

MIGRALION

Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion
par les migrants terrestres et l'avifaune marine
à l'aide de méthodes complémentaires

Lot 2 : Coordination, expertise et dissémination des résultats du programme
Troisième rapport intermédiaire d'avancement du programme

Livable L10

Mars 2024

Partenaires scientifiques et techniques



Financeurs du programme



Programme financé par le Ministère de la Transition
écologique, la Région Sud et la Région Occitanie

SUIVI DU DOCUMENT

Auteurs du document	Jehanne Rivet, Yann Planque	France Énergies Marines (FEM)
Coordination scientifique et technique du projet	Aurélien Besnard Yann Planque	CEFE – EPHE FEM
Coordination du projet	Claire Hébert	Office Français de la Biodiversité (OFB)
Titre du document	MIGRALION – Troisième rapport intermédiaire d’avancement du programme – Livrable L10 – lot 2 : Lot 2 : Coordination, expertise et dissémination des résultats du programme	
Citation du document	RIVET, J., PLANQUE, Y. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du Lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires: Troisième rapport intermédiaire d'avancement du programme. Lot 2: Coordination, expertise et dissémination des résultats du programme. <i>Rapport pour l'OFB</i> . 94 PP.	
Statut du document	Version finale	
Date de sauvegarde	19/06/2024	
Date de diffusion	19/06/2024	
Version du document	4	
Nom du fichier	MIGRALION_Lot2_L10_Rapportavancement3_2024-03.pdf	
Nombre de pages	94	
Niveau de diffusion	Consortium / Gouvernance/ Public	

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

Version	Date	Modifié par	Modifications / Sections
1	15/04/2024	Jehanne Rivet (FEM), Yann Planque (FEM)	Rédaction du document initial
2	16/05/2024	Sophie De Grissac (MNHN), Jehanne Rivet (FEM)	Relecture de l'ensemble du document, modifications mineures
3	05/06/2024	Constance Audiffren, Claire Hébert (OFB)	Relecture de l'ensemble du document, modifications mineures
4	19/06/2024	Jehanne Rivet (FEM), Claire Hébert (OFB)	Modifications mineures, formatage

APPROBATION

Version	Date	Approuvé par	Titre
Finale	19/06/2024	Yann Planque, FEM	Coordinateur scientifique et technique
Signature : 			
Finale	19/06/2024	Claire Hébert, OFB	Coordinatrice du projet
Signature : 			

Réalisation du document

Ce document est un livrable du programme MIGRALION (2021-2025) réalisé dans le cadre du lot 2 « Coordination, expertise et dissémination des résultats du programme ». Il porte sur une synthèse générale de l'avancement du programme. Cette synthèse s'appuie sur l'avancement des travaux réalisés par les lots techniques de MIGRALION (lots 3 à 6) qui sont présentés dans le cadre de rapports spécifiques (mars 2024) :

• Lot 3 « Télémétrie »

Tillo, S., Duriez, O., De Grissac, S., Champagnon, J., Dufour, P., Courbin, N., Jiguet, F. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 2e rapport d'analyse des données acquises (années 1 et 2). Lot 3 : Télémétrie migrateurs terrestres et oiseaux marins. *Rapport pour l'OFB*. **Livrable L17**. 81 PP.

• Lot 4 « Campagnes en mer »

Assali, C., Delcourt, V., Delelis, N. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 2e rapport d'analyse des données acquises (années 1 et 2). Lot 4 : Campagnes en mer par bateau. *Rapport pour l'OFB*. **Livrable L23**. 149 PP.

• Lot 5 « Radars ornithologiques à la côte »

Delcourt, V., Daïdé, C., Schmidt, B., Hamon, A., 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 2e rapport d'analyse des données acquises (année 2). Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte. *Rapport pour l'OFB*. **Livrable L29**. 66 PP.

• Lot 6 « Développement de méthodes permettant l'analyse combinée de données collectées par des méthodes complémentaires »

Canonne, C., Lauret, V., Schroll, L., Roques, S., Besnard, A. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Second rapport d'analyse méthodologique et des données acquises (années 1 et 2). Lot 6 : Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets. *Rapport pour l'OFB*. **Livrable L33**. 21 PP.

Canonne, C., Lauret, V., Schroll, L., Roques, S., Besnard, A. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Premier rapport décrivant la méthode de suivi et de modélisation de l'espace par l'avifaune en mer sur une large zone. Lot 6 : Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets. *Rapport pour l'OFB*. **Livrable L34**. 40 PP.

Table des matières

Liste des figures	6
Liste des tableaux	7
Objectifs du programme	9
Objectif de ce rapport	9
Consortium et articulation des lots	10
Calendrier général et livrables	11
Lot 1 Synthèse bibliographique, recensement de données, gestion de l'accessibilité des données ..	14
Lot 2 Coordination scientifique et dissémination	14
1 Coordination et pilotage scientifique	14
1.1 Changement de coordination	14
2 Communication et dissémination des connaissances au public	15
2.1 Kit de communication	15
2.2 Cahier des charges pour un film et un teaser (livrables L6 et L12)	16
2.3 Contenus web	17
2.4 Presse	17
3 Communication au sein de la communauté scientifique	18
3.1 Participation à la Conférence internationale on Wind & Wildlife (CWW) 2022	18
3.2 Participation à la conférence internationale « European Ornithologists' Union » 2023	19
Lot 3 Télémétrie.....	20
1 Rappel des objectifs	20
2 Rappel des méthodes et espèces ciblées	20
2.1 Rappel des méthodes.....	20
2.2 Espèces ciblées.....	20
3 Rappel sur le plan d'échantillonnage	21
4 Rappel des campagnes de 2021 et de 2022	22
5 Bilan des campagnes de 2023	25
6 Bilan des données acquises à ce stade du programme.....	27
7 Analyses de données et résultats préliminaires.....	32
7.1 Oiseaux migrateurs terrestres	32
7.2 Oiseaux marins.....	32
8 Prochaines étapes	35
Lot 4 Campagnes en mer	36
1 Rappel des objectifs	36
2 Rappel des méthodes et espèces ciblées	36
3 Rappel sur le plan d'échantillonnage	37
4 Rappel des campagnes de 2022	37
4.1 Observations visuelles	38
4.2 Enregistrements acoustiques.....	40
4.3 Enregistrements radars.....	40
5 Bilan des campagnes de 2023	41
5.1 Observations visuelles	41

5.2	Enregistrements acoustiques.....	43
5.3	Enregistrements radars.....	44
6	Bilan des données acquises à ce stade du programme.....	44
6.1	Observations visuelles	44
6.2	Enregistrements acoustiques.....	46
6.3	Enregistrements radars.....	47
7	Analyses de données et résultats préliminaires.....	47
7.1	Observations visuelles	47
7.2	Enregistrements acoustiques.....	55
7.3	Enregistrements radars.....	57
7.3.1	Radar en mode vertical	57
7.3.2	Radar en mode horizontal.....	60
7.4	Prochaines étapes	60
7.4.1	Expertises visuelles et acoustiques	60
7.4.2	Radars embarqués	61
Lot 5	Radars ornithologiques à la côte	62
1	Rappel des objectifs	62
2	Rappel des méthodes et espèces ciblées.....	62
2.1	Espèces ciblées.....	62
2.2	Méthodes.....	62
3	Rappel sur le plan d'échantillonnage	63
4	Rappel des campagnes de 2022	64
5	Bilan des campagnes de 2023	65
6	Bilan des données acquises à ce stade du programme.....	67
7	Analyses de données et résultats préliminaires.....	67
7.1	Suivis radars	67
7.2	Suivis acoustiques	74
7.3	Baguage.....	76
7.4	Suivis visuels.....	77
8	Prochaines étapes	80
Lot 6	Développement de méthodes permettant l'analyse combinée de données collectées par des méthodes complémentaires	81
1	Rappel des objectifs	81
2	Avancements 2023	82
2.1	Sélection des jeux de données historiques pertinents	82
2.2	Acquisition de données MIGRALION.....	82
2.3	Distribution spatiale des oiseaux marins	82
2.4	Etude des oiseaux migrants terrestres	84
3	Prochaines étapes	88
3.1	Distribution spatiale des oiseaux marins (apport des données télémétriques)	88
3.2	Distribution spatiale des oiseaux migrants terrestres	88
3.3	Altitudes de vol des oiseaux marins.....	89
3.4	Phénologie, altitudes et directions de vol des oiseaux migrants terrestres.....	89
	Conclusion	91
	Bibliographie.....	93

Liste des figures

Figure 1 : Composition du consortium du programme MIGRALION : répartition des rôles dans les 6 lots.	10
Figure 2 : Calendrier des actions réalisées en 2023 et des actions prévisionnelles pour l'année 2024.	11
Figure 3 : Fiche projet présentant le programme MIGRALION en français (gauche) et en anglais (droite).	15
Figure 4 : Posters présentant le programme (a) et les technologies mises en œuvre dans les lots 3 (b), 4 (c) et 5 (d).	16
Figure 5 : Article paru dans l'Aire marine (gauche) et photographies prises par Greg Lecoeur sur l'île de Riou lors de l'équipement des puffins de Scopoli avec des GPS pour le lot 3 de MIGRALION.	17
Figure 6 : Posters scientifiques présentés à la conférence CWW 2022. À gauche : présentation générale du programme ; à droite : présentation du lot 3 et résultats préliminaires (prix du meilleur poster).	18
Figure 7 : Posters présentés dans le cadre de la conférence scientifique « European Ornithologists' Union ». A gauche, le poster de présentation générale des programmes MIGRALION et MIGRATLANE. A droite, le poster présenté dans le cadre du Lot 3 Suivis télémétriques par Paul Dufour <i>et al.</i>	19
Figure 8 : Répartition des sites de captures d'oiseaux en 2021 et 2023. Les triangles verts représentent les sites de captures et les secteurs orange les communes ©Stéphan TILLO/ TdV	21
Figure 9 : Cartographie des déplacements du Puffin yelkouan autour du golfe du Lion © Nicolas Courbin / CEFÉ..	33
Figure 10 : Cartographie de la distribution estimée d'utilisation du Puffin yelkouan dans le golfe du Lion © Nicolas Courbin / CEFÉ..	33
Figure 11 : Cartographie des déplacements de la Sterne hansel autour du golfe du Lion © Stéphan Tillo / TdV.....	34
Figure 12 : Graphique altitudinal de la migration d'un individu de Sterne hansel lors de sa traversée du golfe du Lion © Stéphan Tillo / TdV.	34
Figure 13 : Cartographie et graphique d'altitude d'un GLS de Petit-duc scops © Paul Dufour / TdV.....	35
Figure 14 : Carte des transects à réaliser pour chaque campagne en mer, deux fois par période de migration des oiseaux, soit quatre fois par an.	37
Figure 15 : Carte de l'ensemble des observations réalisées en 2022 (toutes campagnes confondues).....	39
Figure 16 : Carte de l'ensemble des observations réalisées en 2023 (toutes campagnes confondues).....	42
Figure 17 : Comparaison des répartitions des observations de laridés par période sur les deux années de suivis en expertises nautiques. *	48
Figure 18 : Comparaison des effectifs de laridés par période sur les deux années de suivis en expertises nautiques.* ..	49
Figure 19 : Cartographie de synthèse des observations des autres laridés en expertises nautiques de 2022 et 2023.* ..	50
Figure 20 : Histogramme de la phénologie de présence des autres laridés des années de suivi en expertises nautiques 2022 et 2023.*	51
Figure 21 : Comportement en mer du Goéland leucophaée observée lors des suivis en expertises nautiques des années 2022 et 2023.*	52
Figure 22 : Comparaison pré et postnuptiale (2022 et 2023) des hauteurs de vol observées en expertises nautiques pour le Goéland leucophaée.*	52
Figure 23 : Contacts de chiroptères en mer par acoustique ultrasons lors des suivis maritimes des années 2022 et 2023.*	56
Figure 24 : Série temporelle de la densité d'échos d'oiseaux par radars obtenus au cours de la campagne de suivi maritime de la période de migration pré-nuptiale de mars 2022, moyennée par minute. *	57
Figure 25 : Densités des échos par classe d'altitude, distinctement de jour (courbe jaune) et de nuit (courbe noire) pour le premier passage de la période pré-nuptiale 2022.*	58
Figure 26 : Distribution des échos en fonction de l'altitude de l'abondance relative, distinctement de jour (à gauche) et de nuit (à droite), pour chacun des suivis maritimes effectués en 2022.*	59
Figure 27 : Exemples d'images radar enregistrées au cours de la première campagne en période pré-nuptiale (mars) de 2023. Le rayon du disque radar est de 4nmN7,5 km).	60
Figure 28 : Carte des suivis par radars à la côte.	64

Figure 29 : Série temporelle des flux moyens nocturnes au printemps 2023. *	68
Figure 30 : Diagramme des proportions de vol de jour et de nuit par période de migration sur le site de Leucate en 2023..*	69
Figure 31 : Graphiques des flux d'oiseaux par classe d'altitude pour le site de Banyuls en 2023.*	70
Figure 32 : Diagrammes des distributions des directions de vol enregistrées de nuit sur le site de Banyuls en 2023.*	71
Figure 33 : Histogrammes des flux moyens horaires d'oiseaux sur un cycle journalier de 24 heures sur le site de Banyuls en 2023.*	72
Figure 34 : Carte de synthèse des résultats préliminaires des analyses radars au printemps 2023.*	73
Figure 35 : Histogramme du nombre de captures par jour sur le site de la Palissade en 2023.	77
Figure 36 : Graphique des effectifs observés par espèce depuis la plage de Piémanson (données issues de 7 journées d'observation agrégées) au printemps 2023.*	78
Figure 37 : Graphique des effectifs observés par espèce sur chaque site de déplacement du radar mobile (données issues de 12 journées d'observation agrégées) au printemps 2023.*	79
Figure 38 : Carte des variables environnementales sélectionnées pour modéliser la distribution des oiseaux marins dans le golfe du Lion à partir des données de comptages.	83
Figure 39 : Probabilité de présence (et incertitude associée) de trois espèces d'oiseaux marins dans le golfe du Lion en dehors de leur période de reproduction : sternes caugeks, petits puffins (puffin yelkouan et des baléares) et mouettes pygmées.*	84
Figure 40 : Histogrammes des cibles enregistrées en 2022 et classées par mois (à gauche) et par heure (à droite). *	85
Figure 41 : Evolution du MTR moyen par nuit au cours de l'année 2022 (données non encore fiabilisées). *	86
Figure 42 : Histogramme de la fréquence du nombre d'échos en fonction de l'altitude de vol, à partir des données 2022 non fiabilisées.*	87
Figure 43 : Distribution des directions de vol mesurées par cible pour chacun des sites durant la période de migration pré-nuptiale en 2022. En pointillé est représenté la direction moyenne par site.*	87
Figure 44 : Schéma représentant le cadre de l'analyse intégrée présentée dans Meehan <i>et al.</i> (2022).	89

Liste des tableaux

Tableau 1 : Calendrier et avancement des livrables en mars 2024.	12
Tableau 2 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, durant la campagne 2021 dans le cadre de MIGRALION.	23
Tableau 3 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, en 2021 dans le cadre d'autres programmes.	23
Tableau 4 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, durant la campagne 2022 dans le cadre de MIGRALION.	24
Tableau 5 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, en 2022 dans le cadre d'autres programmes.	25
Tableau 6 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques ou d'individus recapturés, par espèce, durant la campagne 2023 dans le cadre de MIGRALION.	25
Tableau 7 : Bilan des déploiements sur les 3 saisons de terrain réalisées.	27
Tableau 8 : Détails des campagnes maritimes réalisées en 2022.	38
Tableau 9 : Synthèse des données collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2022 (données en effort).	38
Tableau 10 : Synthèse des données de méga-faune marine (hors avifaune, <i>i.e.</i> mammifères marins et grands poissons) collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2022 (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.	39

Tableau 11 : Synthèse des données d'avifaune collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2022 (données en effort).	40
Tableau 12 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux lors de la campagne de 2022.	40
Tableau 13 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris des campagnes de 2022.	40
Tableau 14 : Synthèse des données de radars embarqués acquises en 2022.	41
Tableau 15 : Détails des campagnes maritimes réalisées en 2023.	41
Tableau 16 : Synthèse des données collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2023 (données en effort).	42
Tableau 17 : Synthèse des données de mégafaune marine (hors avifaune, <i>i.e.</i> mammifères marins et grands poissons) collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2023 (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.	43
Tableau 18 : Synthèse des données d'avifaune collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2023 (données en effort).	43
Tableau 19 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux lors de la campagne de 2023.	43
Tableau 20 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris des campagnes de 2023.	44
Tableau 21 : Synthèse des données de radars horizontaux et verticaux embarqués acquises en 2023.	44
Tableau 22 : Synthèse de l'ensemble des données collecté par expertises visuelles lors des campagnes à ce stade du programme (données en effort).	45
Tableau 23 : Synthèse de l'ensemble des données de mégafaune marine (hors avifaune, <i>i.e.</i> mammifères marins et grands poissons) collectées par expertises visuelles à ce stade du programme (données en effort).	45
Tableau 24 : Synthèse des données d'avifaune collectées par expertises visuelles à ce stade du programme (données en effort)..	46
Tableau 25 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux à ce stade du programme.	46
Tableau 26 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris à ce stade du programme.	46
Tableau 27 : Bilan des données radars acquises à ce stade du programme.	47
Tableau 28 : Bilan des types de résultats ayant été produits à partir des données d'observations visuelles des campagnes des années 2022 et 2023.	53
Tableau 29 : Synthèse des effectifs contactés lors des suivis acoustiques oiseaux lors des campagnes de suivis maritimes en 2022 et 2023.	55
Tableau 30 : Synthèse des effectifs contactés lors des suivis acoustiques chiroptères lors des campagnes de suivis maritimes en 2022 et 2023.	56
Tableau 31 : Bilan des dates d'acquisition de données par site et par saison en 2022.	64
Tableau 32 : Synthèse des dates d'acquisition des données radars par site et par saison pour l'année 2023.	65
Tableau 33 : Synthèse des dates d'acquisition des données acoustiques en 2023.	66
Tableau 34 : Synthèse des dates de baguage et de contrôle sur le site de la Palissade en 2023.	66
Tableau 35 : Synthèse des dates de suivi visuel en 2023.	67
Tableau 36 : Synthèse des données radar obtenues depuis le début du programme.	67
Tableau 37 : Synthèse des données des suivis associés aux radars à la côte, depuis le début du programme (données 2023 uniquement).	67
Tableau 38 : Bilan des données des espèces contactées pendant les suivis acoustiques du printemps 2023.	74
Tableau 39 : Bilan des espèces baguées en 2023 (en bleu figurent les espèces transsahariennes).	76

Objectifs du programme

Le constat de déficit de connaissances sur les migrants terrestres, les zones fonctionnelles des oiseaux marins et des chiroptères a été mis en évidence en Méditerranée française par la communauté scientifique, les associations environnementales et les gestionnaires d'espaces naturels, notamment en lien avec le développement de nouvelles activités anthropiques en mer.

Or, dans un contexte de développement de projets en mer Méditerranée, notamment de projets d'éoliennes en mer dans le golfe du Lion, il est apparu essentiel d'acquérir des connaissances permettant de caractériser les flux migratoires et les fonctionnalités des zones en mer pour l'avifaune et les chiroptères, à l'échelle du golfe du Lion, que ce soit pour des espèces résidentes ou ponctuellement présentes.

Pour répondre à ces besoins, l'OFB a lancé le programme MIGRALION qui a pour objectif d'étudier les thématiques suivantes : passages migratoires en mer de l'avifaune migratrice et des chiroptères (routes préférentielles, flux et altitudes) ainsi que l'utilisation en trois dimensions de l'espace marin par les oiseaux marins. Une vaste diversité de moyens humains et technologiques sont déployés de manière complémentaire : observations visuelles à terre et en mer, baguage, télémétrie, radars ornithologiques et de navigation, récepteurs/enregistreurs acoustiques et à ultrasons. L'ensemble des données collectées ainsi que les données historiques accessibles seront analysés grâce à une méthode d'analyse combinée de données multi-sources développée spécialement dans le cadre du programme. Les différents modules (lots) de l'étude, débutée le 31 mars 2021, sont portés par une douzaine de structures expertes (associatives, académiques, bureau d'étude, etc.) ayant collaboré à l'élaboration de propositions complémentaires pour les 6 lots.

Ainsi ce vaste programme a pour ambition d'apporter des éléments de connaissance sur la faune volante terrestre et marine avec des données inédites sur la spatiotemporalité des déplacements locaux et les migrations des espèces à travers le golfe du Lion. Ces informations aideront à caractériser les menaces qui pèsent sur les populations, dont plusieurs sont en déclin. Il sera alors possible de déterminer comment optimiser le réseau d'espaces naturels protégés, en mer et à terre, d'améliorer les pratiques de gestion de ces espaces, d'ajuster si besoin les programmes de développement d'infrastructures, et de mieux réguler les activités anthropiques responsables de la dégradation de l'état des populations.

Objectif de ce rapport

Ce document s'inscrit dans le cadre du lot n°2 pour lequel France Energies Marines (FEM) et la Tour du Valat (TdV) sont titulaires. Il fait suite au rapport de lancement du programme produit en septembre 2021 et aux deux précédents rapports d'avancement délivrés en janvier 2022 et mars 2023.

Les objectifs et méthodologies de chaque lot ne seront que très brièvement rappelés et les résultats ne sont pas abordés en détails (se reporter au deuxième rapport d'avancement de chaque lot, livrés en mars 2024). Il s'agit ici de décrire succinctement le déroulement des campagnes réalisées par les différents lots du programme MIGRALION durant l'année 2023, de présenter le bilan des données acquises, et de présenter quelques résultats types produits par le consortium (pour plus d'informations et de détails, se référer aux rapports d'avancement de chacun des lots ; cf. [Page 3](#)). Ce rapport fait également état, le cas échéant, des modifications ayant été apportées au calendrier ou à certains sous-objectifs en fonction des retours d'expérience des campagnes de terrain opérées. Il pourra appuyer ou orienter certaines décisions pour les mois à venir.

Consortium et articulation des lots

Le programme MIGRALION s'articule autour de six lots complémentaires :

- 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 sur les oiseaux migrateurs terrestres et oiseaux marins.
- Lot n°4 : Campagnes en mer (observations visuelles, dispositifs acoustiques, radars).
- Lot n°5 : Radars ornithologiques à la côte (et suivis associés acoustiques, observations visuelles, baguage).
- Lot n°6 : Développement de méthodes permettant l'analyse combinée des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets.

