale : 2% du total avifaune sur AEE	AEE: 485 ind - 55% du total de M. mélanocéphales sur Migralion - prénuptiale : 2% du total avifaune sur AEE -postnuptiale : 3% du total avifaune sur AEE Télémétrie : zone projet sur passages migratoires.

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Mouette rieuse	Espèce peu observée : 86 ind sur 40 703 soit 0,2% Forte hétérogénéité interannuelle : 93% en 2022. Côtière (quelques exceptions postnuptiales plus au large). Hauteur de vol : moyenne 20-100m en nautique ; majorité 300-1000m en télémétrie et parfois > 1000m.	AEE: 1 ind Télémétrie : zone projet sur passages migratoires.	AEE: 10 ind soit 12% du total de M. rieuses sur Migralion	AEE: 7 ind soit 8% du total de M. rieuses sur Migralion Télémétrie : zone projet sur passages migratoires.
Mouette tridactyle	Espèce peu observée : 149 ind sur 40 703 soit 0,4% 100% en période prénuptiale dont 71% en 2023. Répartition homogène sur Le Golfe du Lion Hauteur de vol : entre 2-20m, préférentielle 10-20m	AEE: 110 ind - 74% du total de M. tridactyles sur Migralion - prénuptiale : 1% du total avifaune sur AEE	AEE: 18 ind soit 12% du total de M. tridactyles sur Migralion	AEE: 101 ind - 68% du total de M. tridactyles sur Migralion - prénuptiale : 1% du total avifaune sur AEE
Mouette pygmée	2ème espèce la plus observée : 11 323 ind sur 40 703 soit 27,8% Quasi uniquement en période prénuptiale, dont 65,2% en 2023. Densités max : printemps avec 3.5 ind.km⁻² Hauteur de vol : 2-20m	AEE: 5 629 ind - 50% du total de M. pygmées sur Migralion - 40% du total avifaune sur AEE	AEE: 2 157 ind - uniquement en prénuptiale - 19% du total de M. pygmées sur Migralion - prénuptiale : 42% du total avifaune sur AEE	AEE: 5 737 ind - uniquement en prénuptiale (+1 en postnuptiale) - 51% du total de M.pygmées sur Migralion - prénuptiale : 54% du total avifaune sur AEE
Sterne caugek	Espèce régulièrement observée : 2 217 ind sur 40 703 soit 5,4% Reproduction : : mars - juillet 67% des observations en postnuptiale. Frange côtière privilégiée surtout en prénuptiale. Densités max : fin avril avec 0.35 ind.km⁻²	AEE: 1 155 ind - 63% en postnuptiale - 52% du total de S. caugek sur Migralion - 8% du total avifaune sur AEE	AEE: 736 ind - 74% en postnuptiale - 33% du total de S. caugek sur Migralion - 8% du total avifaune sur AEE	AEE: 1 165 ind - 66% en postnuptiale - 52% du total de S. caugek sur Migralion - 7% du total avifaune sur AEE

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
	Hauteur de vol : 10-30m principalement.			
Sterne pierregarin	4ème espèce la plus observée : 2 503 ind sur 40 703 soit 6,2% Reproduction : : avril - juillet 95% en postnuptiale. Frange côtière Nord privilégiée en pré-nuptiale, mais répartition vers l'ensemble du Le Golfe du Lion en postnuptiale. Densités max : postnuptiale avec 0.5 ind.km⁻² Hauteur de vol : 2-20m principalement.	AEE: 744 ind - 96% en postnuptiale - 30% du total de S. pierregarin sur Migralion - 5% du total avifaune sur AEE	AEE: 621 ind - 97% en postnuptiale - 25% du total de S. pierregarin sur Migralion - 7% du total avifaune sur AEE	AEE: 1 733 ind - 98% en postnuptiale - 69% du total de S. pierregarin sur Migralion - 10% du total avifaune sur AEE
Puffin des Baléares	Espèce peu observée : 69 ind sur 40 703 soit moins de 1% (+ 377 ind Baléares ou yelkouan) Obs réparties entre pré-nuptiale (diffuse sur l'ensemble du Golfe du Lion) et postnuptiale (plutôt vers frange côtière). Densités max si P. Baléares/yelkouan : 2.2 ind.km⁻² au printemps et 0.5 ind.km⁻² automne. Hauteur de vol : < 5m privilégié	AEE: 11 ind (+ 41 P. Baléares et/ou yelkouan) - 16% du total de P. Baléares sur Migralion (+ 11% du total de P. Baléares et/ou yelkouan) - <0,5% du total avifaune sur AEE	AEE: 21 ind (+ 118 P. Baléares et/ou yelkouan) - 30% du total de P. Baléares sur Migralion (+ 31% du total de P. Baléares et/ou yelkouan) - 2% du total avifaune sur AEE	AEE: 37 ind (+ 62 P. Baléares et/ou yelkouan) - 54% du total de P. Baléares sur Migralion (+ 16% du total de P. Baléares et/ou yelkouan) - 0,5% du total avifaune sur AEE
Puffin yelkouan	3ème espèce la plus observée : 5 096 ind sur 40 703 soit 12,5% (+ 377 ind Baléares ou yelkouan) Reproduction : : février - juillet 56% en pré-nuptiale. 64% des contacts en 2022. Répartition ensemble du Golfe du Lion mais plus marquée à l'Est en postnuptiale. Frange côtière Nord-Est privilégiée en postnuptiale. Densités max : avril 0.34 ind.km⁻² ; septembre 0.25 ind.km⁻² Hauteur de vol : < 5m privilégié	AEE: 651 ind - 61% en pré-nuptiale - 13% du total de P. yelkouan sur Migralion - 5% du total avifaune sur AEE	AEE: 2 141 ind - 58% en pré-nuptiale - 42% du total de P. yelkouan sur Migralion - 24% du total avifaune sur AEE	AEE: 1 343 ind - 58% en pré-nuptiale - 26% du total de P. yelkouan sur Migralion - 8% du total avifaune sur AEE

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Puffin de Scopoli	Espèce régulièrement observée : 1 212 ind sur 40 703 soit 3% Reproduction : : mars - juillet 70% des observations en postnuptiale. Frange côtière Est privilégiée en pré-nuptiale. Répartition homogène sur Golfe du Lion en postnuptiale. Hauteur de vol : <5m privilégié	AEE: 45 ind - 66% en postnuptiale - 4% du total de P. Scopoli sur Migralion - <0,5% du total avifaune sur AEE	AEE: 391 ind - 78% en postnuptiale - 32% du total de P. Scopoli sur Migralion - 4% du total avifaune sur AEE	AEE: 125 ind - 74% en postnuptiale - 10% du total de P. Scopoli sur Migralion - <1% du total avifaune sur AEE
Océanite tempête	Espèce peu observée : 202 ind sur 40 703 soit 0,5% (+ 40 Océanites sp.) Reproduction : : avril - aout 74% en période postnuptiale (mais 100% des 43 ind de 2022 en pré-nuptiale) Répartition plutôt au large niveau talus et canyons + milieu plateau. Hauteur de vol : plutôt <5m	AEE: 95 ind (+ 40 Océanites sp.) - 83% en postnuptiale - 47% du total des Océanites tempêtes sur Migralion - 1% du total avifaune sur AEE	AEE: 19 ind - 84% en période pré-nuptiale - 9% du total des Océanites tempêtes sur Migralion - <0,5% du total avifaune sur AEE	AEE: 175 ind (+ 40 Océanites sp.) - 77% en postnuptiale - 87% du total des Océanites tempêtes sur Migralion - 1% du total avifaune sur AEE
Alcidés	Espèces régulièrement observées : 504 Macareux moines et 336 Pingouins tordas sur 40 703 soit 1,2% et 0,8% 90,3% des M. moines et 100% des P. tordas en pré-nuptiale. Répartition homogène sur Le Golfe du Lion. Densités max : mars 1.37 ind.km ⁻² Hauteurs de vol : <5m privilégié pour M. moine et <20m pour P. torda	AEE: 384 M. moines + 306 P. tordas - 90% M. moine et 100% P.torda en pré-nuptiale - 76% du total des M. moines et 91% des P. tordas sur Migralion - 3% et 2% respectivement du total avifaune sur AEE	AEE: 79 M. moines + 7 P. tordas - 94% M. moine et 100% P. torda en pré-nuptiale - 16% du total des M. moines et 2% des P. tordas sur Migralion - 1% du total avifaune sur AEE	AEE: 464 M. moines + 7 P. torda - 91% M. moine et 100% P. torda en pré-nuptiale - 92% du total des M. moines et 69% des P. torda sur Migralion - 3% et 2% respectivement du total avifaune sur AEE