Le consortium du programme MIGRALION est composé de 12 entités (laboratoires de recherche, instituts de recherche, bureaux d'étude, associations), aux domaines d'expertise diversifiés et complémentaires. L'implication de ces structures dans chaque lot du programme est illustrée en Figure 1. À noter également, la participation en 2021 du CEN Occitanie pour la capture d'oiseaux marins (lot 3).

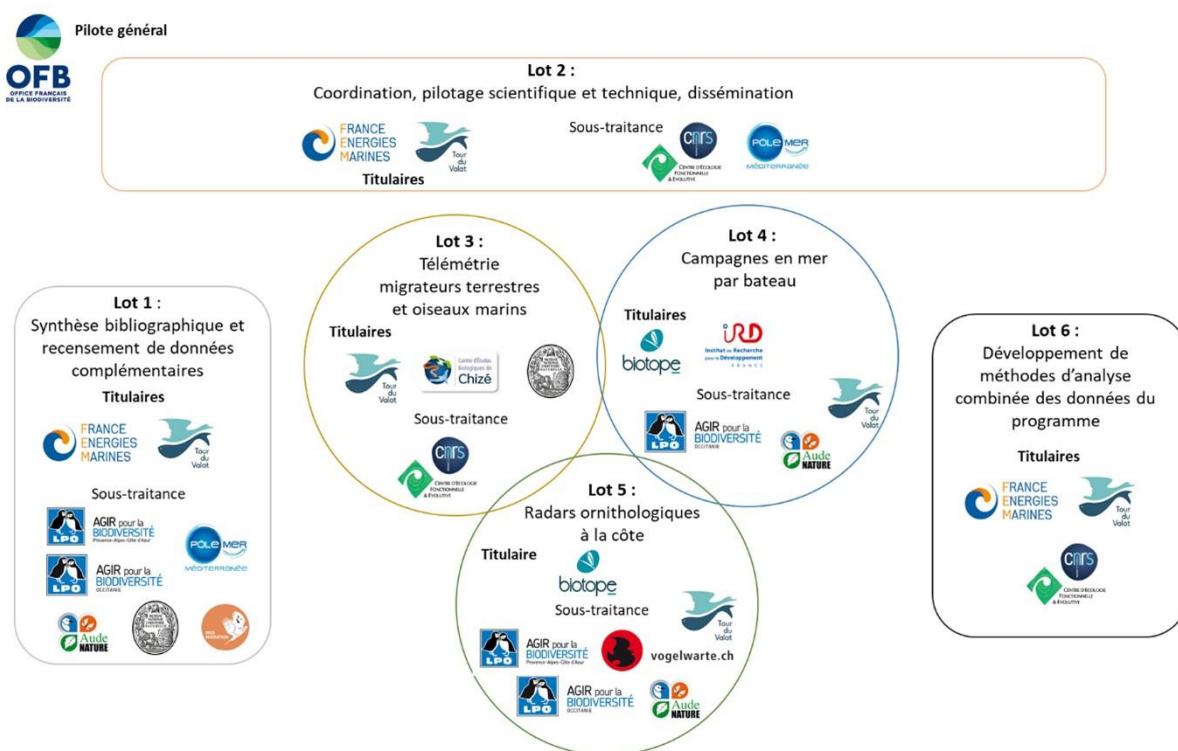


Figure 1 : Composition du consortium du programme MIGRALION : répartition des rôles dans les 6 lots.

Calendrier général et livrables

Calendrier prévisionnel des principales actions en 2023 et 2024

La Figure 2 permet de visualiser le déroulé des actions réalisées en 2023 ainsi que celle prévues pour 2024. L'année 2024 est la dernière année d'acquisition des données, et la préparation des résultats avant la finalisation du programme (en 2025).

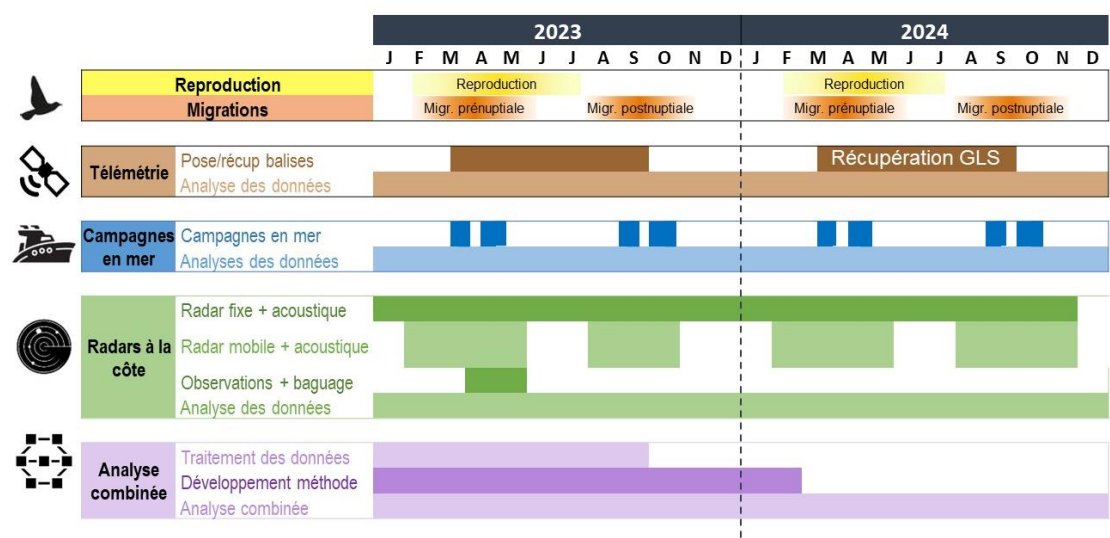


Figure 2 : Calendrier des actions réalisées en 2023 et des actions prévisionnelles pour l'année 2024.

Le présent rapport inclut quelques résultats préliminaires (non fiabilisés), présentés ici à titre informatifs, qui ont été obtenus sur la base des données acquises lors des première et seconde années d'acquisition des données (2022 et 2023 respectivement).

État des livrables au 31/03/2024

L'avancement des livrables du programme est résumé dans le Tableau 1. Tous les livrables attendus pour 2023 ont été délivrés par les membres du consortium.

Tableau 1 : Calendrier et avancement des livrables en mars 2024.

	2021			2022				2023				2024				2025
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Lot 1 : Synthèse bibliographique																
L1 : Synthèse bibliographique			✓													
L2 : Liste données existantes sur la faune volante dans le golfe du Lion			✓													
Lot 2 : Coordination, expertise, dissémination																
L3 : Comptes-rendus réunions préparatoires aux COPIL	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
L4 : Comptes-rendus COPIL	✓		✓	✓			✓	✓			✓					
L5 : Rapport de lancement du programme MIGRALION					✓											
L6 : Conception cahier des charges teaser vidéo MIGRALION												✓				
L7 : Posters de présentation du programme et des technologies				✓												
L8 : 1 ^{er} rapport intermédiaire d'avancement du programme				✓												
L9 : 2 nd rapport intermédiaire d'avancement du programme								✓								
L10 : 3 ^{ème} rapport intermédiaire d'avancement du programme												✓				
L11 : Programmation d'un colloque international																
L12 : Cahier des charges vidéo résultats MIGRALION												✓				
L13 : Poster résultats MIGRALION																
Lots 3 « Télémétrie » - Lot 4 « campagnes en mer » - Lot 5 « radar ornithologique à la côte »																
Campagnes d'acquisition de données				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

L14-L20-L26 : Jeux de données géoréférencées & métadonnées - année 1								✓								
L15-L21-L27 : 1 ^{er} rapport d'analyse des données - année 1								✓								
L16-L22-L28 : Jeux de données géoréférencées & métadonnées - année 2																
L17-L23-L29 : 2 nd rapport d'analyse des données - années 1 et 2												✓				
L18-L24-L30 : Jeux de données géoréférencées & métadonnées - année 3																
L19-L25-L31 : 3 ^{ème} rapport d'analyse des données - années 1, 2 et 3																
Lot 6 : Développement de méthodes de traitement et d'analyse des données																
L32 : 1 ^{er} rapport d'analyse méthodologique et données - année 1								✓								
L33 : 2 nd rapport d'analyse méthodologique et données - année 1 et 2												✓				
L34 : 1 ^{er} rapport méthodologique												✓				
L35 : Rapport final méthodologique MIGRALION																
L36 : Rapport final de résultats du programme MIGRALION																

Lot 1 Synthèse bibliographique, recensement de données, gestion de l'accessibilité des données

Titulaires du lot 1 : FEM, TdV ; Autres partenaires du lot 1 : Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) Provence Alpes Côtes d'Azur (PACA), LPO Occitanie, Pôle Mer Méditerranée (PMM), Aude Nature, Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Med migration.

La synthèse bibliographique issue du lot 1 (livrable L1 ; Bon *et al.* 2021) est disponible sur demande auprès de l'OFB et sera disponible sur la page web dédiée au programme MIGRALION, qui sera mise en place courant 2024 sur le site <https://www.eoliennesenmer.fr/>. Financièrement, le lot 1 a été soldé pour tous les partenaires, titulaires et sous-traitants.

Lot 2 Coordination scientifique et dissémination

Titulaires du lot 2 : FEM, TdV ; Autres partenaires du lot 2 : CEFE, PMM

1 Coordination et pilotage scientifique

Des réunions d'avancement et de coordination ont été organisées en visio-conférence et ont permis de rassembler les titulaires du consortium et l'OFB (pilotage du programme). Ces réunions ont permis d'échanger sur les protocoles, les plans d'échantillonnages, les avancées, les réalisations en cours et les problèmes techniques ou administratifs rencontrés. Comme pour toute réunion propre au programme MIGRALION, le lot 2 a rapporté les échanges sous forme de comptes-rendus (livrables L3 et L4), transmis à l'OFB et aux membres du consortium. En 2023, quatre réunions d'avancement et de coordination ont été organisées.

Trois comités de pilotage ont été organisés conjointement par FEM et l'OFB entre le début du programme et la fin de la première année d'acquisition de données (2022), et trois autres comités de pilotages ont été organisés en 2023.

De manière générale FEM a également fait le relai, quand cela était nécessaire, entre les partenaires et le maître d'ouvrage (OFB) pour tout ce qui concerne les problèmes administratifs et techniques.

1.1 Changement de coordination

Sophie de Grissac a quitté ses fonctions à FEM, fin mars 2023, en tant que coordinatrice du programme MIGRALION. Yann Planque, arrivé à FEM le 15 mai 2023 en la qualité de chercheur avifaune-EMR, a pris le relai de la coordination de MIGRALION. L'intérim de la coordination a été assurée de façon transitoire par Margaux Pinel (FEM), de fin mars 2023 au 15 mai 2023. La coordination est réalisée conjointement avec la TdV (contact : Jocelyn Champagnon), et avec l'appui du CEFE (contact : Aurélien Besnard) et du PMM (contact : Jade Saez). Plusieurs personnes interviennent également ponctuellement dans l'appui à la coordination : Jehanne Rivet (FEM), Cécile Bon (FEM), Ronan Rousseau (FEM).

2 Communication et dissémination des connaissances au public

2.1 Kit de communication

FEM a mis à disposition un « kit de communication » destiné en particulier à l'OFB afin qu'il dispose des outils nécessaires à la présentation du programme auprès des institutions et industriels. Ce kit comprend une fiche projet (Figure 3 ; disponible en ligne [en français](#) et [en anglais](#)), un diaporama commenté pour les conférences/réunions et quatre posters de vulgarisation scientifique (Figure 4 ; disponibles en ligne [en français](#) et [en anglais](#)). Tous ces outils peuvent être utilisés indépendamment les uns des autres et sont à visée grand public et institutions afin de communiquer au mieux sur les enjeux du programme.

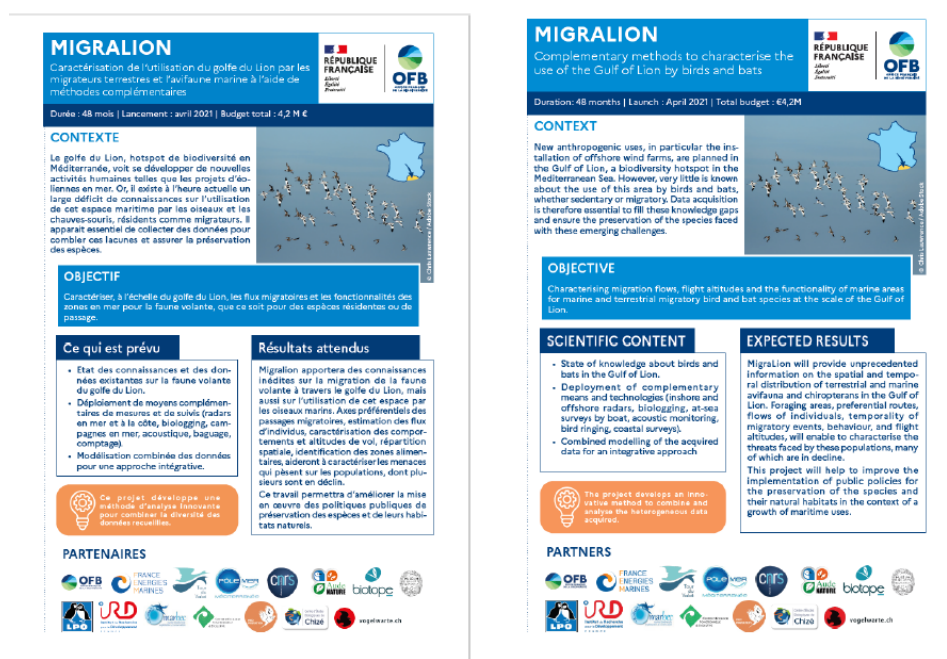


Figure 3 : Fiche projet présentant le programme MIGRALION en français (gauche) et en anglais (droite).

Le diaporama, disponible sur demande en version courte et en version longue détaillée décrit le programme MIGRALION, ses différents lots, les technologies et moyens mis en œuvre et les résultats attendus. Il a été réalisé et annoté par FEM conjointement avec l'OFB et est mis régulièrement à jour par FEM avec l'aide des partenaires du programme. Ce document à destination de l'OFB permettra au maître d'ouvrage de présenter le programme à diverses institutions ou porteurs de projets lors de conférences, réunions et séminaires.

Les quatre posters de communication (Figure 4) à destination du grand public mais aussi des industriels ont été produits en version française et en version anglaise par les chargés de communication de FEM et du PMM avec l'appui de la TDV. Ils reprennent les thèmes suivants :

Présentation générale du programme MIGRALION ;

- Télémétrie sur les oiseaux du golfe du Lion (lot 3) ;
- Utilisation de moyens combinés sur des campagnes en mer (lot 4) ;
- Technologies radar au service de la connaissance des oiseaux et des chauves-souris (lot 5).

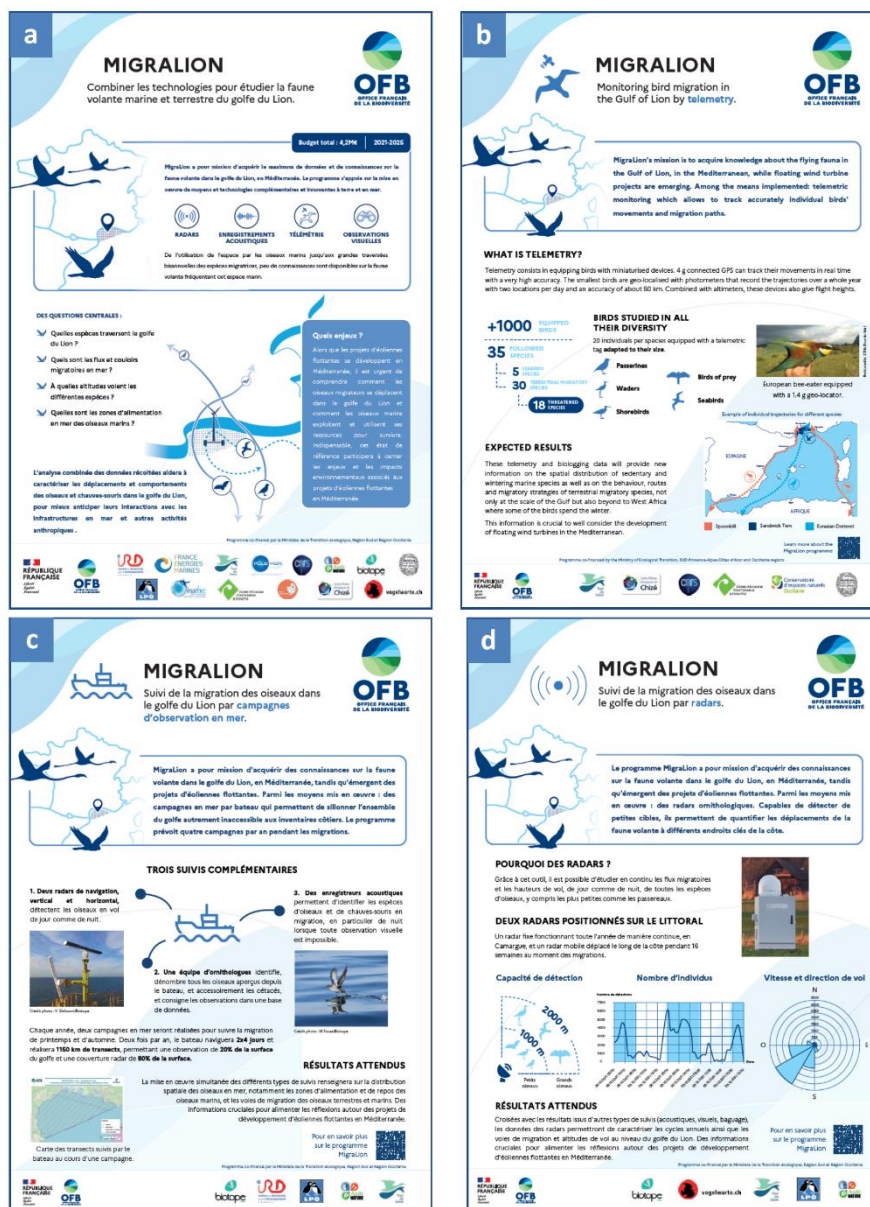


Figure 4 : Posters présentant le programme (a) et les technologies mises en œuvre dans les lots 3 (b), 4 (c) et 5 (d).

2.2 Cahier des charges pour un film et un teaser (livrables L6 et L12)

La réalisation d'une vidéo de présentation du programme MIGRALION était une action envisagée, dans le cadre d'un financement complémentaire au programme. Pour cela, un cahier des charges devait être produit par le lot 2 dans le cadre de MIGRALION (livrable L12).

Une première version du cahier des charges commun au film et au teaser vidéo a été transmise à l'OFB en mars 2023. Des échanges ont eu lieu en ce début d'année 2024, entre le lot 2 et les responsables de chaque lot, afin d'effectuer une mise à jour de ce cahier des charges. Le lot 2 a notamment recensé les potentiels lieux de tournage auprès du consortium. Une seconde version a ainsi été remise à l'OFB en février 2024 pour validation, compléments des parties administratives, et pour transmission du cahier des charges au prestataire vidéo de l'OFB.

Cette mise à jour a été faite dans l'optique de la réalisation de prises de vues lors des derniers terrains de MIGRALION possibles, soit courant printemps-été 2024. À titre d'information, cette vidéo est financée dans le cadre d'un budget accordé par l'Observatoire national de l'éolien en mer, pour la réalisation de « communication complémentaire » sur les programmes MIGRALION et MIGRATLANE.

2.3 Contenus web

La réalisation d'une page internet dédiée au programme MIGRALION a été financée à l'OFB par l'Observatoire national de l'éolien en mer. La rédaction du contenu et la mise en place de cette page web ont été réalisées en 2024 par un prestataire de l'OFB, externe au consortium. Le lot 2 de coordination, ainsi que l'ensemble des autres lots, ont effectués une relecture de ce contenu web. Ce contenu web sera hébergé sur le site web de l'Observatoire de l'Eolien en mer : www.eoliennesenmer.fr. Il intégrera une page de présentation générale du programme, ainsi qu'une page de présentation par lot.

2.4 Presse

Un article sur le programme (**Figure 5**) a été publié dans le N°58 de l'Aire Marine, la lettre d'information de l'OFB consacrée au milieu Marin et aux missions de l'OFB et de ses partenaires pour sa gestion et protection, en date de novembre 2022. La lettre d'information est accessible ici :

<https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/Fichiers/Lettre%20information/aire-marine/am58.pdf>

Pour la rédaction de cet article, le journaliste a interviewé Alexandra Gigou (coordinatrice à cette date du programme à l'OFB) et Sophie de Grissac (ancienne coordinatrice scientifique du programme, FEM). Cet article est illustré par une photographie de Greg Lecoœur, photographe professionnel qui a accompagné sur le terrain, avec Alexandra Gigou, une équipe de MIGRALION sur l'île de Riou dans le cadre d'équipement télémétrique des puffins de Scopoli (*Calonectris diomedea*) (lot 3).



Figure 5 : Article paru dans l'Aire marine (gauche) et photographies prises par Greg Lecoœur sur l'île de Riou lors de l'équipement des puffins de Scopoli avec des GPS pour le lot 3 de MIGRALION.

3 Communication au sein de la communauté scientifique

3.1 Participation à la Conférence internationale on Wind & Wildlife (CWW) 2022

Deux résumés rédigés en collaboration avec le consortium ont été acceptés pour présentation de posters scientifiques (Figure 6

Figure 6) à la conférence internationale « *Conference on Wind energy and Wildlife impacts* » qui a eu lieu du 4 au 8 avril 2022 à Egmond aan Zee (Pays-Bas). Les posters ont été réalisés par FEM avec l'aide des partenaires du programme. La présentation des posters a été assurée par Sophie de Grissac (anciennement FEM) et un chercheur du CEFE du lot 3 (Olivier Duriez). Le poster de gauche de la

Figure 6 présente ainsi de manière scientifique le programme MIGRALION, les moyens et technologies mises en œuvre pour répondre aux enjeux scientifiques. Le poster de droite présente le lot 3 Télémétrie et les résultats préliminaires issus des premières données récoltées en 2021. Grâce aux tracés GPS de 3 espèces d'oiseaux différentes, ce poster met en lumière la notion de variabilité interspécifique et intraspécifique des trajectoires migratoires autour du golfe du Lion. Ce poster a reçu le prix du meilleur poster de la conférence.

Les deux posters ont reçu un très bon accueil de la part du public scientifique et permis des échanges intéressants sur le thème des interactions de l'avifaune avec les éoliennes offshore.



Figure 6 : Posters scientifiques présentés à la conférence CWW 2022. À gauche : présentation générale du programme ; à droite : présentation du lot 3 et résultats préliminaires (prix du meilleur poster).

3.2 Participation à la conférence internationale « European Ornithologists' Union » 2023

Un poster scientifique de présentation générale des programmes MIGRALION et MIGRATLANE (**Figure 7**, à gauche) a été présenté dans le cadre de la conférence scientifique « European Ornithologists' Union », en Suède, en août 2023. Ce poster a porté sur : *“MIGRALION and MIGRATLANE : large-scale multi-source data acquisition and modelling to characterise the use of maritime & coastal areas by birds & bats”* (Planque et al. 2023). Il est disponible en ligne depuis ce lien : <https://www.france-energies-marines.org/wp-content/uploads/2023/10/231015-poster-migraX.pdf>.

Ce poster scientifique de coordination a été présenté simultanément à un autre poster scientifique, réalisé par Dufour et al. (2023) dans le cadre du **lot 3 « Suivis télémétriques » de MIGRALION**, et portant sur *“Flight altitude dynamics of migratory species crossing major ecological barriers”*.

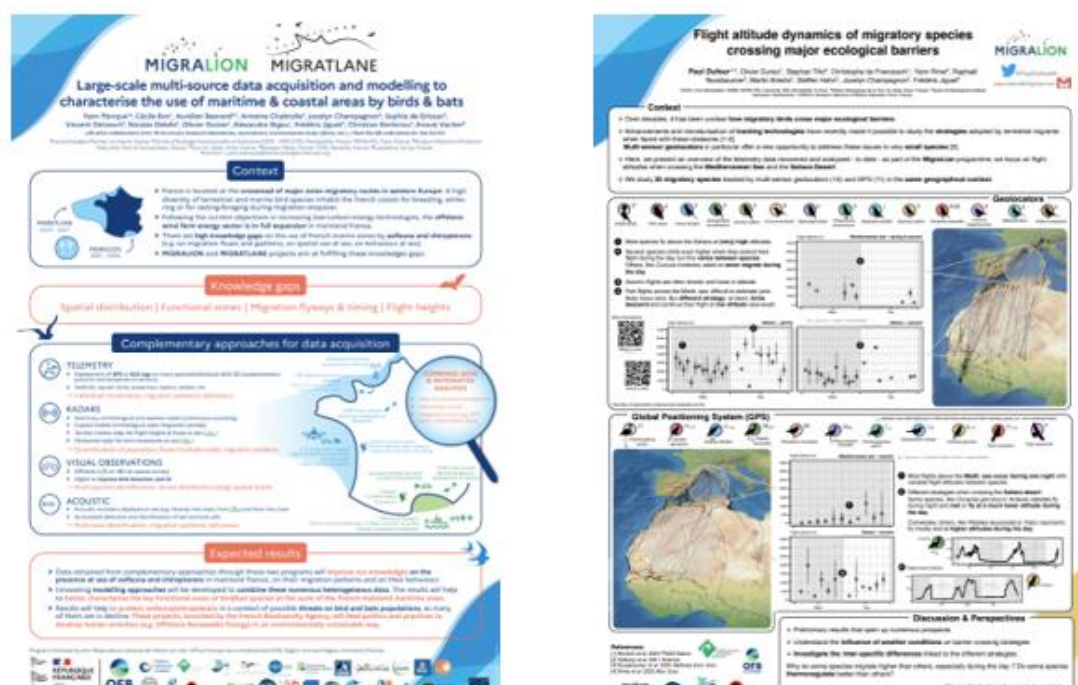


Figure 7 : Posters présentés dans le cadre de la conférence scientifique « European Ornithologists' Union ». A gauche, le poster de présentation générale des programmes MIGRALION et MIGRATLANE. A droite, le poster présenté dans le cadre du Lot 3 Suivis télémétriques par Paul Dufour et al.

Le lot 2 a également pour rôle d'effectuer le rapportage scientifique de MIGRALION, notamment en assurant la bonne réalisation de l'ensemble des livrables du programme, et produisant des rapports de synthèses (sur la base des rapports spécifiques produits par les lots techniques 3 à 6). Tous les livrables du lot 2 (y compris les comptes-rendus de réunions et de COPIL) sont disponibles sur demande auprès de l'OFB (Claire Hébert : claire.hebert@ofb.gouv.fr) ou de FEM (Yann Planque : yann.planque@france-energies-marines.org). Certains de ces livrables sont mis en ligne sur le site web www.eoliennesenmer.fr après transmission à la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC) par l'OFB.

Lot 3 Télémétrie

Titulaires du lot 3 : TdV, MNHN, CEFE, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC)

L'ensemble des résultats intermédiaires du lot 3 sont présentés dans le [livrable L17 \(Tillo et al. 2024 ; mars 2024\)](#). Quelques résultats « types » sont présentés ci-dessous à titre d'information, afin d'illustrer l'avancement du lot 3 ; merci cependant de se référer au livrable L17 pour des informations plus détaillées. L'ensemble des résultats présentés à ce stade (ce livrable L10 et le livrable L17) sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent donc être interprétés avec précaution, et en gardant en mémoire les limites technologiques et scientifiques mentionnées dans les différents livrables.

1 Rappel des objectifs

Le suivi télémétrique d'oiseaux marins et d'oiseaux terrestres migrateurs consiste dans MIGRALION à équiper des individus de GPS ou de géolocalisateurs (GLS) associés à différents capteurs (pression, température, accéléromètres et magnétomètres) qui peuvent informer sur le comportement.

Plus de 1000 individus issus de 40 espèces d'oiseaux ont ou seront équipés de ces technologies de géolocalisation embarquée entre 2021 et 2024 (GPS et GLS). Les informations acquises contribueront à une meilleure compréhension des caractéristiques de vol des oiseaux migrateurs, à l'identification des espèces les plus vulnérables (*i.e.* les plus susceptibles de traverser en mer à des altitudes de vol présentant un risque d'interactions plus important avec l'éolien en mer). L'objectif de ces suivis télémétriques est également de comprendre la variation du comportement de l'avifaune en fonction des conditions environnementales.

2 Rappel des méthodes et espèces ciblées

2.1 Rappel des méthodes

Les technologies employées (type d'instrument, fabricant, modèle, type de fixation), les modalités de capture des oiseaux ainsi que le plan d'échantillonnage (périodes et zones de captures) sont rappelées et détaillées dans le dernier rapport d'analyse du lot 3 ([livrable L17](#) ; Tillo et al. 2024).

Pour rappel, la taille et la masse des espèces conditionnent les choix des balises déployées sur les oiseaux. Les espèces de grande taille (masse > 110 g) sont ainsi équipées de balises de type GPS qui transmettent les données par le réseau de téléphonie mobile GSM. Pour les espèces de petite taille (masse entre 13 et 80 g), les balises choisies sont de type GLS, qui requièrent la recapture de l'oiseau pour récupération des données. Cette différence d'équipements a des implications sur le type de données acquises et leur définition : les balises GPS permettent d'acquérir des locations précises (quelques mètres) et fréquentes, alors que les balises GLS permettent uniquement d'acquérir une estimation approximative de la localisation (incertaine à plusieurs dizaines ou centaines de kilomètres). Les données comportementales acquises sont également dépendantes des types de balises choisies.

2.2 Espèces ciblées

La liste des espèces ciblées a plusieurs fois évolué depuis le démarrage du programme. Une première liste de 33 espèces d'oiseaux avait été définie à la soumission du projet : 7 espèces d'oiseaux marins,

9 espèces d'échassiers migrateurs de zones humides, 14 d'oiseaux migrateurs terrestres dont 7 espèces de passereaux et 3 espèces de rapaces. Ce choix s'est fait sur des critères d'enjeux de conservation, de la représentativité des espèces migratrices abondantes, ainsi que de la faisabilité technique pour équiper ces espèces.

Cette liste a été revue au cours de la première année d'acquisition de données, en 2021, et comprenait alors 37 espèces oiseaux : 7 espèces d'oiseaux marins, 9 espèces d'échassiers migrateurs de zones humides, 21 espèces d'oiseaux migrateurs terrestres (au lieu de 17 initialement prévu) dont 13 espèces de passereaux. Ces réajustements ont été réalisés en particulier grâce aux améliorations technologiques constantes qui permettent d'équiper des espèces de plus petites tailles de GLS (par exemple le rougequeue à front blanc, *Phoenicurus phoenicurus* ou le gobemouche gris, *Muscicapa striata*) mais aussi pour éviter le dérangement sur des espèces trop sensibles (Océanite tempête, *Hydrobates pelagicus*) ou difficiles d'accès administrativement tel que le puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*) qui a été abandonné, au moins jusqu'en 2023.

L'expérience acquise lors de la saison 2022 a permis d'autres ajustements sur les espèces étudiées. Ainsi, en 2023 le projet a pour cible 40 espèces d'oiseaux : 3 espèces de rapaces, 3 espèces d'oiseaux marins, 11 espèces de zones humides, 23 espèces d'oiseaux migrateurs terrestres dont 17 espèces de passereaux.

3 Rappel sur le plan d'échantillonnage

La Figure 8 présente la répartition des sites de capture d'oiseaux dans le cadre du lot 3.

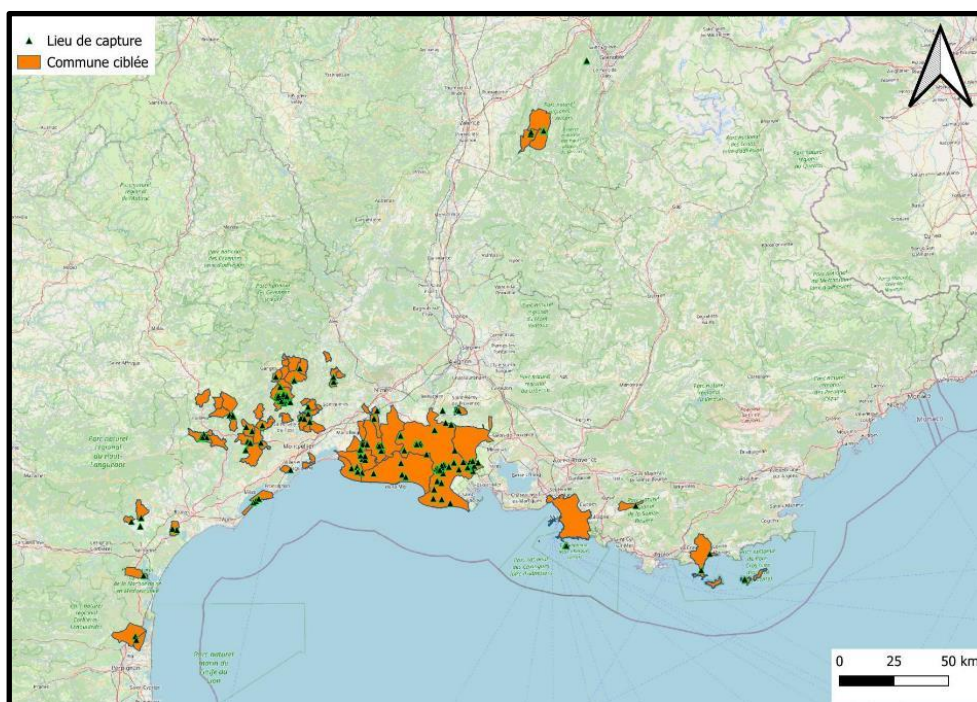


Figure 8 : Répartition des sites de captures d'oiseaux en 2021 et 2023. Les triangles verts représentent les sites de captures et les secteurs orange les communes ©Stéphan TILLO/ TdV

4 Rappel des campagnes de 2021 et de 2022

Cette section présente les équipements d'individus réalisés en 2021 et 2022. Les équipements initialement prévus mais qui n'ont pas pu être réalisés ne sont pas présentés ici, mais sont détaillés dans les deux derniers rapports d'analyse du lot 3 (livrables L15 et L17 ; Champagnon *et al.* 2024, Tillo *et al.* 2024). Pour rappel, des individus sont également équipés pour servir de témoins, lesquels sont indispensables pour évaluer des problèmes potentiels liés à la pose de GLS ou GPS sur des espèces qui n'ont jamais été équipées auparavant.

• Suivis de 2021

Le Tableau 2 présente les individus équipés en 2021 dans le cadre de MIGRALION. Les conditions de réalisation des campagnes 2021 sont détaillées dans les deux premiers rapports d'analyse du lot 3 (livrables L15 et L17 ; Champagnon *et al.* 2024, Tillo *et al.* 2024).

• Suivis de 2022

Le Tableau 4 présente les individus équipés en 2022 dans le cadre de MIGRALION. Les conditions de réalisation des campagnes 2022 sont détaillées dans les deux premiers rapports d'analyse du lot 3 (L15 et L17).

Comme en 2021, des individus ont été équipés en 2022 dans le cadre d'autres programmes de recherche, et sont détaillées dans le Tableau 5.

Tableau 2 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, durant la campagne 2021 dans le cadre de MIGRALION.

Espèces	Technologie utilisée	Nombre d'individus équipés	Nombre d'individus témoin équipés
Guignard d'Eurasie (<i>Eudromias morinellus</i>)	GPS (GSM)	10	7
Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	GPS (GSM)	2	
Guêpier d'Europe (<i>Merops apiaster</i>)	GLS	23	
Huppe fasciée (<i>Upupa epops</i>)	GLS	14	
Rousserolle turdoïde (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	GLS	16	
Pie-grièche à tête rousse (<i>Lanius senator</i>)	GLS	11	
Pipit rousseline (<i>Anthus campestris</i>)	GLS	4	
Rossignol philomèle (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	GLS	4	
Fauvette orphée (<i>Sylvia hortensis</i>)	GLS	8	
9 espèces équipées (2 de GPS et 7 de GLS)		92 individus équipés (12 GPS et 80 GLS)	7 individus témoins équipés (de GPS)

Des individus d'espèces d'intérêt ont été équipés en 2021 dans le cadre d'autres programmes. Ces données, présentées dans le **Tableau 3**, sont utiles à MIGRALION pour répondre aux enjeux de connaissances.

Tableau 3 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, en 2021 dans le cadre d'autres programmes.

Organisme	Programme/projet	Espèce	Technologie	Nombre d'individus équipés	Nombre d'individus témoin équipés
CEN Occitanie	Mesures d'accompagnement des centrales éoliennes flottantes pilotes de la région Occitanie ¹	Sterne caugek (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	GPS (GSM)	6	3
CEFE ; CEBC	ORNIT-EOF ²	Puffin de Scopoli	GPS (GSM)	20	

¹ : AP N° DREAL/DE-DMMC-11-2019-006 pour EFGL et AP DREAL/DE-DMMC-11-2019-009 pour EOLMED. Ces captures sont intégrées dans le programme personnel 1190 pour des facilités administratives.

² : Projet financé par l'ADEME, EDF Renouvelable, Engie et Eolfi, qui vise à préfigurer un observatoire de l'avifaune en interaction avec les parcs éoliens offshore flottants du golfe du Lion ([fiche-projet-ORNIT-EOF-FR.pdf \(france-energies-marines.org\)](#)).

Tableau 4 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, durant la campagne 2022 dans le cadre de MIGRALION.

Espèces	Technologie utilisée	Nombre d'individus équipés	Nombre d'individus recapturés	Nombre d'individus témoin équipés
Faucon d'Eléonore (<i>Falco eleonora</i>)	GPS (GSM)	5		
Puffin Yelkouan (<i>Puffinus yelkouan</i>)	GPS (GSM)	20		
Puffin de Scopoli	GPS (GSM)	10		
Goéland railleur (<i>Chroicocephalus genei</i>)	GPS (GSM)	7		2
Flamant rose (<i>Phoenicopterus roseus</i>)	GPS (GSM)	14		
Spatule blanche (<i>Platalea leucorodia</i>)	GPS (GSM)	10		
Crabier chevelu (<i>Ardeola ralloides</i>)	GPS (GSM)	11		
Blongios nain (<i>Ixobrychus minutus</i>)	GPS (GSM)	6		
Avocette élégante (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	GPS (GSM)	10		2
Echasse blanche (<i>Himantopus himantopus</i>)	GPS (GSM)	1		
Guignard d'Eurasie	GPS (GSM)	10		3
Faucon crécerellette (<i>Falco naumannii</i>)	GPS (GSM)	11		
Rollier d'Europe (<i>Coracias garrulus</i>)	GPS (GSM)	5		
Tourterelle des bois	GPS (GSM)	6		
Coucou geai (<i>Clamator glandarius</i>)	GPS (GSM)	11		
Petit-duc scops (<i>Otus scops</i>)	GLS	7		
Engoulevent d'Europe (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	GLS	11		
Guêpier d'Europe	GLS	14		
Huppe fasciée	GLS	8		
Rousserolle turdoïde	GLS	9		
Pie-grièche à tête rousse	GLS	10		
Pipit rousseline	GLS	17		
Monticole de roche (<i>Monticola saxatilis</i>)	GLS	3		
Traquet motteux (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	GLS	15		
Rossignol philomèle	GLS	18		
Fauvette orphée	GLS	17		
Bergeronnette printanière (<i>Motacilla flava</i>)	GLS	10		
Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>)	GLS	16		
Hirondelle rousseline (<i>Cecropis daurica</i>)	GLS	12		
Tarier des prés (<i>Saxicola rubetra</i>)	GLS	10		
Rougequeue à front blanc	GLS	10		

Gobemouche gris	GLS	10		
32 espèces équipées (15 de GPS et 17 de GLS)		334 individus équipés (151 GPS et 197 GLS)	0 individu recapturé	7 individus témoin équipés (de GPS)

Tableau 5 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques, par espèce, en 2022 dans le cadre d'autres programmes.

Organisme	Programme/projet	Espèce	Technologie	Nombre d'individus équipés	Nombre d'individus témoin équipés
CEN Occitanie	Mesures d'accompagnement des centrales éoliennes flottantes pilotes de la région Occitanie ¹	Sterne caugek	GPS (GSM)	16	1
CEN Occitanie	Mesures d'accompagnement des centrales éoliennes flottantes pilotes de la région Occitanie ¹	Puffin yelkouan	GPS (GSM)	20	

¹ : AP N° DREAL/DE-DMMC-11-2019-006 pour LEFGL et AP DREAL/DE-DMMC-11-2019-009 pour EOLMED. Ces captures sont intégrées dans le programme personnel 1190 pour des facilités administratives.

5 Bilan des campagnes de 2023

Le Tableau 6 présente les individus équipés en 2023 dans le cadre de MIGRALION, ainsi que les individus recapturés. Les conditions de réalisation des campagnes 2023 sont détaillées dans le dernier rapport d'analyse du lot 3 ([livrable L17](#) ; Tillo *et al.* 2024).

Tableau 6 : Nombre d'individus d'oiseaux équipés d'outils de suivis télémétriques ou d'individus recapturés, par espèce, durant la campagne 2023 dans le cadre de MIGRALION.

Espèces	Technologie utilisée	Nombre d'individus équipés	Nombre d'individus recapturés	Nombre d'individus témoin équipés
Puffin yelkouan	GPS (GSM)	11		
Puffin de Scopoli	GPS (GSM)	11		
Sterne caugek	GPS (GSM)	6		
Sterne hansel (<i>Gelochelidon nilotica</i>)	GPS (GSM)	8		9
Goéland railleur	GPS (GSM)	2		
Flamant rose	GPS (GSM)	21	2	
Spatule blanche	GPS (GSM)	23		

Ibis falcinelle (<i>Plegadis falcinellus</i>)	GPS (GSM)	14		8
Héron pourpré (<i>Ardea purpurea</i>)	GPS (GSM)	15		
Crabier chevelu	GPS (GSM)	13		
Blongios nain	GPS (GSM)	5		
Avocette élégante	GPS (GSM)	8	1	3
Echasse blanche	GPS (GSM)	15		1
Glaréole à collier (<i>Glareola pratincola</i>)	GPS (UHF)	7		
Faucon crécerellette	GPS (GSM)	15		
Faucon d'Eléonore	GPS (GSM)	10		
Rollier d'Europe	GPS (GSM)	15		
Tourterelle des bois	GPS (GSM)	12		
Coucou geai	GPS (GSM)	13		
Bergeronnette printanière	GLS	10	2	
Tarier des prés	GLS	13	2	
Rougequeue à front blanc	GLS	10	3	
Hirondelle de fenêtre (<i>Delichon urbicum</i>)	GLS	10		
Pipit des arbres (<i>Anthus trivialis</i>)	GLS	7		
Petit-duc scops	GLS		4	
Engoulevent d'Europe	GLS		1	
Guêpier d'Europe	GLS		2	
Huppe fasciée	GLS		2	
Rousserolle turdoïde	GLS		1	
Pie-grièche à tête rousse	GLS		3	
Pipit rousseline	GLS		5	
Monticole de roche	GLS		1	
Traquet motteux	GLS		3	
Rosignol philomèle	GLS		2	
Fauvette orphée	GLS		5	
Hirondelle rustique	GLS		5	
Gobemouche gris	GLS		4	
24 espèces équipées (19 de GPS et 5 de GLS) 18 espèces recapturées (2 de GPS et 16 de GLS)		273 individus équipés (224 GPS et 50 GLS)	48 individus recapturés (3 GPS et 45 GLS)	21 individus témoins équipés (de GPS)

6 Bilan des données acquises à ce stade du programme

Le bilan des trois saisons de terrain réalisées de 2021 à 2023 est présenté dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Bilan des déploiements sur les 3 saisons de terrain réalisées.