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km²)	GLC (AEE fictive 7 583km²)
Fou de Bassan	Espèce anecdotique : 17 ind sur 40 703 59% en postnuptiale. Répartition plutôt proches côtières. Hauteur de vol : <20m en prénuptiale et <30m en postnuptiale	AEE: 1 ind	AEE: 6 ind dont 5 à moins de 4km de la côte camarguaise	AEE: 10 ind dont 9 à moins de 10km de la côte entre Sète et Frontignan
Labbes	Espèces peu observée : 132 ind sur 40 703 soit 0,2% L. pomarin et L. parasite communs ; Grand labbe et L. à longue queue anecdotiques. 86% en prénuptiale. Répartition homogène sur le Golfe du Lion mais L. pomarin plus pélagique. Hauteurs de vol : très variables entre 0 et 50m.	AEE: 65 ind - 49% du total des Labbes sur Migralion - <0,5% du total avifaune sur AEE	AEE: 39 ind - 30% du total des Labbes sur Migralion - <0,5% du total avifaune sur AEE	AEE: 100 ind - 76% du total des Labbes sur Migralion - 0,5% du total avifaune sur AEE
Grand Cormoran	Espèce régulièrement observée : 411 ind sur 40 703 soit 1% 99% en postnuptiale. Principalement niveau canyons et talus au sud Camargue, mais parfois plus côtière en Camargue. Hauteur de vol : très variables et jusqu'à 200m.	AEE: 291 ind - 86% en prénuptiale - 71% du total des Grands Cormorans sur Migralion - <2% du total avifaune sur AEE	AEE: 15 ind - 100% en postnuptiale - 1% du total des Grands Cormorans sur Migralion	AEE: 247 ind - 78% en prénuptiale - 60% du total des Grands Cormorans sur Migralion - 1% du total avifaune sur AEE
Guifette noire	Espèce régulièrement observée : 967 ind sur 40 703 soit 2,4% 78% des obs en prénuptiale. Répartition homogène sur le Golfe du Lion mais plus côtière en prénuptiale. Hauteur de vol : surtout 0-20m, mais parfois >100m.	AEE : 35 ind à moins de 2 km au sud-est de l'AEI	AEE: 840 ind - 99% en postnuptiale - 87% du total des Labbes sur Migralion - <9% du total avifaune sur AEE	AEE: 926 ind - 99% en postnuptiale - 96% du total des Labbes sur Migralion - <5% du total avifaune sur AEE

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Autres oiseaux marins		AEE: Goéland brun, G. d'Audouin, G. pontique, Guifette moustac, Plongeon arctique, Puffin fuligineux et Sterne naine. Autour AEI : 1 G. d'Audouin, 1 Plongeon arctique à 6km à l'est, 2 Sternes naines à 10 km au nord-est et au sud, 1 G. pontique à 300 m.	AEE : 2 Puffin fuligineux observé à moins de 10 km, nord-est AEI (aire d'étude immédiate) 2 Sternes caspiennes à plus de 24 km, nord-est AEI 1 Goéland pontique, 15 km nord-ouest AEI	A moins de 12km de l'AEI : Goéland d'Audouin, G. pontique, Guifette moustac, Plongeon arctique, Puffin fuligineux et la Sterne naine.
Faucon d'Eléonore	Aucun individu observé dans la direction Nord Sud au sein du Golfe du Lion	Aucun individu observé dans la direction Nord Sud au sein du Golfe du Lion	Aucun individu observé dans la direction Nord Sud au sein du Golfe du Lion	Aucun individu observé dans la direction Nord Sud au sein du Golfe du Lion
Faucon crécerellette	Télémétrie : N=22 en postnuptiale et N=11 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 25% dans le 0-15km / 15% dans les 15-60km / <5% pélagique - prénuptiale : 25% dans le 0-15km / 20% dans les 15-60km / 25% pélagique Hauteur de vol : - postnuptiale : variée de 0 à plus 1000m - prénuptiale : varié de 0 à 1000m, préférence 0-20m	Postnuptiale dans l'AEI: - 2 ind - Hauteurs : 20 à 300m - <2% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - 1 ind - Hauteurs : > 500m - 3% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - 2 ind - hauteurs variées 20-300m ou 500-1000m - 13% surface utilisé par l'espèce