Espèce	Technologie utilisée	Année	Effectif				Nombre de télélocalisations (au 21/12/2023)
			Pose	Témoin	Reprise	TOTAL	
Puffin yelkouan	GPS (GSM)	2022	20			20	991 867
		2023	11			11	
		TOTAL	31			31	
Puffin de Scopoli	GPS (GSM)	2022	10			10	523 040
		2023	11			11	
		TOTAL	21			21	
Sterne caugék	GPS (GSM)	2021	6	3		9	1 346 887
		2022		1		1	
		2023	6			6	
		TOTAL	12	4		16	
Sterne hansel	GPS (GSM)	2023	8	9		17	591 887
Goéland railleur	GPS (GSM)	2022	7	2		9	304 994
		2023	2			2	
		TOTAL	9	2		11	
Flamant rose	GPS (GSM)	2022	14			14	828 594
		2023	21		2	23	
		TOTAL	35		2	37	
Spatule blanche	GPS (GSM)	2022	10			10	1 224 807
		2023	23			23	
		TOTAL	33			33	
Ibis falcinelle	GPS (GSM)	2023	14	8		22	199 640
Héron pourpré	GPS (GSM)	2023	15			15	240 748
Crabier chevelu	GPS (GSM)	2022	11			11	304 575
		2023	12			12	

		TOTAL	23			23	
Blongios nain	GPS (GSM)	2022	6			6	39 405
		2023	5			5	
		TOTAL	11			11	
Avocette élégante	GPS (GSM)	2022	10	2		12	222 504
		2023	8	3	1	12	
		TOTAL	18	5	1	24	
Echasse blanche	GPS (GSM)	2022	1			1	84 832
		2023	15	1		16	
		TOTAL	16	1		17	
Guignard d'Eurasie	GPS (GSM)	2021	10	7		17	122 024
		2022	10	3		13	
		TOTAL	20	10		30	
Glaréole à collier	GPS (UHF)	2023	7			7	1 096
Faucon crécerellette	GPS (GSM)	2022	11			11	1 142 179
		2023	15			15	
		TOTAL	26			26	
Faucon d'Eléonore	GPS (GSM)	2022	5			5	235 307
		2023	10			10	
		TOTAL	15			15	
Rollier d'Europe	GPS (GSM)	2022	5			5	182 703
		2023	15			15	
		TOTAL	20			20	
Tourterelle des bois	GPS (GSM)	2021	2			2	204 493
		2022	6			6	
		2023	12			12	
		TOTAL	20			20	
Coucou geai	GPS (GSM)	2022	11			11	194 357
		2023	13			13	
		TOTAL	24			24	
20 espèces équipées de GPS		2021	18 GPS	3		21	

	2022	151	5		167	
	2023	225	12	3	240	
	TOTAL	405	20	3	428	

Petit-duc scops	GLS	2022	7			7	
		2023			4	4	
		TOTAL	7		4	11	
Engoulevent d'Europe	GLS	2022	11	6		17	
		2023			1	1	
		TOTAL	11	6	1	18	
Guêpier d'Europe	GLS	2021	23	24		47	
		2022	14	35	2	52	
		2023			2	2	
		TOTAL	27	59	4	101	
Huppe fasciée	GLS	2021	14	4		18	
		2022	7	16	2	25	
		2023			2	2	
		TOTAL	21	20	4	45	
Rousserolle turdoïde	GLS	2021	16	15		31	
		2022	9	33	1	43	
		2023			1	1	
		TOTAL	25	38	2	80	
Pie-grièche à tête rousse	GLS	2021	11	12		23	
		2022	10	9		19	
		2023			3	3	
		TOTAL	21	21	3	45	
Pipit rousseline	GLS	2021	4	4		8	
		2022	17	15		32	
		2023			5	5	
		TOTAL	21	19	5	45	
Monticole de roche	GLS	2022	3			3	

		2023			1	1	
		TOTAL	3		1	4	
Traquet motteux	GLS	2022	15	15		30	
		2023			3	10	
		TOTAL	15	15	3	40	
Rossignol philomèle	GLS	2021	4	8		12	
		2022	17	39	1	57	
		2023			2	9	
		TOTAL	21	47	3	80	
Fauvette orphée	GLS	2021	8	12		20	
		2022	17	16	1	36	
		2023			5	9	
		TOTAL	25	28	6	65	
Bergeronnette printanière	GLS	2022	10	10		20	
		2023	10	5	2	23	
		TOTAL	20	15	2	43	
Hirondelle rustique	GLS	2022	16	20		36	
		2023			5	15	
		TOTAL	16	20	5	51	
Hirondelle rousseline	GLS	2022	12	12		24	
		2023				7	
		TOTAL	12	12		31	
Tarier des prés	GLS	2022	10	9		19	
		2023	13	4	2	23	
		TOTAL	23	13	2	39	
Rougequeue à front blanc	GLS	2022	10	10		20	
		2023	10	4	3	20	
		TOTAL	20	14	3	40	
Gobemouche gris	GLS	2022	10			10	
		2023			4	5	
		TOTAL	10		4	15	

Hirondelle de fenêtre	GLS	2023	10			10	
Pipit des arbres	GLS	2023	7	7		7	
19 espèces équipées de GLS		2021	80	82		162	
		2022	197	250		466	
		2023	50	25		183	
		TOTAL	327	357		811	

7 Analyses de données et résultats préliminaires

7.1 Oiseaux migrateurs terrestres

L'analyse des données de migrateurs terrestres équipés de GPS est effectuée par Paul Dufour, en collaboration avec Léo Denoual (stagiaire de master 2 de l'Université de Grenoble pour une période de 6 mois ; 1^{er} semestre 2024). Leur travail porte sur l'étude des conditions météorologiques qui influencent les dates de départ en migration et les stratégies de traversée de la mer Méditerranée, et notamment du golfe du Lion.

En parallèle de ce travail, les données de GPS des migrateurs terrestres servent à étudier le temps passé par chacun d'eux dans chaque strate altitudinale lorsqu'ils traversent le golfe du Lion. L'objectif est d'identifier les espèces les plus à risque car se déplaçant dans la zone du rotor et des pales des éoliennes, soit entre 20 et 200m environ au-dessus de la mer.

En ce qui concerne les migrateurs terrestres équipés de GLS, les données brutes ont été analysées par Paul Dufour. Deux publications (Nussbaumer *et al.* 2023a, Nussbaumer *et al.* 2023b) expliquent la méthode, et un manuel en ligne permet de visualiser les principales étapes de l'analyse (<https://raphaelnussbaumer.com/GeoPressureManual/index.html>). Avec ces données, l'équipe du projet prépare d'ores et déjà une publication ciblée sur une espèce pour expliquer la méthode et son application à l'étude fine des mouvements migratoires des passereaux. En parallèle, un travail de description fine des déplacements migratoires au-dessus de la Méditerranée (et du golfe du Lion) est réalisé afin d'évaluer le risque de collision des passereaux (et autres petits migrateurs) avec les éoliennes. D'autres projets visant à comprendre les déplacements précis des oiseaux à partir des données collectées par ces GLS multi-capteurs ont également démarré en collaboration avec les personnes de l'institut ornithologique suisse *Swiss Ornithological Institute* de Sempach.

Davantage de précisions concernant les analyses menées par le lot 3 sur les données de migrateurs terrestres équipés de GLS sont présentées dans le dernier rapport d'analyse du lot ([livrable L17](#) ; Tillo *et al.* 2024).

7.2 Oiseaux marins

Concernant les oiseaux marins, les analyses menées à ce stade par le lot 3 consistent à estimer la distribution de l'utilisation de l'espace en mer et déterminer les zones à fortes densités pour chaque espèce. En outre, les variables environnementales associées à la présence des oiseaux en mer sont identifiées par modélisation statistique. L'identification des variables environnementales clés pour expliquer la répartition spatiale des différentes espèces d'oiseaux marins servira de base pour le modèle d'intégration développé dans le lot 6. Les analyses consistent également en la modélisation de la distribution des hauteurs de vol des oiseaux.

Les résultats présentés ci-dessous sont issus d'analyses préliminaires et ne sont pas considérés comme fiables. Des informations plus détaillées et des analyses plus poussées sont en cours.

Des résultats du type de ceux présentés ci-dessous (Figure 9 et Figure 10) ont pu être obtenus pour trois espèces (Puffin yelkouan, Puffin de Scopoli, Sterne caugek) et sont présentés dans le dernier rapport d'analyse du lot 3 ([livrable L17](#) ; Tillo *et al.* 2024).

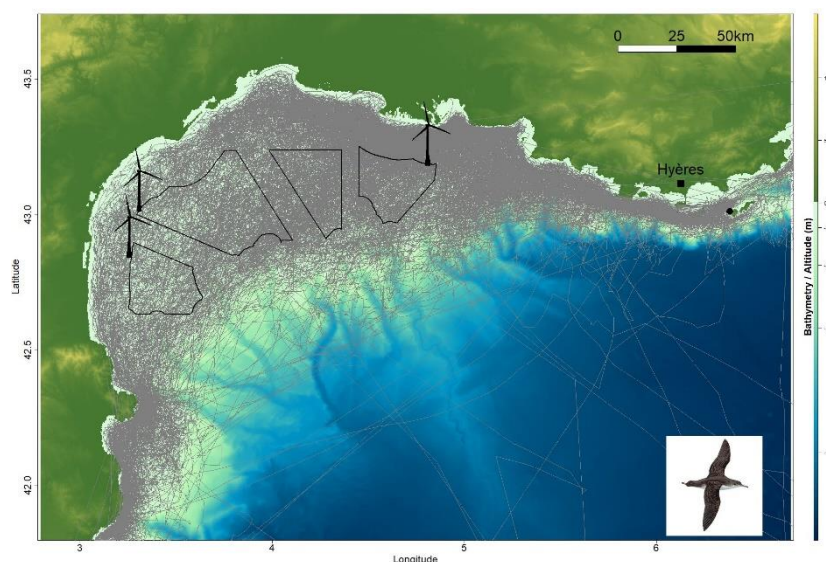


Figure 9 : Cartographie des déplacements du Puffin yelkouan autour du golfe du Lion © Nicolas Courbin / CEFE. Les emplacements des trois parcs pilotes d'éoliennes flottantes sont indiqués par une éolienne (seul PGL, au sud de la Camargue, est installé à l'hiver 2024) et les quatre zones d'étude pour des projets commerciaux d'éolien flottant sont indiqués par des polygones en traits pleins (la zone la plus à l'ouest et à l'est ont été retenues par l'Etat). *Ces résultats sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent être interprétés avec précautions, cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

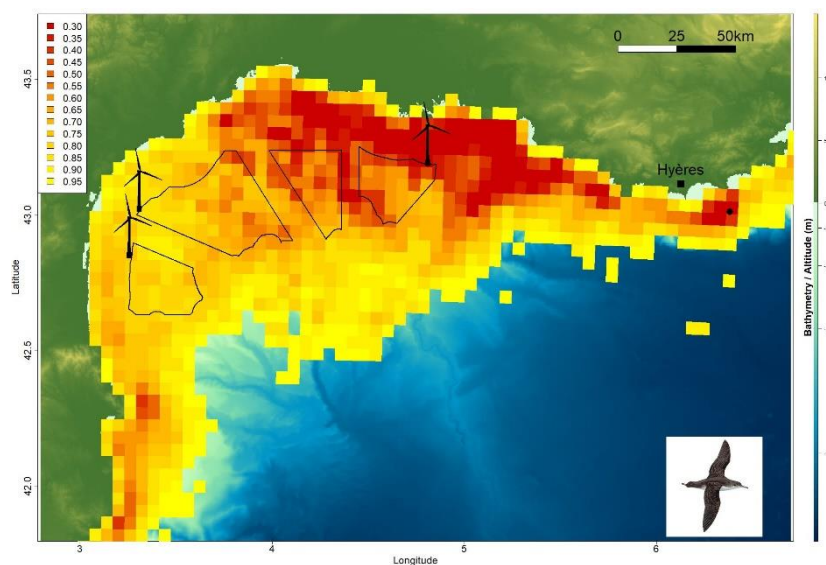


Figure 10 : Cartographie de la distribution estimée d'utilisation du Puffin yelkouan dans le golfe du Lion © Nicolas Courbin / CEFE. *Ces résultats sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent être interprétés avec précautions, cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Des résultats du type de ceux présentés ci-dessous (Figure 11 et Figure 12) ont pu être obtenus pour 17 espèces (Sterne hansel, Goéland railleur, Flamant rose, Spatule blanche, Ibis falcinelle, Héron pourpré, Crabier chevelu, Blongios nain, Avocette élégante, Echasse blanche, Guignard d'Eurasie, Glaréole à collier, Faucon crécerellette, Faucon d'Eléonore, Rollier d'Europe, Tourterelle des bois, Coucou geai) et sont présentés dans le dernier rapport d'analyse du lot 3 ([livrable L17](#) ; Tillo *et al.* 2024).

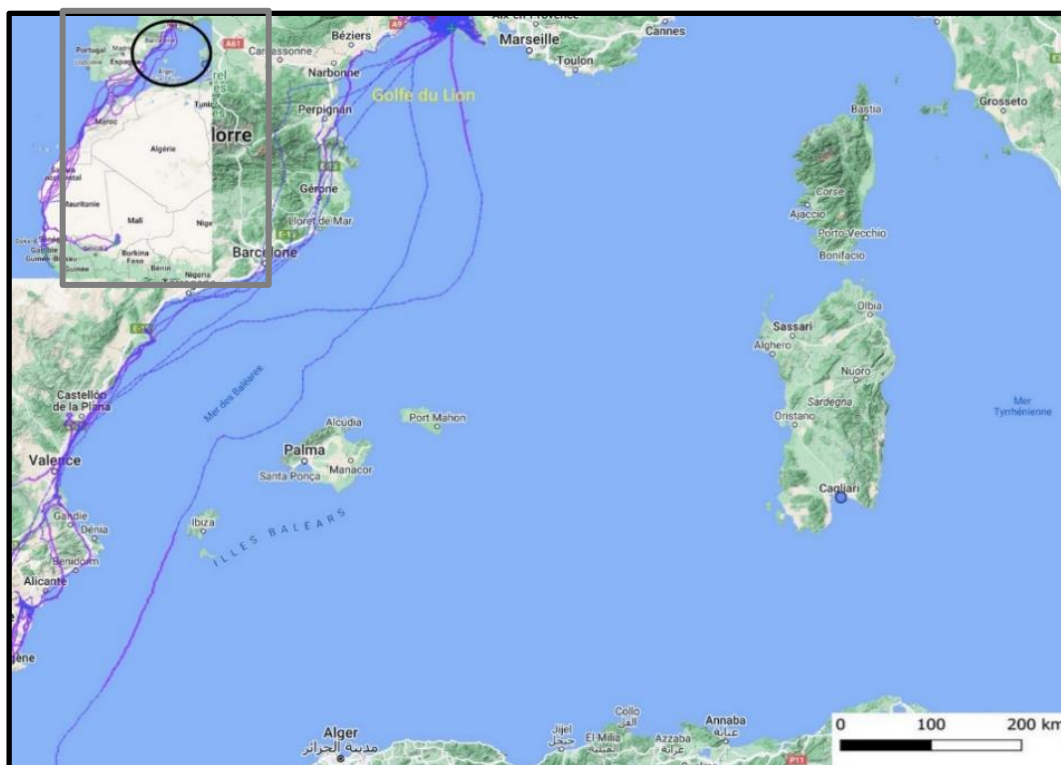


Figure 11 : Cartographie des déplacements de la Sterne hansel autour du golfe du Lion © Stéphan Tillo / TdV. *Ces résultats sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent être interprétés avec précautions, cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

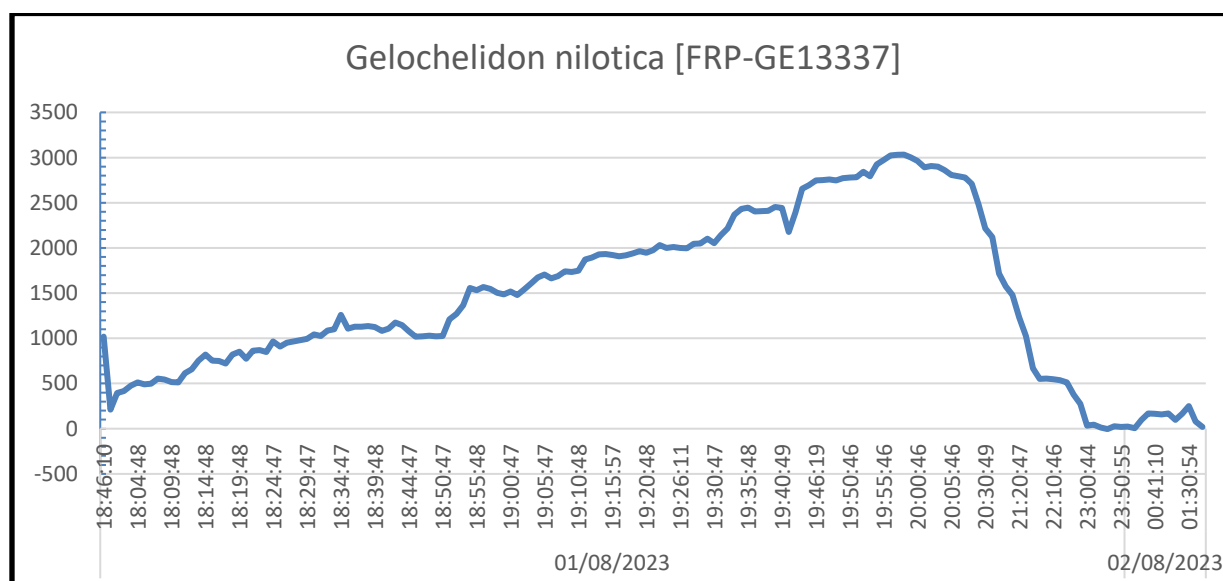


Figure 12 : Graphique altitudinal de la migration d'un individu de Sterne hansel lors de sa traversée du golfe du Lion © Stéphan Tillo / TdV. *Ces résultats sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent être interprétés avec précaution, cf limites exposées dans le livrable correspondants.*

Des résultats du type de ceux de la Figure 13 ont pu être obtenus pour 16 espèces équipées de GLS (Petit-duc scops, Engoulevent d'Europe, Guêpier d'Europe, Huppe fasciée, Rousserolle turdoïde, Pie-grièche à tête rousse, Pipit rousseline, Monticole de roche, Traquet motteux, Rossignol philomèle, Fauvette orphée, Bergeronnette printanière, Hirondelle rustique, Tarier des prés, Rougequeue à front

blanc, Gobemouche gris) et sont présentés dans le dernier rapport d'analyse du lot 3 ([livrable L17](#) ; Tillo *et al.* 2024).

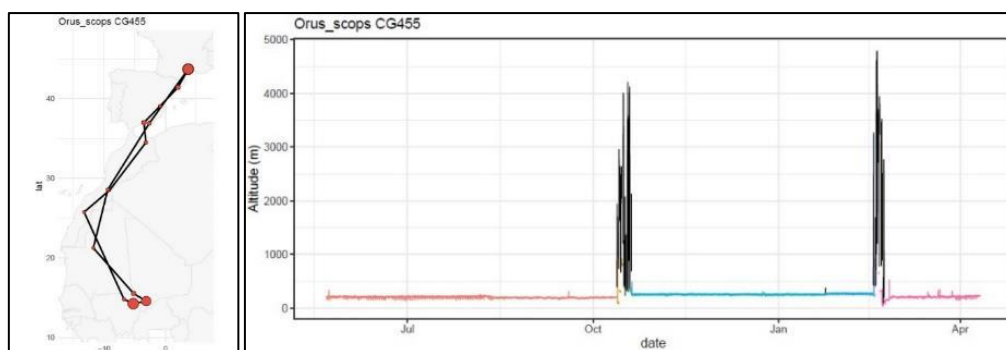


Figure 13 : Cartographie et graphique d'altitude d'un GLS de Petit-duc scops © Paul Dufour / TdV. *Ces résultats sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent être interprétés avec précaution, cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

8 Prochaines étapes

La dernière année d'acquisition de données (2024) est en cours, avec un déploiement prévu de 140 balises. Il sera aussi nécessaire de chercher à récupérer a minima les 50 GLS déployés en 2023, ainsi qu'une partie des GLS non retrouvés les années précédentes sur certaines espèces. Le travail de terrain sera encore conséquent.

L'analyse des données recueillies sera poursuivie en 2024 par Paul Dufour dont le contrat se terminera en octobre 2024. L'objectif sera de fournir les éléments essentiels à la réalisation du rapport final du projet. Il sera appuyé par Léo Denoual (M2) jusqu'en juillet 2024 pour analyser les données GPS des migrateurs terrestres. L'équipe envisage d'intégrer un stagiaire à partir de l'automne pour poursuivre les analyses de Paul Dufour après son départ.

Lot 4 Campagnes en mer

Titulaires du lot 4 : Biotope, Institut de Recherche pour le Développement (IRD) : Autres partenaires du lot 4 : LPO Occitanie, Aude Nature, Tour du Valat.

L'ensemble des résultats intermédiaires du lot 4 sont présentés dans le [livrable L23 \(Assali et al. 2024 ; mars 2024\)](#). Quelques résultats « types » sont présentés ci-dessous à titre d'information, afin d'illustrer l'avancement du lot 4 ; merci cependant de se référer au livrable L23 pour de plus amples informations détaillées. L'ensemble des résultats présentés à ce stade ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution.

1 Rappel des objectifs

Une variété de protocoles complémentaires d'inventaire de l'avifaune et des chiroptères, basés sur différentes technologies et expertises embarquées, sont mises en œuvre dans le cadre des campagnes en mer de MIGRALION : observations visuelles de la mégafaune marine par des experts ornithologues, suivis radars (horizontaux et verticaux), enregistrements acoustiques (avifaune) et d'ultrasons (chiroptères). Cette approche multimodale a pour objectif d'inventorier et d'améliorer les connaissances sur les espèces d'oiseaux et de chiroptères présents en mer dans le golfe du Lion, au moment particulier des migrations pré et postnuptiales (printemps et automne).

2 Rappel des méthodes et espèces ciblées

Les espèces visées par les protocoles mis en œuvre dans le cadre du Lot 4 sont :

- Les migrants 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 oiseaux marins ;
- Les chiroptères en mer, qui peuvent transiter dans le golfe du Lion lors des déplacements saisonniers ;

En complément, les observations visuelles permettent également de recueillir des informations relatives aux mammifères marins (cétacés etc.) et aux grands pélagiques (requins etc.) présents dans le golfe du Lion.

Les méthodes de collecte de données mises en œuvre dans le cadre du lot 4 sont de trois natures :

- Des observateurs qui observent en continu les oiseaux marins et les migrants, du lever du jour au coucher du soleil, et répertorient toutes les observations réalisées.
- Un enregistreur acoustique dédié aux oiseaux (spectre de l'audible) et un enregistreur dédié aux chauves-souris (ultrasons) qui sont embarqués pour détecter les vocalisations d'oiseaux et écholocalisations de chauves-souris.
- Deux radars de navigation (un horizontal et un vertical), paramétrés pour le suivi de l'avifaune en mer, sont équipés de moyens d'enregistrement de données en continu, de jour comme de nuit, tout au long des campagnes menées.

Plus de détails sur les technologies employées et sur le plan d'échantillonnage dans le cadre du lot 4 sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot ([livrable L23 ; Assali et al. 2024](#)).

3 Rappel sur le plan d'échantillonnage

Les campagnes en mer prennent la forme de 4 campagnes annuelles (deux réalisées entre les mois de mars et de mai, et deux autres entre les mois de septembre et novembre). Près de 1000 kilomètres de transects (Figure 14) sont ainsi réalisés, couvrant ainsi le golfe du Lion et permettant la collecte de données complémentaires, nocturnes et diurnes.

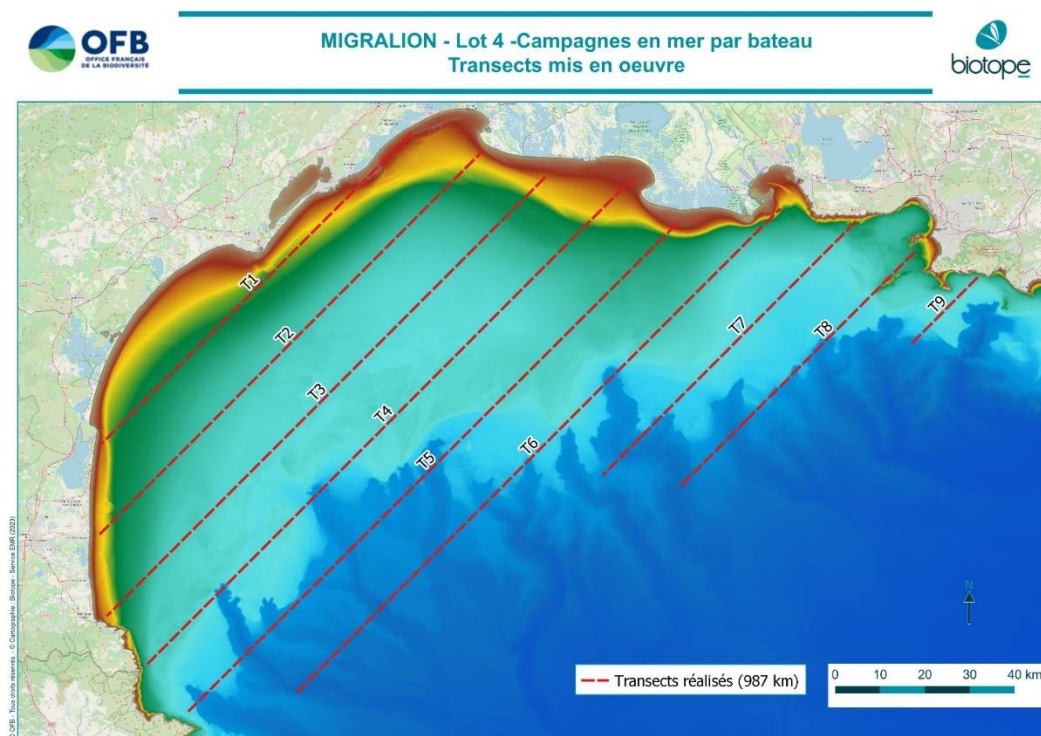


Figure 14 : Carte des transects à réaliser pour chaque campagne en mer, deux fois par période de migration des oiseaux, soit quatre fois par an.

4 Rappel des campagnes de 2022

Aucune campagne d'acquisition de données n'a été menée en 2021 dans le cadre du lot 4. En 2022, une campagne de 3 sorties (Tableau 8) a pu être menée au printemps (mars, avril et mai), malgré des contraintes météo-océaniques qui ont nécessité une forte capacité d'adaptation et de réactivité pour les équipes d'observateurs et l'équipage du navire mobilisés. A l'automne 2022, les conditions météorologiques ont également été défavorables, mais les équipes ont pu réaliser une campagne de 3 sorties en septembre et octobre.

Tableau 8 : Détails des campagnes maritimes réalisées en 2022.

Campagne	Migration	Date/heure départ	Date/Heure retour
01_2022	Prénuptiale	28/03/2022 - 08:00	29/03/2022 - 00:00
01-02_2022	Prénuptiale	25/04/2022 - 20:00	28/04/2022 - 18:00
02_2022	Prénuptiale	02/05/2022 - 23:00	04/05/2022 - 10:00
03_2022	Postnuptiale	21/09/22 13:00	23/09/22 5:00
03-04_2022	Postnuptiale	3/10/22 21:00	6/10/22 21:00
04_2022	Postnuptiale	27/10/22 18:00	29/10/22 7:30

4.1 Observations visuelles

• Tous groupes d'espèces confondus

Un bilan de l'ensemble des données d'observations visuelles de 2022, tous groupes d'espèces confondus (oiseaux, mammifères marins, grands poissons pélagiques et autres) est présenté dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Synthèse des données collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2022 (données en effort).

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre global d'individus observés	Nombre global d'observations
Prénuptiale 2022	63 espèces	8 470	2 329
Postnuptiale 2022	39 espèces	7 354	1 362
Totaux	73 (espèces différentes identifiées)	15 824	3 691

La Figure 15 présente l'ensemble des observations réalisées sur les transects pendant les campagnes de 2022. Chaque point correspond à une observation. Les segments sans points correspondent à des navigations qui ont été effectuées de nuit, et donc sans données d'observations visuelles (mais avec collecte de données radars et acoustiques).

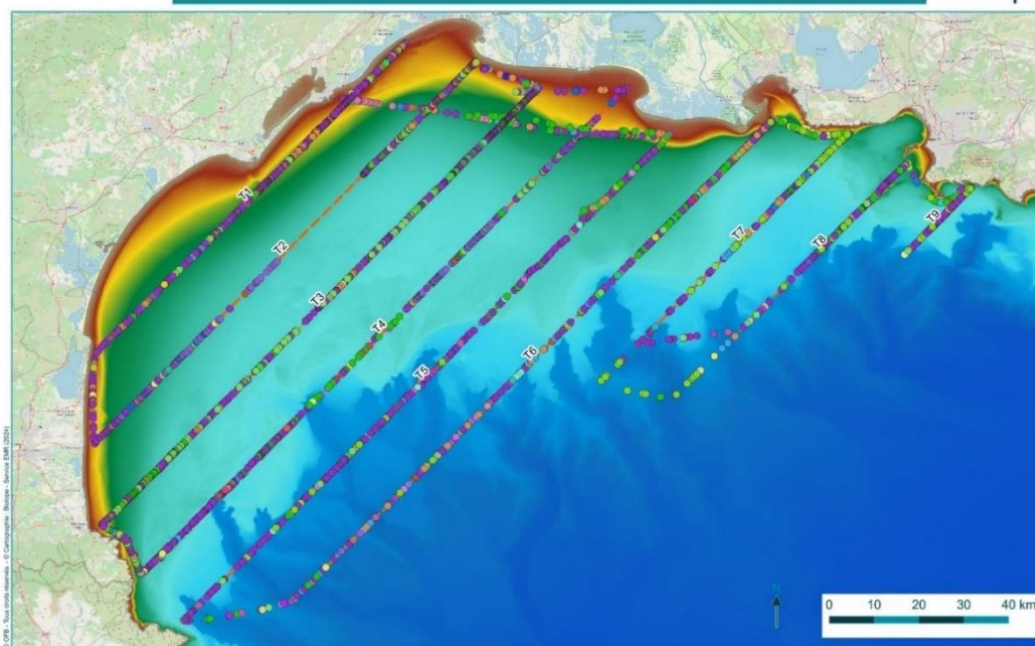


Figure 15 : Carte de l'ensemble des observations réalisées en 2022 (toutes campagnes confondues).

• Mégafaune marine hors avifaune

Le Tableau 10 présente le bilan des données d'observations visuelles de mégafaune marine (hors avifaune, *i.e.* mammifères marins et grands poissons) de 2022. Les détails des effectifs observés par espèce sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

Tableau 10 : Synthèse des données de mégafaune marine (hors avifaune, *i.e.* mammifères marins et grands poissons) collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2022 (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxon non identifiées à l'espèce	Nombre global d'individus observés ¹	Nombre global d'observations
Printemps 2022	4 espèces	0	147	5
Automne 2022	3 espèces	1	23	38
Totaux	4 (espèces différentes identifiées)	1	170	43

¹ En comprenant ceux qui n'ont pu être identifié à l'espèce.

• Avifaune

Le Tableau 11 présente quant à lui le bilan des observations visuelles d'avifaune de 2022. Les détails des effectifs observés par espèce ou groupe d'espèce sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

Tableau 11 : Synthèse des données d'avifaune collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2022 (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxon non identifiées à l'espèce	Nombre global d'individus observés ¹	Nombre global d'observations
Prénuptiale 2022	59 espèces	10	8 323	2 263
Postnuptiale 2022	33 espèces	7	7 315	1 342
Totaux	69 (espèces différentes identifiées)	13	15 638	3 605

¹ En comprenant ceux qui n'ont pu être identifié à l'espèce.

4.2 Enregistrements acoustiques

Un bilan des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux en 2022 est présenté dans le Tableau 12. Pour rappel (livrable L21 ; Assali *et al.* 2024), les données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux issues de la campagne de printemps 2022 ne sont pas exploitables en raison d'un nombre trop important de bruits parasites. Seules les données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux de la campagne d'automne 2022 sont donc présentées.

Tableau 12 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux lors de la campagne de 2022.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre d'individus contactés estimés	Nombre de cris enregistrés
Automne 2022	7	120	1 050

Le Tableau 13 présente les données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris en 2022.

Tableau 13 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris des campagnes de 2022.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de contacts (en minutes positives)
Printemps et automne 2022	5 (+ 2 groupes d'espèces)	53

4.3 Enregistrements radars

Le Tableau 14 présente le bilan des données de radars embarqués acquises en 2022.

Tableau 14 : Synthèse des données de radars embarqués acquises en 2022.

Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration pré-nuptiale 2022			
Mars 2022	Radar vertical	~53 000 images radar	4.4 Go
	Radar horizontal	~53 000 images radar	14.5 Go
Avril 2022	Radar vertical	~99 500 images radar	5.9 Go
	Radar horizontal	~99 500 images radar	12.6 Go
Mai 2022	Radar vertical	~49 800 images radar	3.6 Go
	Radar horizontal	~49 800 images radar	8.1 Go
Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration post-nuptiale 2022			
Septembre 2022	Radar vertical	~59 500 images radar	4.4 Go
	Radar horizontal	~59 500 images radar	13.2 Go
Octobre 2022 – session 1	Radar vertical	~100 000 images radar	6.6 Go
	Radar horizontal	~99 500 images radar	15.1 Go
Octobre 2022 – session 2	Radar vertical	~53 000 images radar	4.0 Go
	Radar horizontal	~40 500 images radar	4.7 Go

5 Bilan des campagnes de 2023

Au printemps 2023, du fait de conditions météo-océaniques plus clémentes qu’en 2022, deux campagnes pré-nuptiales (Tableau 15) ont été réalisées lors de deux sorties au mois de mars et avril 2023. Plus de détails sur ces campagnes sont présentés dans le second rapport d’analyse du lot ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024). À l’automne 2023, deux campagnes pré-nuptiales ont été réalisées lors de deux sorties de trois jours au mois de mars et d’avril 2023.

Tableau 15 : Détails des campagnes maritimes réalisées en 2023.

Campagne	Migration	Date/heure départ	Date/Heure retour
01_2023	Pré-nuptiale	20/03/23 - 11:00	23/03/23 - 8:00
02_2023	Pré-nuptiale	18/04/23 - 8:00	21/04/23 - 8:00
03_2023	Post-nuptiale	6/09/23 - 10:00	9/09/23 - 7:00
04_2023	Post-nuptiale	24/09/23 - 19:00	27/09/23 - 15:00

5.1 Observations visuelles

• **Tous groupes d’espèces confondus**

Un bilan de l’ensemble des observations visuelles de 2023, tous groupes d’espèces confondus (oiseaux, mammifères marins, grands poissons pélagiques et autres) est présenté dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Synthèse des données collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2023 (données en effort).

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre global d'individus observés	Nombre global d'observations
Prénuptiale 2023	48 espèces	13 129	2 318
Postnuptiale 2023	33 espèces	6 118	1 059
Totaux	52 (espèces différentes identifiées)	19 247	3 377

La Figure 16 présente l'ensemble des observations réalisées sur les transects pendant les campagnes de 2023. Chaque point correspond à une observation. Les segments sans points correspondent à des navigations qui ont été effectuées de nuit, et donc sans données d'observations visuelles (mais avec collecte de données radars et acoustiques).

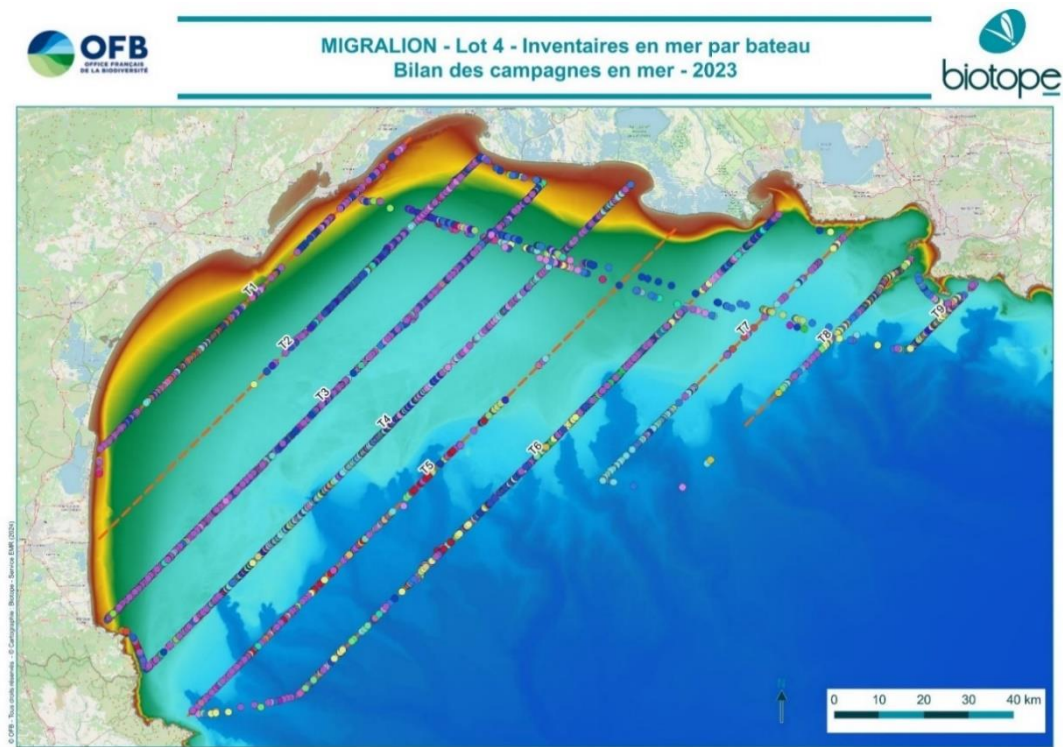


Figure 16 : Carte de l'ensemble des observations réalisées en 2023 (toutes campagnes confondues).

• **Mégafaune marine hors avifaune**

Le Tableau 17 présente le bilan des observations visuelles de mégafaune marine (hors avifaune, *i.e.* mammifères marins et grands poissons) de 2023. Les détails des effectifs observés par espèce sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

Tableau 17 : Synthèse des données de mégafaune marine (hors avifaune, *i.e.* mammifères marins et grands poissons) collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2023 (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxons non identifiés à l'espèce	Nombre global d'individus observés ¹	Nombre global d'observations
Printemps 2023	4 espèces	0 taxon	554	66
Automne 2023	4 espèces	1 taxon	414	145
Totaux	5 (espèces différentes identifiées)	1	968	211

¹ En comprenant ceux qui n'ont pu être identifiés à l'espèce.

• **Avifaune**

Le Tableau 18 présente quant à lui le bilan des observations visuelles d'avifaune de 2023. Les détails des effectifs observés par espèce sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

Tableau 18 : Synthèse des données d'avifaune collectées par expertises visuelles lors des campagnes de 2023 (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxons non identifiés à l'espèce	Nombre global d'individus observés ¹	Nombre global d'observations
Prénuptiale 2023	44 espèces	8 taxons	12 575	2 173
Postnuptiale 2023	29 espèces	10 taxons	5 704	1 021
Totaux	47 (espèces différentes identifiées)	14 (taxons différents)	18 279	3 194

¹ En comprenant ceux qui n'ont pu être identifié à l'espèce.

5.2 Enregistrements acoustiques

• **Avifaune**

Un bilan des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux en 2023 est présenté dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux lors de la campagne de 2023.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre d'individus contactés estimés	Nombre de cris enregistrés
Printemps et automne 2023	7	55	170

• Chiroptères

Le Tableau 20 présente les données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris en 2023. En 2023, les détections de chauves-souris ont exclusivement eu lieu lors des campagnes automnales.

Tableau 20 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris des campagnes de 2023.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de contacts (en minutes positives)
Printemps 2023	0	0
Automne 2023	4 (+ 3 groupes d'espèces)	71

5.3 Enregistrements radars

Le Tableau 21 présente le bilan des données de radars embarqués acquises en 2023.

Tableau 21 : Synthèse des données de radars horizontaux et verticaux embarqués acquises en 2023.

Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration pré-nuptiale 2023			
Mars 2023	Radar vertical	~97000 images radar	4.9 Go
	Radar horizontal	~98000 images radar	13.1 Go
Avril 2023	Radar vertical	~99000 images radar	5.2 Go
	Radar horizontal	~99500 images radar	11.5 Go
Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration post-nuptiale 2023			
Septembre 2023 – session 1	Radar vertical	~96500 images radar	4.7 Go
	Radar horizontal	~86500 images radar	8.7 Go
Septembre 2023 – session 2	Radar vertical	~97500 images radar	5.2 Go
	Radar horizontal	~96000 images radar	10.9 Go

6 Bilan des données acquises à ce stade du programme

6.1 Observations visuelles

• Tous groupes d'espèces confondus

Un bilan de l'ensemble des observations visuelles collectées à ce stade du programme, tous groupes d'espèces confondus (oiseaux, mammifères marins, grands poissons pélagiques et autres), est présenté dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Synthèse de l'ensemble des données collecté par expertises visuelles lors des campagnes à ce stade du programme (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxons non identifiés à l'espèce	Nombre global d'individus observés	Nombre global d'observations
Prénuptiale 2022	63 espèces	10	8 470	2 329
Postnuptiale 2022	39 espèces	8	7 354	1 362
Prénuptiale 2023	48 espèces	8	13 129	2 318
Postnuptiale 2023	33 espèces	11	6 118	1 059
Totaux	87 (espèces différentes identifiées)	23 (taxons différents)	35 071	7 068

• Mégafoaune marine hors avifaune

Le Tableau 23 présente le bilan des observations visuelles de mégafoaune marine (hors avifaune, *i.e.* mammifères marins et grands poissons) à ce stade du programme.

Tableau 23 : Synthèse de l'ensemble des données de mégafoaune marine (hors avifaune, *i.e.* mammifères marins et grands poissons) collectées par expertises visuelles à ce stade du programme (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxons non identifiés à l'espèce	Nombre global d'individus observés ¹	Nombre global d'observations
Printemps 2022	4 espèces	0 taxon	147	5
Automne 2022	3 espèces	1 taxon	23	38
Printemps 2023	4 espèces	0 taxon	554	66
Automne 2023	4 espèces	1 taxon	414	145
Totaux	5 (espèces différentes identifiées)	1	1 138	254

¹ En comprenant ceux qui n'ont pu être identifiés à l'espèce.

• Avifaune

Un bilan des observations visuelles d'avifaune collectées à ce stade du programme est présenté dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Synthèse des données d'avifaune collectées par expertises visuelles à ce stade du programme (données en effort). Les « taxons » correspondent ici aux groupes de plusieurs espèces rassemblées non différenciables par observations visuelles.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de taxons non identifiés à l'espèce	Nombre global d'individus observés ¹	Nombre global d'observations
Prénuptiale 2022	59 espèces	10 taxons	8 323	2 263
Postnuptiale 2022	33 espèces	7 taxons	7 315	1 342
Prénuptiale 2023	44 espèces	8 taxons	12 575	2 173
Postnuptiale 2023	29 espèces	10 taxons	5 704	1 021
Totaux	82 (espèces différentes identifiées)	22 (taxons différents)	33 917	6 799

¹ En comprenant ceux qui n'ont pu être identifiés à l'espèce.

6.2 Enregistrements acoustiques

• Avifaune

Un bilan des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux à ce stade du programme est présenté dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques d'oiseaux à ce stade du programme.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre d'individus contactés estimés	Nombre de cris enregistrés
Automne 2022	7	120	1 050
Printemps et automne 2023	7	55	170
Totaux	10 (espèces différentes identifiées)	175	1 220

• Chiroptères

Le Tableau 26 présente le bilan global des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris à ce stade du programme.

Tableau 26 : Synthèse des données d'enregistrements acoustiques de chauves-souris à ce stade du programme.

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre de contacts
Printemps et automne 2022	5 (+ 2 groupes d'espèces)	53
Printemps 2023	0	0
Automne 2023	4 (+ 3 groupes d'espèces)	71
Totaux	6 (espèces différentes identifiées)	124

6.3 Enregistrements radars

Le Tableau 27 présente le bilan les données d'enregistrements radars à ce stade du programme.

Tableau 27 : Bilan des données radars acquises à ce stade du programme.

Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration pré-nuptiale 2022			
Mars 2022	Radar vertical	~53 000 images radar	4.4 Go
	Radar horizontal	~53 000 images radar	14.5 Go
Avril 2022	Radar vertical	~99 500 images radar	5.9 Go
	Radar horizontal	~99 500 images radar	12.6 Go
Mai 2022	Radar vertical	~49 800 images radar	3.6 Go
	Radar horizontal	~49 800 images radar	8.1 Go
Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration post-nuptiale 2022			
Septembre 2022	Radar vertical	~59 500 images radar	4.4 Go
	Radar horizontal	~59 500 images radar	13.2 Go
Octobre 2022 – session 1	Radar vertical	~100 000 images radar	6.6 Go
	Radar horizontal	~99 500 images radar	15.1 Go
Octobre 2022 – session 2	Radar vertical	~53 000 images radar	4.0 Go
	Radar horizontal	~40 500 images radar	4.7 Go
Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration pré-nuptiale 2023			
Mars 2023	Radar vertical	~97000 images radar	4.9 Go
	Radar horizontal	~98000 images radar	13.1 Go
Avril 2023	Radar vertical	~99000 images radar	5.2 Go
	Radar horizontal	~99500 images radar	11.5 Go
Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration post-nuptiale 2023			
Septembre 2023 – session 1	Radar vertical	~96500 images radar	4.7 Go
	Radar horizontal	~86500 images radar	8.7 Go
Septembre 2023 – session 2	Radar vertical	~97500 images radar	5.2 Go
	Radar horizontal	~96000 images radar	10.9 Go

7 Analyses de données et résultats préliminaires

7.1 Observations visuelles

• Avifaune

Les analyses menées à ce stade par le lot 4 sur les données issues d'observations visuelles sont différentes suivant l'abondance des espèces rencontrées ainsi que leur intérêt (niveau d'enjeu) dans le golfe du Lion. Les analyses sont réalisées à l'échelle spécifique pour les espèces les plus abondantes et à fort enjeu dans le golfe du Lion, et à l'échelle de la famille ou du groupe d'espèces (espèces à l'écologie proche) pour les espèces les moins abondantes et à moindre enjeu.