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Tourterelle des bois	Télémétrie : N=12 en postnuptiale et N=1 en prénuptiale Utilisation espace : diagonale vers le large Hauteur de vol : - postnuptiale : variée jusqu'à plus de 500m - prénuptiale : <300m	Postnuptiale dans l'AEI: - 1 ind - Hauteurs : 20 à 500m - 2% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - 1 ind - Hauteurs : <300m - 10% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs variables < ou > 300m - 9% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind
Rollier d'Europe	Télémétrie : N=7 en postnuptiale (migration par la terre en prénuptiale) Utilisation espace : 20% dans le 0-15km / 70% dans les 15-60km / <10% pélagique Hauteur de vol : variée de 0 à plus 1000m	Postnuptiale dans l'AEI: 1 ind potentiel	Postnuptiale dans l'AEI: 1 ind potentiel	Postnuptiale dans l'AEI: 1 ind potentiel
Coucou geai	Télémétrie : N=15 en postnuptiale et N=2 en prénuptiale Utilisation espace : stratégie migration variée	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : - 1 ind - Hauteurs : entre 500 et 1000m - 4% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : 20 à plus de 1000m - 17% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Glaréole à collier	Télémétrie : N=6 en postnuptiale et N=2 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 40% dans le 0-15km / 40% dans les 15-60km Hauteur de vol : - postnuptiale : soit > 1000m soit entre 20 et 300m - prénuptiale : <20m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - 8% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : - 1 ind - 13% surface utilisée par l'espèce
Héron pourpré	Télémétrie : N=10 en postnuptiale et N=3 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 30% dans le 0-15km / 63% dans les 15-60km - prénuptiale : 50% dans le 0-15km / 50% dans les 15-60km Hauteur de vol : - postnuptiale : 30% à + de 500m si traversée directe ; 55% à - de 300m si diagonale par Espagne - prénuptiale : 20 à 300m ou 500 à 1000m	Postnuptiale dans l'AEI: - 1 ind - Hauteurs : 500 à 1000m - < 3% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - 1 ind - 5% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind
Crabier chevelu	Télémétrie : N=7 en postnuptiale (0 balise en prénuptiale) Utilisation espace : 25% dans le 0-15km / 50% dans les 15-60km / 25% pélagique Hauteur de vol : variée de 0 à plus de 1000m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: < 2% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: - 1 ind - 2% surface utilisée par l'espèce

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Blongios nain	Télémétrie : N=4 en postnuptiale (0 balise en prénuptiale) Utilisation espace : 35% dans le 0-15km / > 50% dans les 15-60km / 15% pélagique Hauteur de vol : variée de 0 à 1000m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind
Flamant rose	Télémétrie : N=47 en postnuptiale et N=8 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 80% dans le 0-15km / 15% dans les 15-60km - prénuptiale : 50% dans le 0-15km / 50% dans les 15-60km Hauteur de vol : - postnuptiale : surtout entre 0 et 300m - prénuptiale : surtout entre 0 et 300m	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 2% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 5% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : - 1 ind - Hauteurs : <300m - 8% surface utilisée par l'espèce
Spatule blanche	Télémétrie : N=74 en postnuptiale et N=26 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 70% dans le 0-15km / 30% dans les 15-60km - prénuptiale : 70% dans le 0-15km / 30% dans les 15-60km Hauteur de vol : - postnuptiale : surtout entre 0 et 300m - prénuptiale : surtout entre 0 et 300m	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 2% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 4% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 4% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 5% surface utilisée par l'espèce