Les Figure 17, Figure 18, Figure 19, Figure 20, Figure 21 et Figure 22 illustrent les types de résultats ayant été produits par le lot 4 à ce stade. Ces différentes représentations des données permettent de se rendre compte des principales espèces observées lors des campagnes en mer.

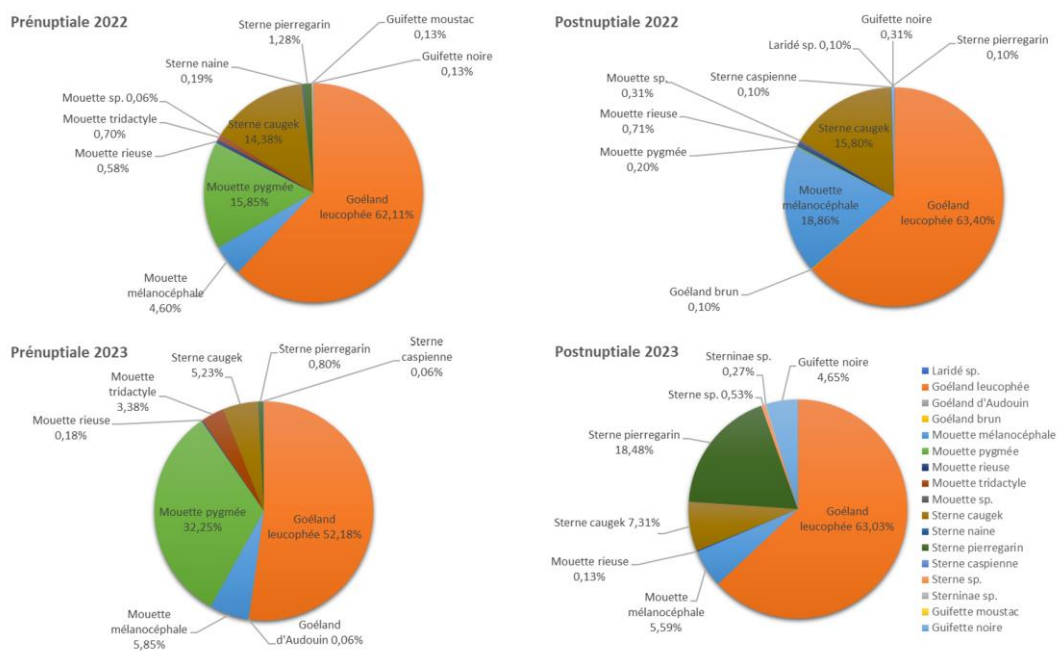


Figure 17 : Comparaison des répartitions des observations de laridés par période sur les deux années de suivis en expertises nautiques. *

*Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

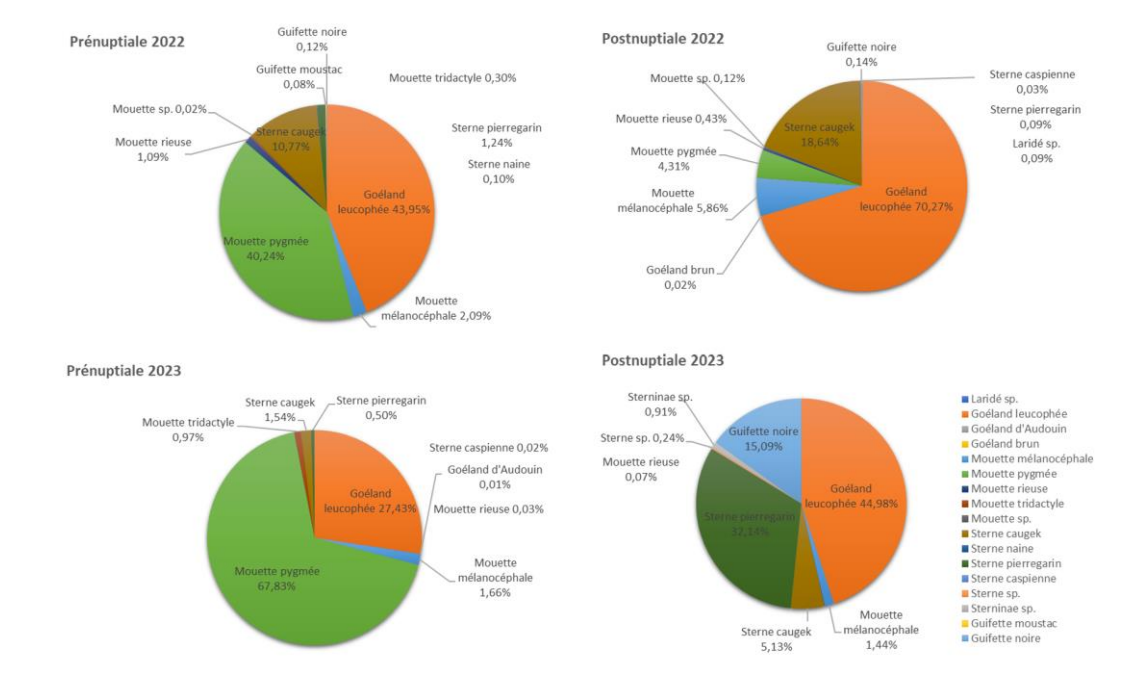


Figure 18 : Comparaison des effectifs de laridés par période sur les deux années de suivis en expertises nautiques.*

*Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

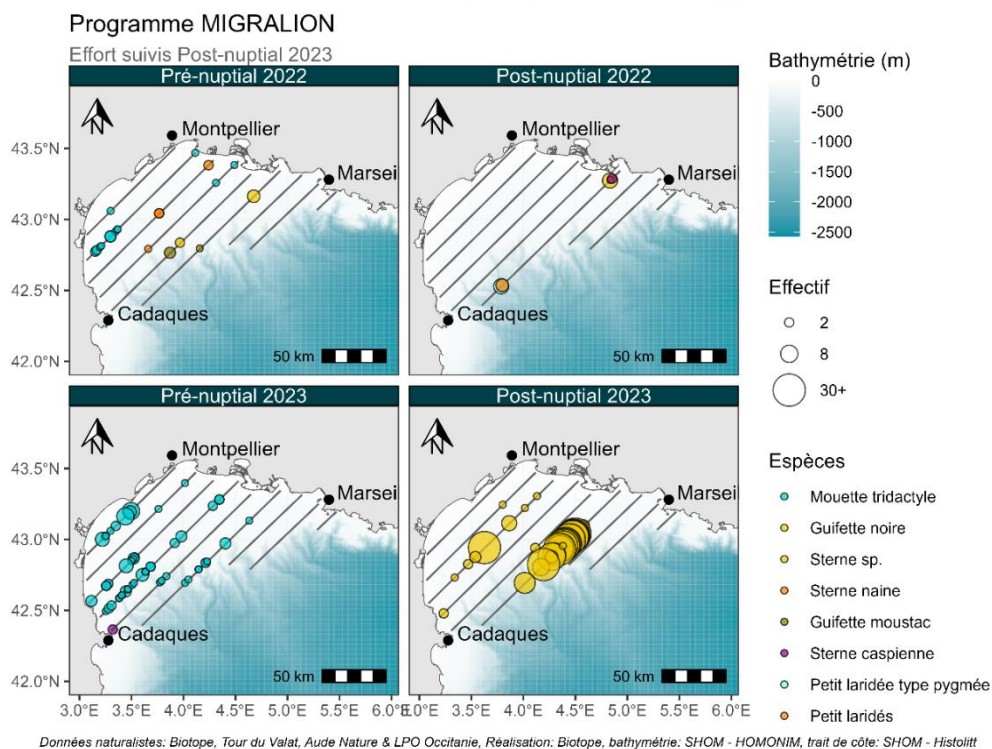


Figure 19 : Cartographie de synthèse des observations des autres laridés en expertises nautiques de 2022 et 2023.*

*Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

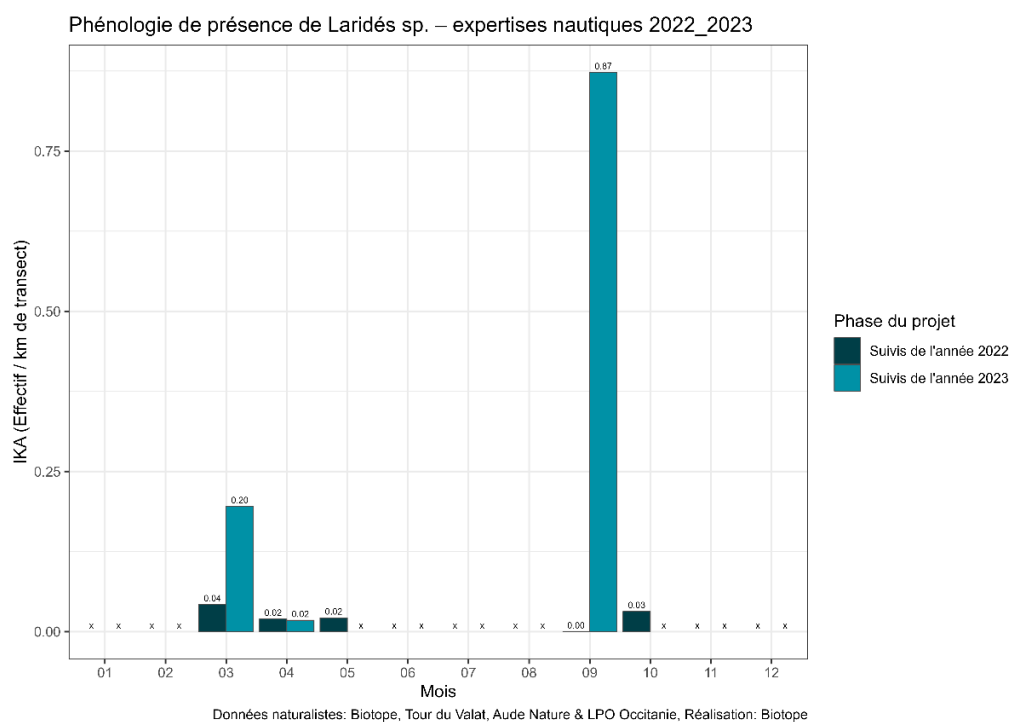


Figure 20 : Histogramme de la phénologie de présence des autres laridés des années de suivi en expertises nautiques 2022 et 2023.*

**Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

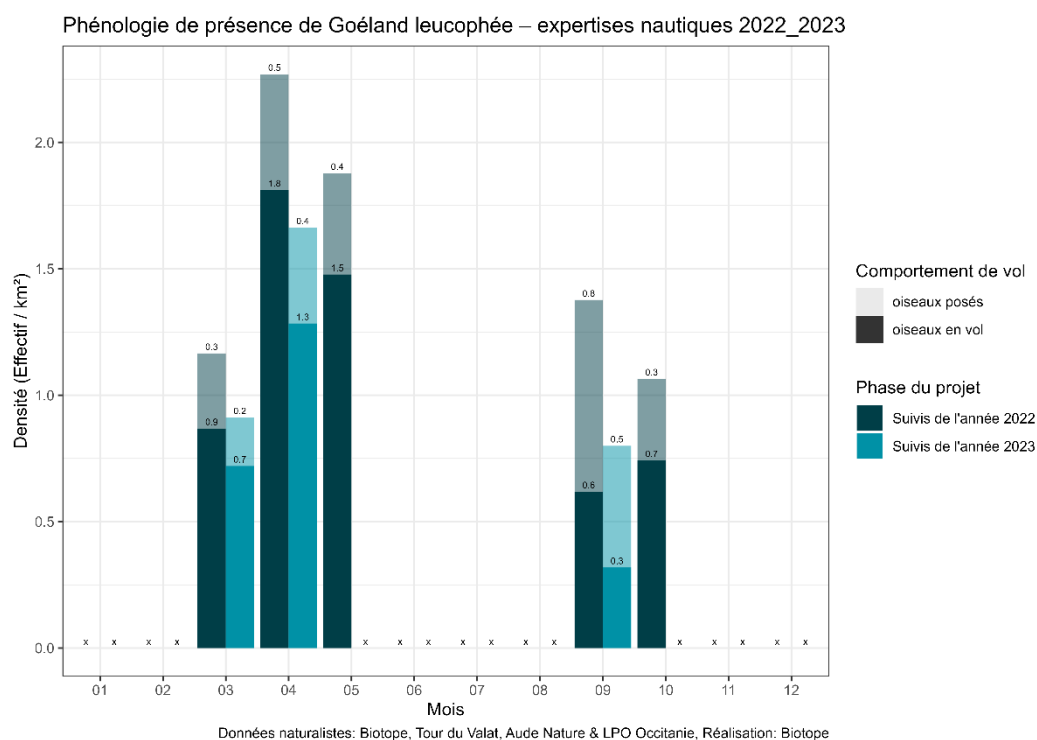


Figure 21 : Comportement en mer du Goéland leucopnée observée lors des suivis en expertises nautiques des années 2022 et 2023.*

*Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

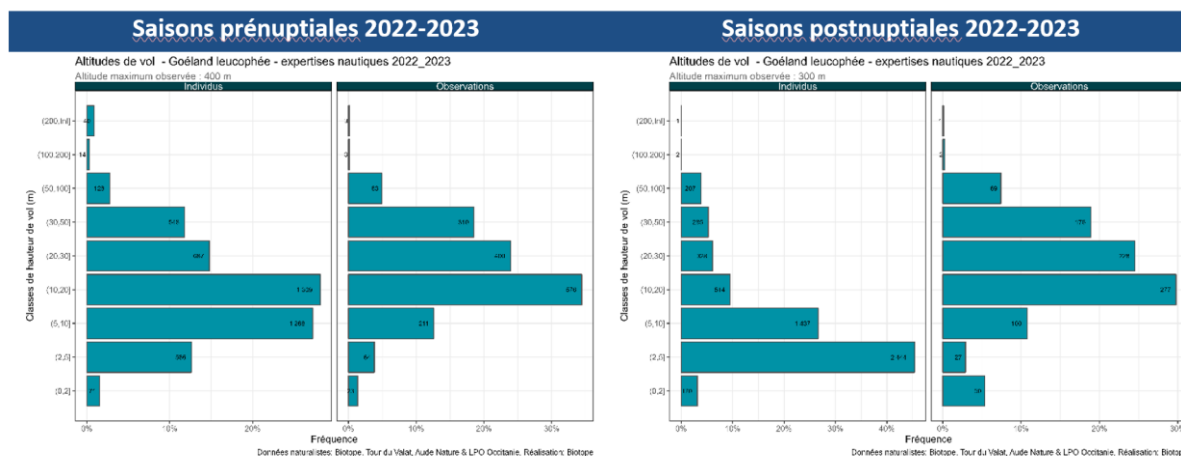


Figure 22 : Comparaison pré et postnuptiale (2022 et 2023) des hauteurs de vol observées en expertises nautiques pour le Goéland leucopnée.*

*Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

Le Tableau 28 résume les types de résultats ayant été produits pour chaque espèce ou groupe d'espèce.

Tableau 28 : Bilan des types de résultats ayant été produits à partir des données d'observations visuelles des campagnes des années 2022 et 2023.

	Camemberts des observations et des effectifs	Carte des observations	Phénologie de présence	Comportement en mer	Hauteurs de vol
Espèces					
Goéland leucophaée (<i>Larus michahellis</i>)		X	X	X	X
Mouette pygmée (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)		X	X	X	X
Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>)		X	X	X	X
Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)		X	X	X	X
Sterne caugek		X	X	X	X
Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)		X	X	X	X
Océanite tempête		X	X	X	X
Grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo carbo</i>)		X	X	X	X
Hirondelle rustique		X	X	X	X
Puffin de Scopoli		X	X	X	X
Groupes d'espèces					
Laridés	X				
Autres laridés (larinés et sterninés)		X	X	X	X
Procellariidés et hydrobatidés	X				
Alcidés et espèces associées	X				
Mammifères marins	X	X	X		
Petits échassiers	X	X	X		X
Rapaces	X	X	X	X	X
Anatidés	X		X	X	X
Ardéidés et espèces associées (Héron cendré, <i>Ardea cinerea</i> , Aigrette garzette, <i>Egretta garzetta</i> , héron garde-bœuf, <i>Bubulcus ibis</i> , Héron pourpré, Butor étoilé, <i>Botaurus stellaris</i> , Ibis falcinelle, Spatule blanche)	X	X	X	X	X
Autres hirondelles et martinets (Martinet noir, <i>Apus apus</i> , Hirondelle de rochers, <i>Ptyonoprogne rupestris</i> , Hirondelle de fenêtre)		X	X	X	X
Hirundinidés et espèces associées (Hirondelles et martinets)	X				
Petits puffins (Puffin yelkouan et Puffin des baléares)		X	X	X	X
Labbes	X	X	X	X	X

Autres espèces marines occasionnelles (Fou de Bassan, <i>Morus bassanus</i> , Puffin fuligineux, <i>Ardenna grisea</i> , et Goéland brun, <i>Larus fuscus</i>)		X	X	X	X
Passereaux		X	X	X	X
Alcidés et espèces associées (Macareux moine, <i>Fratercula arctica</i> , Pingouin torda, <i>Alca torda</i> , plongeon arctique, <i>Gavia arctica</i> , grèbe huppé, <i>Podiceps cristatus</i> , foulque macroule, <i>Fulica atra</i>)			X	X	X

7.2 Enregistrements acoustiques

• Avifaune

Dans son dernier rapport d'avancement, le lot 4 a présenté une synthèse des espèces d'oiseaux mises en évidence lors des campagnes de 2022 et 2023 (Tableau 29).

Tableau 29 : Synthèse des effectifs contactés lors des suivis acoustiques oiseaux lors des campagnes de suivis maritimes en 2022 et 2023.

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Nombre de contacts (2022)	Nombre de contacts (2023)	Remarques relatives aux passages observés
Oedicneme criard (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	21	0	
Grive mauvis (<i>Turdus iliacus</i>)	60	1	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre 2022
Merle noir (<i>Turdus merula</i>)	155	0	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre 2022
Rougegorge familier (<i>Erithacus rubecula</i>)	358	36	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre 2022 Passage plus important en septembre 2023 avec 25 individus sur 36 au total
Grive muscicienne (<i>Turdus philomelos</i>)	454	3	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre 2022
Bécasseau variable (<i>Calidris alpina</i>)	1	0	
Sterne caugek	NC*	11	
Mouette pygmée	NC*	1	
Héron cendré	NC*	1	
Rougequeue noir (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	NC*	2	

*NC : Non connu

• Chiroptères

Le Tableau 30 et la Figure 23 présentent quant à eux les contacts de chiroptères mis en évidence lors des campagnes de 2022 et 2023.

Tableau 30 : Synthèse des effectifs contactés lors des suivis acoustiques chiroptères lors des campagnes de suivis maritimes en 2022 et 2023.

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nombre de contacts (minutes positives)			
	Printemps 2022	Automne 2022	Printemps 2023	Automne 2023
Grande Noctule (<i>Nyctalus lasiopterus</i>)	0	1	0	0
Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)	0	0	0	2
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	0	9	0	23
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	0	8	0	20
Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	1	18	0	13
Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée	0	2	0	3
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	0	2	0	0
Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	0	12	0	7
Sérotine sp/Noctule sp	0	0	0	3
Eptesicus sp/Vespertilio/Nyctalus sp				

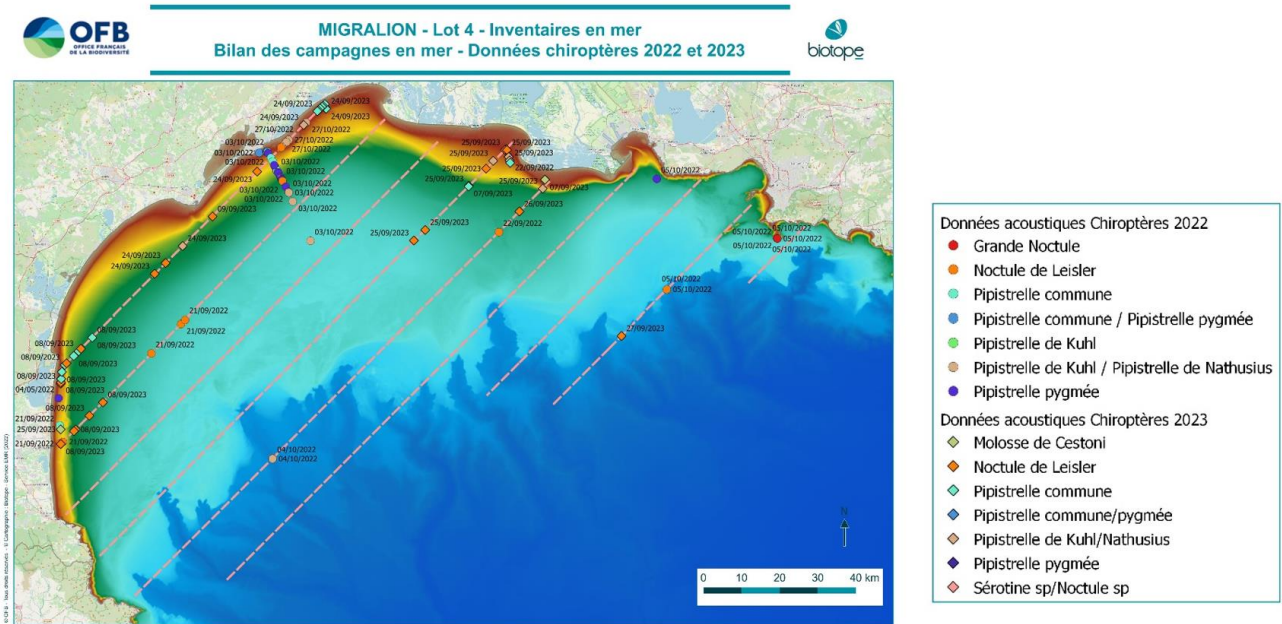


Figure 23 : Contacts de chiroptères en mer par acoustique ultrasons lors des suivis maritimes des années 2022 et 2023.*

*Ces résultats ne concernent que deux années de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

7.3 Enregistrements radars

7.3.1 Radar en mode vertical

• Série temporelle des densités moyennes d'échos

Pour rappel, les densités d'échos obtenues par radars sont calculées comme le nombre de pixels de l'image contenant le barycentre d'un écho, rapporté au nombre de pixels observé sur l'image (effort). Des séries temporelles de ces densités d'échos (moyennées par minute) ont été obtenues pour chaque campagne d'enregistrement réalisée en 2022 (les données 2023 sont à ce jour encore en cours d'analyse), comme le montre la Figure 24. Les extraits d'images radar au-dessus du graphique contextualisent quatre exemples de pics de densité observés.

Mars 2022

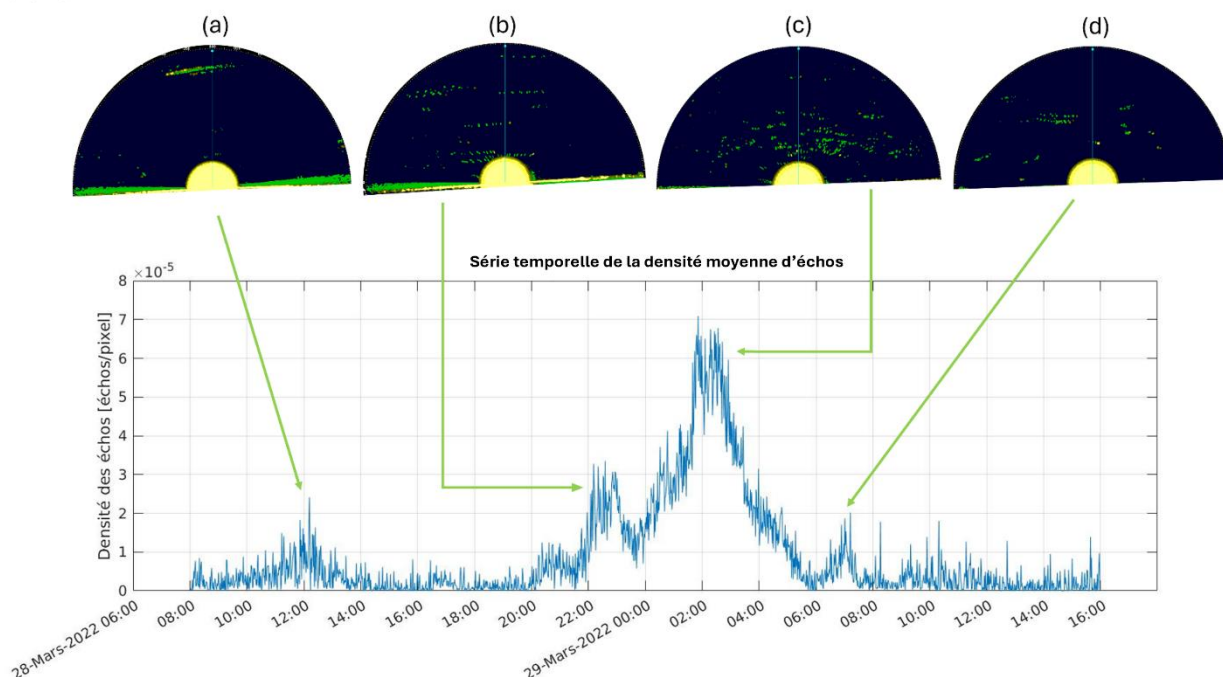


Figure 24 : Série temporelle de la densité d'échos d'oiseaux par radars obtenus au cours de la campagne de suivi maritime de la période de migration prénuptiale de mars 2022, moyennée par minute. *

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Dans cet exemple, la série temporelle de la densité d'échos révèle une augmentation du nombre d'échos au cours de la nuit du 28 au 29 mars 2022, atteignant un maximum autour de 2h UTC (c). Un premier passage migratoire est par ailleurs enregistré autour de 23h UTC cette même nuit (b). Un passage de moindre intensité est enregistré en fin de nuit le 29 mars (d). L'exemple (a) correspond quant à lui à une valeur ponctuellement élevée de la densité d'échos correspondant à un vol groupé de cibles à relativement haute altitude (1200m).

L'ensemble des séries temporelles ainsi obtenues pour l'année 2022 ainsi que leurs analyses sont disponibles dans le second rapport d'analyse du lot 4 ([livrable L23](#) ; Assali et al. 2024).

• Distribution des indices d'abondance des échos selon les hauteurs de vol

Les distributions de l'indice d'abondance des échos en fonction des hauteurs de vol ont également été produites pour chaque passage complet (complet au sens où tous les transects ont été réalisés, soit 2 passages lors de la migration prénuptiale et 2 passages lors de la migration postnuptiale). Elles représentent la densité d'échos (en nombre d'échos par pixel) par classe d'altitude de 100m, distinctement de jour et de nuit. Ce type de résultat (Figure 25) a été produit pour chaque campagne de l'année 2022.

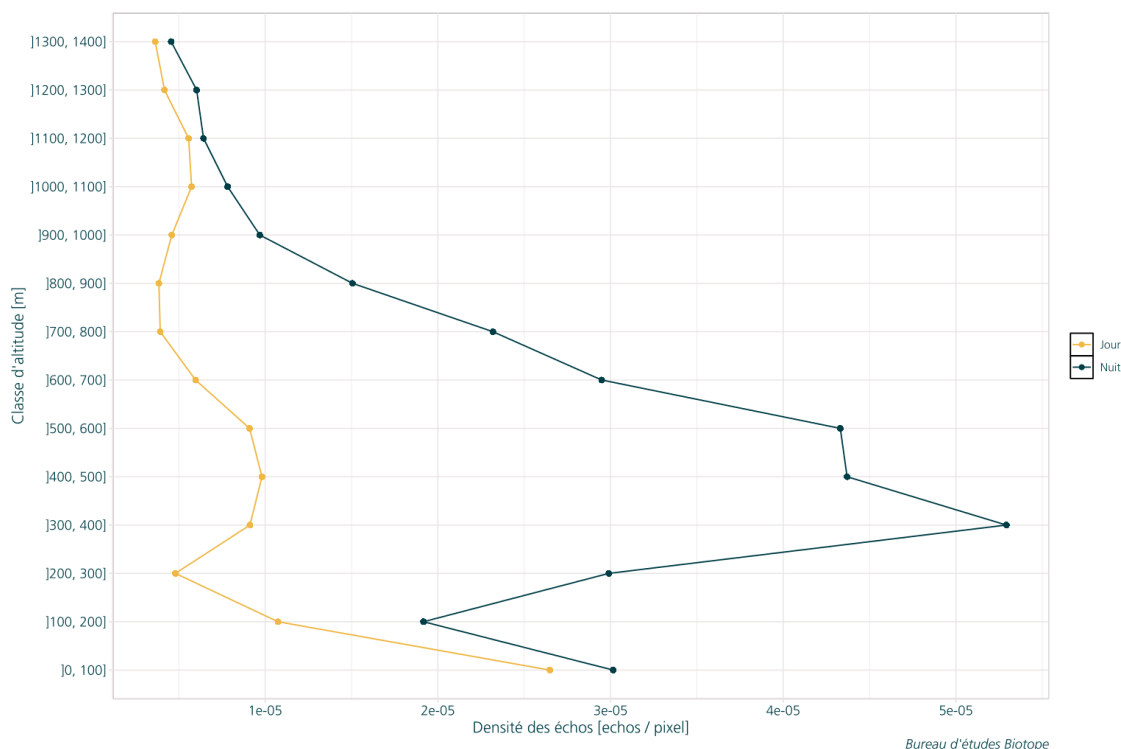


Figure 25 : Densités des échos par classe d'altitude, distinctement de jour (courbe jaune) et de nuit (courbe noire) pour le premier passage de la période prénuptiale 2022.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Ainsi, lors du premier passage réalisé lors de la période prénuptiale 2022 (Figure 25), les densités d'échos d'oiseaux par radars obtenues de nuit sont plus élevées que celles obtenues de jour, quelle que soit la classe d'altitude considérée. Les densités d'échos de jour (courbe jaune) sont plus élevées dans les classes d'altitude les plus basses, soit entre 0-100 m et 100-200 m. Un second mode est observé au sein des classes d'altitude 300-400 m, 400-500 m et 500-600 m ; ce mode d'autant plus marqué la nuit (courbe noire), avec des densités d'échos d'oiseaux quatre à cinq fois plus élevées que le jour.

L'ensemble des distributions ainsi obtenues pour l'année 2022 ainsi que leurs analyses sont disponibles dans le second rapport d'analyse du lot 4 ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

• Distributions des hauteurs de vol

La distribution des hauteurs de vol a également été produite pour chaque passage (de l'année 2022) – deux passages lors de la période prénuptiale et deux passages en période postnuptiale – en termes d'abondance

relative d'échos, distinctement de jour et de nuit (Figure 26). Ces échos sont représentés en densités médianes par classe d'altitudes, rapportées à leur somme sur la colonne d'air.

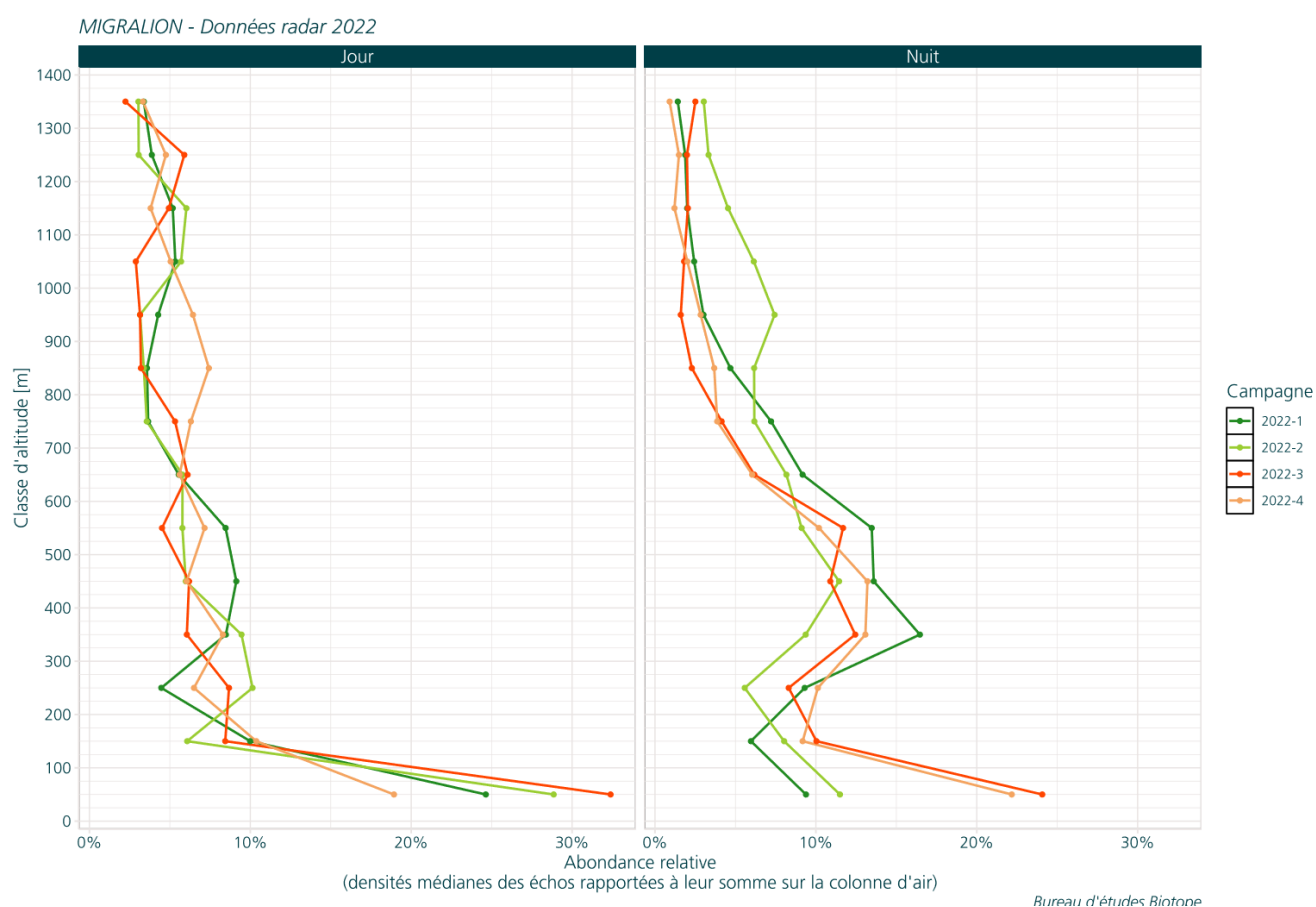


Figure 26 : Distribution des échos en fonction de l'altitude de l'abondance relative, distinctement de jour (à gauche) et de nuit (à droite), pour chacun des suivis maritimes effectués en 2022.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Les conclusions obtenues à ce stade à partir de ce résultat sont les suivantes :

- De jour, l'abondance relative cumulée des classes 0-100m, 100-200m et 200-300m atteint 39% et 45% pour chacun des passages effectués lors de la migration prénuptiale, et 50% et 36% pour les passages effectués lors de la migration postnuptiale. Plus d'un tiers des échos sont ainsi enregistrés en-dessous de 300m d'altitude de jour, et ce pour les deux périodes de migration.
- De nuit, l'abondance relative cumulée des classes 0-100m, 100-200m et 200-300m atteint 24% pour chacun des deux passages effectués lors de la migration prénuptiale, et 41% pour chacun des deux passages effectués lors de la migration postnuptiale. Ainsi, a minima un quart des échos sont enregistrés en-dessous de 300m d'altitude lors de la migration prénuptiale ; et plus d'un tiers lors de la migration postnuptiale.

Davantage de précisions quant à l'interprétation de la Figure 26 sont présentées dans le second rapport d'analyse du lot 4 ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

7.3.2 Radar en mode horizontal

Les analyses des données acquises par radar en mode horizontal sont en cours. À titre exploratoire, des extraits des images radars obtenues lors des campagnes réalisées en 2023 figurent dans le second rapport d'analyse du lot 4 ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024), comme l'illustre la Figure 27. La zone jaune clair au centre du disque correspond à une zone saturée en signal (non exploitable). Les points jaunes correspondent aux échos, ici principalement d'oiseaux, détectés tout autour du bateau. Les traînées vertes correspondent aux positions antérieures des échos et permettent de visualiser leur déplacement. La ligne cyan correspond au cap du bateau. L'heure est renseignée en UTC.

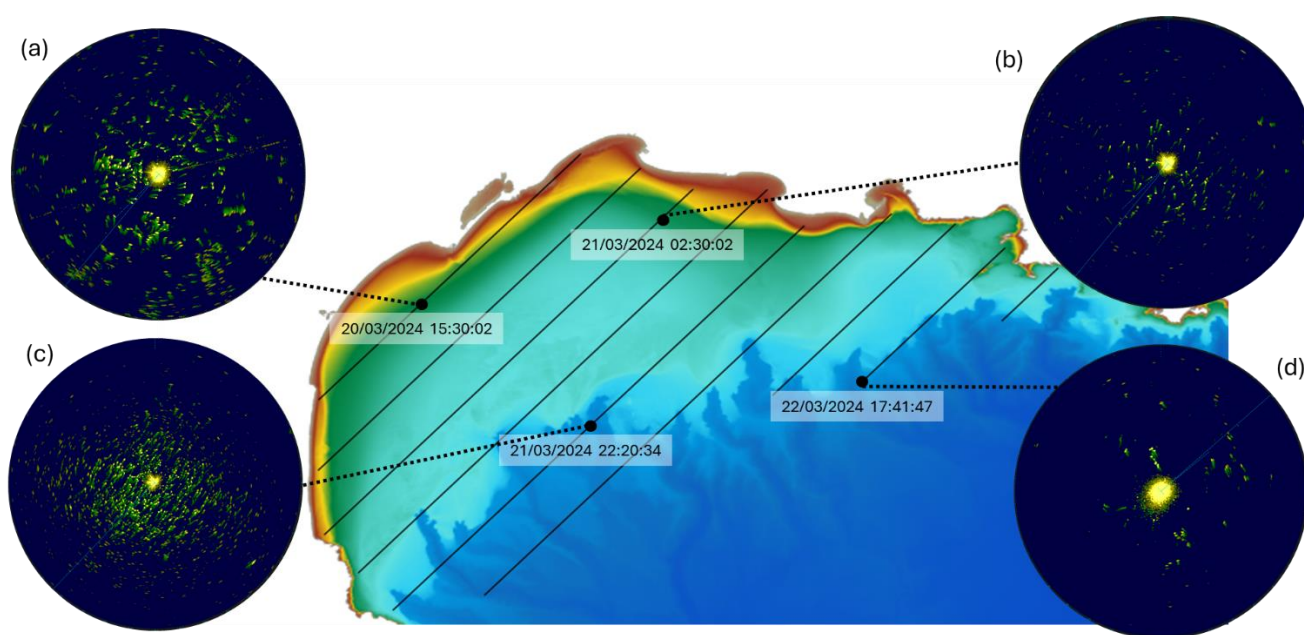


Figure 27 : Exemples d'images radar enregistrées au cours de la première campagne en période prénuptiale (mars) de 2023. Le rayon du disque radar est de 4nmN7,5 km). * cf limites exposées dans le livrable correspondant

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution.*

L'équipement d'un radar en bande S a permis un gain en qualité des données et une sensibilité plus faible aux conditions de mer. Les images acquises par radar horizontal en 2023 sont de très bonne qualité et ont permis d'enregistrer une grande diversité de déplacements de la communauté aviaire en mer.

L'ensemble de ces résultats est disponible dans le second rapport d'analyse du lot 4 ([livrable L23](#) ; Assali *et al.* 2024).

7.4 Prochaines étapes

7.4.1 Expertises visuelles et acoustiques

Pour la troisième et dernière année d'acquisition en mer (tranche optionnelle 2 du programme), cinq campagnes de suivis maritimes sont envisagées, dont deux en période de migration prénuptiale et trois en période de migration postnuptiale. La campagne complémentaire d'automne, prévue dès mi-août 2024, permettra d'avoir un suivi plus étalé sur l'ensemble de la période de migration postnuptiale.

7.4.2 Radars embarqués

Si les analyses ont prioritairement porté sur les données acquises en mode vertical (données inédites en mer et à de telles échelles), les prochains travaux seront dédiés à la valorisation des données acquises en 2023-2024 en mode horizontal, et sur l'ensemble des données acquises en mode vertical. Une attention particulière sera portée sur l'analyse des déplacements d'oiseaux, notamment des directions et des hauteurs de vol enregistrées.

Lot 5 Radars ornithologiques à la côte

Titulaire du lot 5 : Biotope ; Autres partenaires du lot 5 : LPO PACA, LPO Occitanie, Aude Nature, Station ornithologique suisse Vogelwarte, Tour du Valat

L'ensemble des résultats intermédiaires du lot 5 sont présentés dans le [livrable L29 \(Assali et al. 2024 ; mars 2024\)](#). Quelques résultats « types » sont présentés ci-dessous à titre d'information, afin d'illustrer l'avancement du lot 5 ; merci cependant de se référer au livrable L29 pour des informations plus détaillées. L'ensemble des résultats présentés à ce stade (ce livrable et livrable L29) sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent donc être interprétés avec précautions.

1 Rappel des objectifs

Les objectifs principaux du lot 5 sont d'étudier les flux d'oiseaux migrateurs, et en particulier leur localisation au sein du golfe du Lion, leur répartition en altitude, la phénologie saisonnière et horaire des mouvements, et les effectifs associés.

Cette étude est principalement basée sur les données acquises par radars ornithologiques de type « BirdScan », mais également des suivis réalisés en parallèle permettant d'apporter des informations complémentaires sur l'identification des espèces en migration. Ces suivis complémentaires concernent des enregistrements acoustiques, des observations ornithologiques visuelles depuis la côte, et une campagne de baguage des oiseaux.

2 Rappel des méthodes et espèces ciblées

2.1 Espèces ciblées

Aucune espèce d'oiseaux n'est particulièrement ciblée dans le cadre de ce lot, puisque le principe du radar ornithologique est de détecter toutes les espèces d'oiseaux en vol traversant le volume du radar, entre 50 et 1500 m d'altitude, des plus petites (e.g. Roitelets) aux plus grandes espèces, de jour comme de nuit.

Les espèces détectées par le suivi acoustique sont les espèces qui émettent des cris en migration et qui volent suffisamment bas pour être captées par les microphones. Ces espèces font par exemple partie des familles des Passereaux, Anatidés, Ardeidés, Gruidés, Rallidés, Sternidés, Laridés ou encore Limicoles.

Les espèces visées par les baguages sont les oiseaux en halte migratoire ou en migration rampante sur le site de baguage, et notamment les Passereaux.

Enfin, les espèces visées dans le cadre des suivis visuels sont toutes les espèces d'oiseaux en migration active en mer (de jour), à la fois oiseaux marins et oiseaux terrestres, et les oiseaux en halte migratoire.

2.2 Méthodes

Le suivi de la migration par radar est effectué à partir de deux radars BirdScan MR1, développés par la société *Swiss Birdradar* en partenariat avec la Station ornithologique suisse. Ces radars utilisent une antenne de forme conique dirigée verticalement et mise en rotation. Cette configuration permet d'enregistrer pour chaque cible les caractéristiques suivantes :

- hauteur au-dessus du sol ;
- direction de vol ;
- vitesse ;
- fréquence de battement d'ailes et surface de réflexion, permettant de classer les échos en différentes catégories, notamment précipitations, insectes, oiseaux (passereau de petite taille, passereau de grande taille, passereau, oiseau d'eau, grand oiseau, groupe d'oiseau, oiseau non identifié).

Le suivi acoustique est quant à lui réalisé à l'aide d'un enregistreur acoustique SM4 (*Wildlife Acoustics*). L'enregistreur est configuré pour enregistrer en continu, mais l'ensemble des nuits n'est pas conservé pour des raisons de gain de temps d'analyses (plus de précisions dans le [livrable L29](#) ; Delcourt *et al.* 2024).

En ce qui concerne les campagnes de baguages, les captures sont réalisées avec un système classique de filets installés verticalement, et vérifiés régulièrement pour en extraire les oiseaux capturés. Le dispositif de capture utilisé est constitué de 11 filets totalisant 147 mètres linéaires.

Enfin, les suivis visuels dans le cadre du lot 5 sont réalisés à l'aide de jumelles et de longues vues, suivant deux protocoles. En mer, le suivi est réalisé du lever du soleil à quatre heures après. A la côte, les suivis sont réalisés pendant une heure.

3 Rappel sur le plan d'échantillonnage

Afin d'étudier les flux migratoires au sein du golfe du Lion, le suivi a été réalisé à l'aide de deux unités radar complémentaires.