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km²)	GLC (AEE fictive 7 583km²)
Ibis falcinelle	Télémétrie : N=17 en postnuptiale et N=30 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 70% dans le 0-15km / 30% dans les 15-60km - prénuptiale : 70% dans le 0-15km / 30% dans les 15-60km Hauteur de vol : - postnuptiale : surtout entre 0 et 300m - prénuptiale : surtout entre 0 et 300m	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 2% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 4% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 6% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 4% surface utilisée par l'espèce
Echasse blanche	Télémétrie : N=6 en postnuptiale et N=4 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 60% dans le 0-15km / 25% dans les 15-60km / 15% pélagique - prénuptiale : 30% dans le 0-15km / 60% dans les 15-60km Hauteur de vol : - postnuptiale : surtout entre 0 et 300m - prénuptiale : surtout entre 0 et 300m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : - 1 ind - Hauteurs : <300m - 4% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : <300m - 8% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Avocette élégante	Télémétrie : N=15 en postnuptiale et N=4 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 35% dans le 0-15km / 40% dans les 15-60km / 20% pélagique - prénuptiale : 100% dans le 0-15km Hauteur de vol : - postnuptiale : variées de 0 à plus de 1000m - prénuptiale : 70% du temps à - de 20m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - 1 ind - 3% surface utilisée par l'espèce Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind
Pluvier guignard	Télémétrie : N=9 en postnuptiale (0 balise en prénuptiale) Utilisation espace : 12% dans le 0-15km / 50% dans les 15-60km / 32% pélagique Hauteur de vol : > 300m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs > 1000m - 11% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind
Goéland railleur	Télémétrie : N=107 en postnuptiale et N=106 en prénuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 90% dans le 0-15km / 10% dans le 15-60km - prénuptiale : > 90% dans le 0-15km Hauteur de vol : - postnuptiale : 80% à moins de 20m et 30% entre 20 et 300m - prénuptiale : 65% à moins de 20m et 30% entre 20 et 300m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : - 1 ind - Hauteurs : entre 20 et 500m - 4% surface utilisée par l'espèce	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Prénuptiale dans l'AEI : - plusieurs ind - Hauteurs : variées - 14% surface utilisée par l'espèce

Espèce	MIGRALION – Golfe du Lion	Narbonnaise (AEE 6 289km ²)	Golfe de Fos (AEE 5 828km ²)	GLC (AEE fictive 7 583km ²)
Sterne hansel	Télémétrie : N=12 en postnuptiale et N=5 en pré-nuptiale Utilisation espace : - postnuptiale : 35% dans le 0-15km / 50% dans le 15-60km - pré-nuptiale : 35% dans le 0-15km / 50% dans le 15-60km Hauteur de vol : variées de 0 à plus de 1000m	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind Pré-nuptiale dans l'AEI : 0 ind	Postnuptiale dans l'AEI: 0 ind (Est du Le Golfe du Lion très peu utilisé) Pré-nuptiale dans l'AEI : 0 ind (Est du Le Golfe du Lion très peu utilisé)	Postnuptiale dans l'AEI: - plusieurs ind - Hauteurs : entre 0 et 20m ou <500m - 10% surface utilisée par l'espèce Pré-nuptiale dans l'AEI : - 1 ind - Hauteurs : > 1000m - 13% surface utilisée par l'espèce
Autres migrateurs	Sur 19 espèces équipés, 8 ont effectué des traversées marines en Méd : le Petit-duc Scops, l'Engoulevent d'Europe, la Huppe fasciée, le Traquet motteux, la Bergeronnette printanière, le Pipit rousseline, le Monticole de roche, et le Rossignol philomèle. Altitudes : moyennes > 500 m pour 7 des 8 espèces. Seul le Traquet motteux a vol à environ 112 (n = 5 vols). Plupart des traversées de nuit. Certains individus ont prolongé durant la journée : 16 des 29 vols analysés (Bergeronnette printanière et Traquet motteux). 50% des individus ayant prolongé volent à une altitude < la journée.	+ 8 espèces en campagnes nautiques/acoustiques zone tampon 5km autour AEI : Grive mauvis, Grive musicienne, Merle noir, Rouge-gorge familier, Bergeronnette printanière, Hirondelle rustique, Huîtrier pie, Martinet noir	Campagnes nautiques/acoustiques zone tampon 5km autour AEI : aucune espèce.	+ 9 espèces en campagnes nautiques/acoustiques zone tampon 5km autour AEI : Grive mauvis, Grive musicienne, Merle noir, Rouge-gorge familier, Balbuzard pêcheur, Faucon kobez, Hirondelle rustique, Martinet noir, Pigeon biset domestique