Un des radars est fixe, localisé au niveau du site de la Palissade en Camargue, qui acquiert des données en continu (7j/7, 24h/24) toute l'année. Le second est mobile, monté sur remorque autonome en énergie, qui permet de récolter des données pendant 14 semaines en migration prénuptiale et 14 autres en migration postnuptiale, sur sept sites répartis le long de la côte du golfe du Lion. L'ensemble de la stratégie d'échantillonnage des déplacements du radar mobile est détaillé dans le second rapport d'analyse du lot 5 ([livrable L29](#) ; Delcourt *et al.* 2024). La Figure 28 présente la localisation des 7 sites de suivi par l'unité radar mobile (en bleu), et le site suivi par le radar fixe en continu (en vert).



Figure 28 : Carte des suivis par radars à la côte.

L'enregistreur acoustique est installé à proximité du radar fixe de la Palissade pour obtenir des données comparables.

Les bagages sont réalisés à proximité du radar fixe, pendant 11 semaines consécutives (entre mars et mai).

Enfin, le suivi de la migration des oiseaux en mer est réalisé au large et sur la bande côtière, alors que le suivi des oiseaux en halte migratoire est réalisé au niveau des sites de suivi radar.

4 Rappel des campagnes de 2022

Aucun suivi n'a été mené dans le cadre de ce lot en 2021. En 2022, seuls des suivis radar ont été menés et ont permis d'obtenir des données. Le Tableau 31 synthétise les dates d'acquisition de données radars par site pour chaque saison (migration prénuptiale et migration postnuptiale) sur l'année 2022.

Tableau 31 : Bilan des dates d'acquisition de données par site et par saison en 2022.

Station	Migration prénuptiale 2022		Migration postnuptiale 2022	
	Session 1	Session 2	Session 1	Session 2
Radar mobile - Banyuls	14/02/2022 - 21/02/2022	28/03/2022 - 04/04/2022	01/08/2022 - 08/08/2022	12/09/2022 - 19/09/2022
Radar mobile - Leucate	04/04/2022 - 11/04/2022	16/05/2022 - 23/05/2022	19/09/2021 - 26/09/2021	18/10/2022 - 27/10/2022
Radar mobile - Sérignan	21/02/2022 - 28/02/2022	09/05/2022 - 16/05/2022	05/09/2022 - 12/09/2022	11/10/2022 - 18/10/2022
Radar mobile - Frontignan	21/03/2022 - 28/03/2022	11/04/2022 - 19/04/2022	08/08/2022 - 16/08/2022	26/09/2022 - 03/10/2022
Radar mobile - Grau du Roi	28/02/2022 - 07/03/2022	02/05/2022 - 09/05/2022	16/08/2022 - 22/08/2022	27/10/2022 - 03/11/2022
Radar fixe - Camargue	en continu à partir du 14/02/2022			

Radar mobile - Cassis	14/03/2022 - 21/03/2022	19/04/2022 - 26/04/2022	29/08/2022 - 05/09/2022	03/11/2022 - 14/11/2022
Radar mobile - Toulon	07/03/2022 - 14/03/2022	26/04/2022 - 02/05/2022	22/08/2022 - 29/08/2022	14/11/2022 - 21/11/2022

5 Bilan des campagnes de 2023

L'acquisition des données radars et leur récupération se sont déroulées en 2023 de manière très satisfaisante, compte-tenu des risques associés au fonctionnement d'unités autonomes ([livrable L29](#) ; Delcourt *et al.* 2024). Quelques interruptions dans l'acquisition de ces données ont toutefois eu lieu, mais ne sont pas détaillées ici, le nombre de données acquises et la pression d'observation restant très élevés, avec plus de 8500 heures de suivi pour le radar de la Palissade, et près de 5000 heures pour le radar mobile. Ce sont au total plus de 500 000 échos d'oiseaux qui ont été détectés par les radars au cours de l'année 2023. Le Tableau 32 synthétise les dates d'acquisition de données radars par site pour chaque saison (migration pré-nuptiale et migration post-nuptiale) sur l'année 2023.

Tableau 32 : Synthèse des dates d'acquisition des données radars par site et par saison pour l'année 2023.

Station	Migration pré-nuptiale 2023		Migration post-nuptiale 2023	
	Session 1	Session 2	Session 1	Session 2
Radar mobile - Banyuls	14/02/2023 - 21/02/2023	04/04/2023 - 11/04/2023	01/08/2023 - 08/08/2023	12/09/2023 - 19/09/2023
Radar mobile - Leucate	28/03/2023 - 04/04/2023	10/05/2023 - 17/05/2023	19/09/2023 - 27/09/2023	02/11/2023 - 15/11/2023
Radar mobile - Sérignan	21/02/2023 - 28/02/2023	02/05/2023 - 10/05/2023	09/08/2023 - 16/08/2023	25/10/2023 - 02/11/2023
Radar mobile - Frontignan	20/03/2023 - 28/03/2023	11/04/2023 - 18/04/2023	05/09/2023 - 12/09/2023	27/09/2023 - 04/10/2023
Radar mobile - Grau du Roi	28/02/2023 - 03/03/2023	17/05/2023 - 24/05/2023	16/08/2023 - 22/08/2023	17/10/2023 - 25/10/2023
Radar fixe - Camargue	en continu à partir du 14/02/2022			
Radar mobile - Cassis	14/03/2023 - 20/03/2023	18/04/2023 - 25/04/2023	29/08/2023 - 05/09/2023	04/10/2023 - 10/10/2023
Radar mobile - Toulon	07/03/2023 - 14/03/2023	25/04/2023 - 02/05/2023	22/08/2023 - 29/08/2023	10/10/2023 - 27/10/2023

L'acquisition des données acoustiques s'est déroulée de manière satisfaisante malgré quelques pertes de données relevées. La qualité audio des données est satisfaisante et a permis de réaliser une analyse nominale. 20 000 cris ont ainsi pu être détectés pour 75 espèces identifiées. Le Tableau 33 synthétise les dates d'acquisition des données acoustiques pour chaque saison (migration pré-nuptiale et migration post-nuptiale) sur l'année 2023.

Tableau 33 : Synthèse des dates d'acquisition des données acoustiques en 2023.

Mois	Migration pré-nuptiale 2023								
Février	-			11/02/2023	12/02/2023	17/02/2023	23/02/2023	24/02/2023	
Mars	03/03/2023	09/03/2023	10/03/2023	12/03/2023	13/03/2023	19/03/2023	21/03/2023	22/03/2023	29/03/2023
Avril	01/04/2023	04/04/2023	06/04/2023	10/04/2023	11/04/2023	18/04/2023	22/04/2023	26/04/2023	29/04/2023
Mai	03/05/2023	10/05/2023	14/05/2023	15/05/2023	16/05/2023	-	-	-	
Mois	Migration post-nuptiale 2023								
Août	02/08/2023	04/08/2023	06/08/2023	11/08/2023	17/08/2023	19/08/2023	22/08/2023	25/08/2023	
Septembre	02/09/2023	05/09/2023	09/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	18/09/2023	19/09/2023	24/09/2023	
Octobre	01/10/2023	04/10/2023	07/10/2023	08/10/2023	16/10/2023	21/10/2023	22/10/2023	28/10/2023	
Novembre	01/11/2023	07/11/2023	08/11/2023	-	-	-	-	-	

La campagne de baguage réalisée dans le cadre du lot 5 s'est déroulée comme prévu au cours du printemps 2023. Le nombre d'oiseaux capturés reste toutefois assez faible par rapport à ce qui était attendu. Au total, 426 captures ont été réalisées (301 baguages et 125 contrôles), pour un total de 31 espèces. Le Tableau 34 synthétise les dates de baguage au cours du printemps 2023.

Tableau 34 : Synthèse des dates de baguage et de contrôle sur le site de la Palissade en 2023.

Semaine	Date de baguage/contrôle
S1	23/03/2023
S2	29/03/2023
S3	06/04/2023
S4	07/04/2023
S5	12/04/2023
S6	18/04/2023
S7	23/04/2023
S8	27/04/2023
S9	28/04/2023
S10	04/05/2023
S11	05/05/2023
S12	06/05/2023
S13	14/05/2023
S14	18/05/2023
S15	20/05/2023
S16	23/05/2023
S17	25/05/2023
S18	30/05/2023

Enfin, le suivi visuel s'est déroulé sans difficulté particulière, si ce n'est l'influence classique des conditions météorologiques sur le résultat des suivis. Au total, plus de 11 000 individus en migration active ont été observés depuis la côte, pour plus de 110 espèces différentes. Le Tableau 35 synthétise les dates de suivis visuels au cours de l'année 2023.

Tableau 35 : Synthèse des dates de suivi visuel en 2023.

Site	Migration pré-nuptiale 2023		Migration post-nuptiale 2023	
	Session 1	Session 2	Session 1	Session 2
Banyuls - Cap Béar	18/02/2023	31/03/2023	07/08/2023	13/09/2023
Leucate	07/04/2023	17/05/2023	22/09/2023	08/11/2023
Sérignan	24/02/2023	16/05/2023	16/08/2023	26/10/2023
Frontignan	22/03/2023	17/04/2023	11/09/2023	29/09/2023
Grau-du-Roi	02/03/2023	05/05/2023	21/08/2023	16/11/2023
Cassis - Cap Canaille	20/03/2023	19/04/2023	04/09/2023	09/10/2023
Plage de Piémanson	25/02/2023 09/03/2023 21/03/2023 07/04/2023 18/04/2023 09/05/2023 23/05/2023		09/08/2023 25/08/2023 07/09/2023 26/09/2023 06/10/2023 23/10/2023 01/11/2023	

6 Bilan des données acquises à ce stade du programme

Les Tableau 36 et Tableau 37 présentent le bilan des données acquises pour ce lot à ce stade du programme.

Tableau 36 : Synthèse des données radar obtenues depuis le début du programme.

	Suivi radar mobile	Suivi radar fixe
Migration pré-nuptiale 2022	Entre le 14/02/22 et le 23/05/22 ¹	En continu à partir du 14/02/22
Migration post-nuptiale 2022	Entre le 01/08/22 et le 21/11/22 ¹	
Migration pré-nuptiale 2023	Entre le 14/02/23 et le 24/05/23 ¹	
Migration post-nuptiale 2023	Entre le 01/08/23 et le 15/11/23 ¹	

¹ : Période non continue pour chaque site, radar déplacé de site en site et enregistrement sur deux sessions d'une semaine chacune.

Tableau 37 : Synthèse des données des suivis associés aux radars à la côte, depuis le début du programme (données 2023 uniquement).

	Espèces identifiées	Données
Suivi acoustique	75	20 000 cris
Suivi visuel	110	11 0000 individus observés
Bagage	31	426 captures

7 Analyses de données et résultats préliminaires

7.1 Suivis radars

Les grands principes de la méthode déployée pour traiter les données obtenues dans le cadre de ce lot sont détaillés dans le second rapport d'analyse du lot 5 ([livrable L29](#) ; Delcourt *et al.* 2024).

• Séries temporelles des flux nocturnes

Des séries temporelles des flux moyens nocturnes pour chaque site, période de migration et année ont été produits (Figure 29).

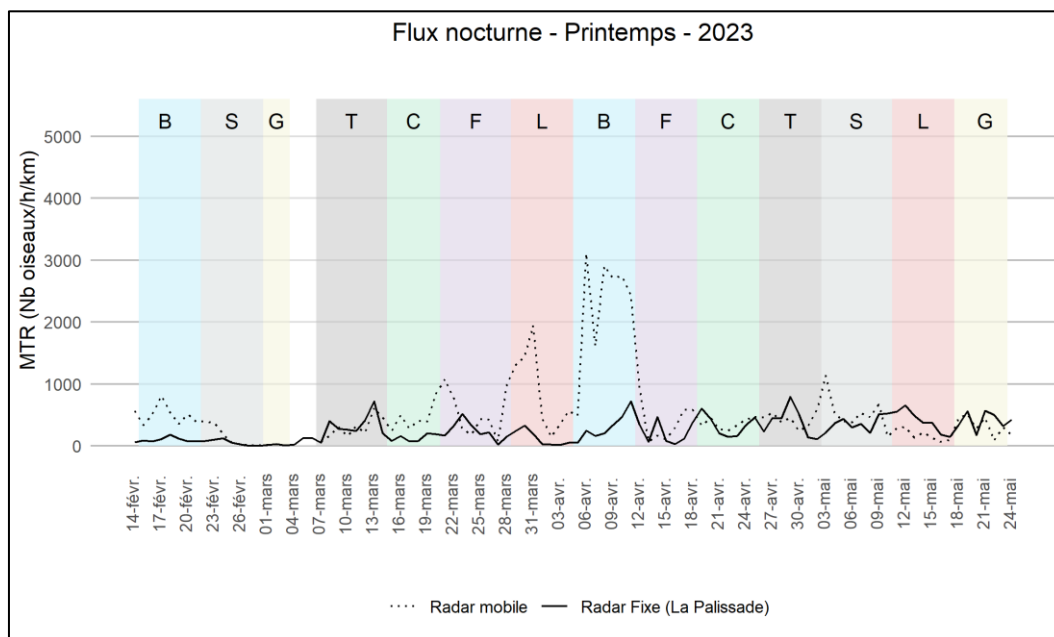


Figure 29 : Série temporelle des flux moyens nocturnes au printemps 2023. L'unité utilisée est le MTR (pour « Migration Traffic Rate »), unité standardisée qui mesure un flux d'oiseaux traversant une bande fictive d'un kilomètre en une heure. Les valeurs présentées sont une moyenne des MTR enregistrés pour une nuit. Chaque couleur encadre les périodes et le site sur lequel se trouvait le radar mobile.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

En prenant l'exemple illustré en Figure 29, on peut observer que les premiers mouvements migratoires ont été enregistrés dès mi-février depuis le site de Banyuls, notamment au cours de la nuit du 16 au 17 février où près de 1000 oiseaux ont été détectés par heure en moyenne au cours de la nuit (pour un total de 9000 oiseaux / km cumulés sur la nuit). Les flux enregistrés par les deux radars ont toutefois été globalement faibles cette saison jusqu'à la fin de la seconde décade de mars. Entre le 24 février et le 8 mars par exemple, le flux moyen nocturne était de 75 oiseaux/h/km pour le radar fixe. Le premier pic important de migration sur le radar mobile a été enregistré à Leucate dans la nuit du 30 mars à 03h00 (UTC) avec 4150 oiseaux/h/km. Le pic de migration le plus important du printemps 2023 a été enregistré le 6 avril à 03h00 à Banyuls, avec 7600 oiseaux/h/km. La période du 6 au 11 avril a été marquée dans son ensemble par une migration très importante sur cette partie du golfe du Lion. Les valeurs relevées sur le site de la Palissade sont moins marquées, avec le pic horaire de migration atteignant 3300 oiseaux/h/km le 14 avril à 01h00. Les autres pics horaires n'ont pas excédé 1700 oiseaux/h/km sur les mois de février, mars et mai.

Toutes les séries temporelles ainsi obtenues pour chaque saison de migration en 2022 et 2023 ainsi que leurs analyses sont présentées dans les deux premiers rapports d'analyse du lot 5 soit les [livrables L27](#) (Delcourt *et al.* 2023) et [L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

• Proportions de vols nocturnes et diurnes

Des diagrammes représentant les proportions de vol diurne et nocturne pour chaque site, période de migration et année ont été produits (Figure 30).

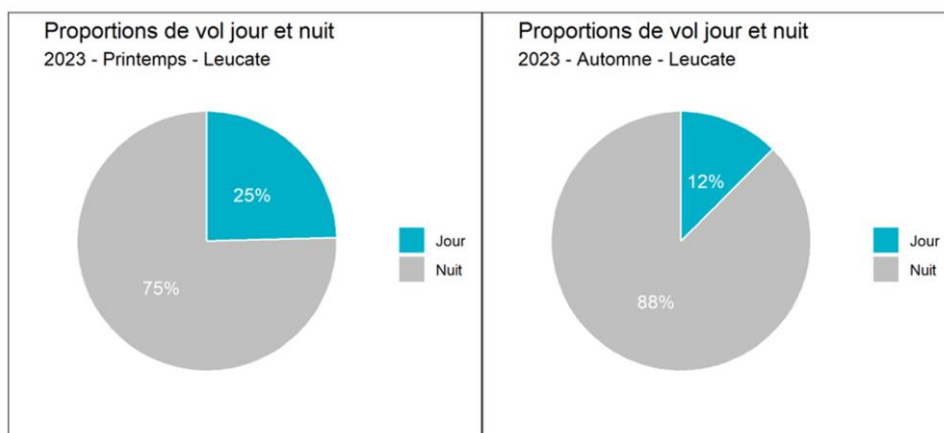


Figure 30 : Diagramme des proportions de vol de jour et de nuit par période de migration sur le site de Leucate en 2023. Les valeurs sont la moyenne des MTR horaires pour les 2 sessions d’une campagne (prénuptiale et postnuptiale).*

**Ces résultats ne concernent qu’une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

La Figure 30 met en évidence des valeurs de proportions de vol de jour et de nuit pressenties avec une proportion de moyenne de MTR de nuit plus élevée que de jour. La proportion enregistrée à Leucate en automne, avec un ratio de 88% pour le MTR moyen nocturne présentée ici est d’ailleurs la plus forte enregistrée cette année-là.

Tous les diagrammes ainsi obtenus pour chaque site, saison et année ainsi que des analyses associées sont présentés dans les deux premiers rapports d’analyse du lot 5 soit les [livrables L27](#) (Delcourt *et al.* 2023) et [L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

• Flux par classe d’altitude

Des graphiques représentant les flux d’oiseaux par classe d’altitude, pour chaque site, période de migration et année ont été produits (Figure 31).

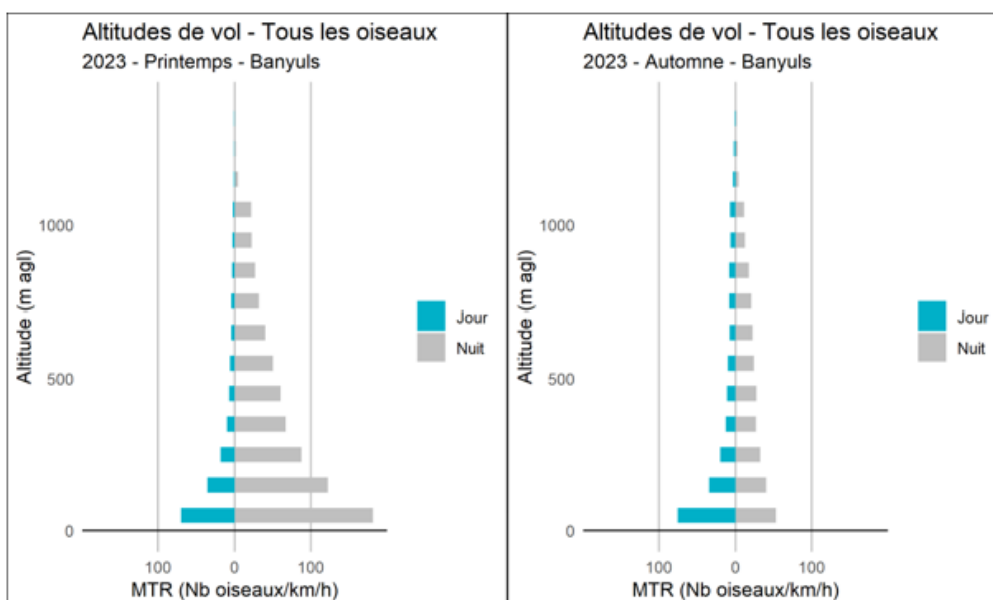


Figure 31 : Graphiques des flux d'oiseaux par classe d'altitude pour le site de Banyuls en 2023.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

L'exemple illustré en Figure 31 met en évidence que les hauteurs de vol sont classiquement plus élevées la nuit que le jour, et qu'une part importante des oiseaux vole à basse altitude (notamment moins de 300 mètres), que ce soit en migration prénuptiale ou en migration postnuptiale.

Tous les graphiques ainsi obtenus pour chaque site, saison et année ainsi que des analyses associées sont présentés dans les deux premiers rapports d'analyse du lot 5 soit les [livrables L27](#) (Delcourt *et al.* 2023) et [L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

• Distribution des directions de vol

Des diagrammes représentant les distributions des directions de vol enregistrées de nuit pour chaque site, période de migration et année ont été produits (Figure 32).

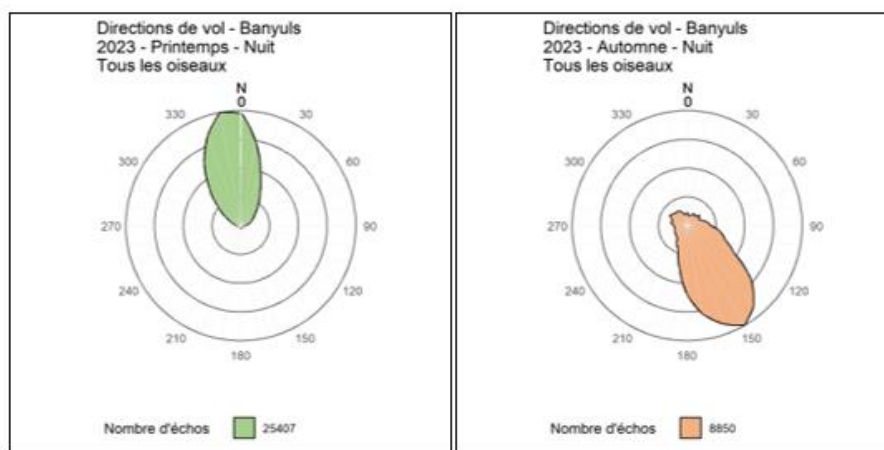


Figure 32 : Diagrammes des distributions des directions de vol enregistrées de nuit sur le site de Banyuls en 2023.*

**Ces résultats ne concernent qu’une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Le résultat illustré en Figure 32 représente la tendance observée en comparant tous les sites entre eux (cf. livrable L27 ; Delcourt *et al.* 2023), soit qu’à l’Ouest du golfe du Lion (Banyuls, Leucate, Sérignan, Frontignan), les oiseaux suivent des directions de vol davantage parallèles à la côte que sur les sites situés à l’est du golfe.

Tous les digrammes ainsi obtenus pour chaque site, saison et année ainsi que des analyses associées sont présentés dans les deux premiers rapports d’analyse du lot 5 soit les [livrables L27](#) (Delcourt *et al.* 2023) et [L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

• Phénologie horaire

Des histogrammes représentant l’évolution des flux moyens horaires d’oiseaux sur un cycle journalier de 24 heures (centré sur minuit pour mieux représenter les flux nocturnes), pour chaque site, session, période de migration et année ont été produits (Figure 33).

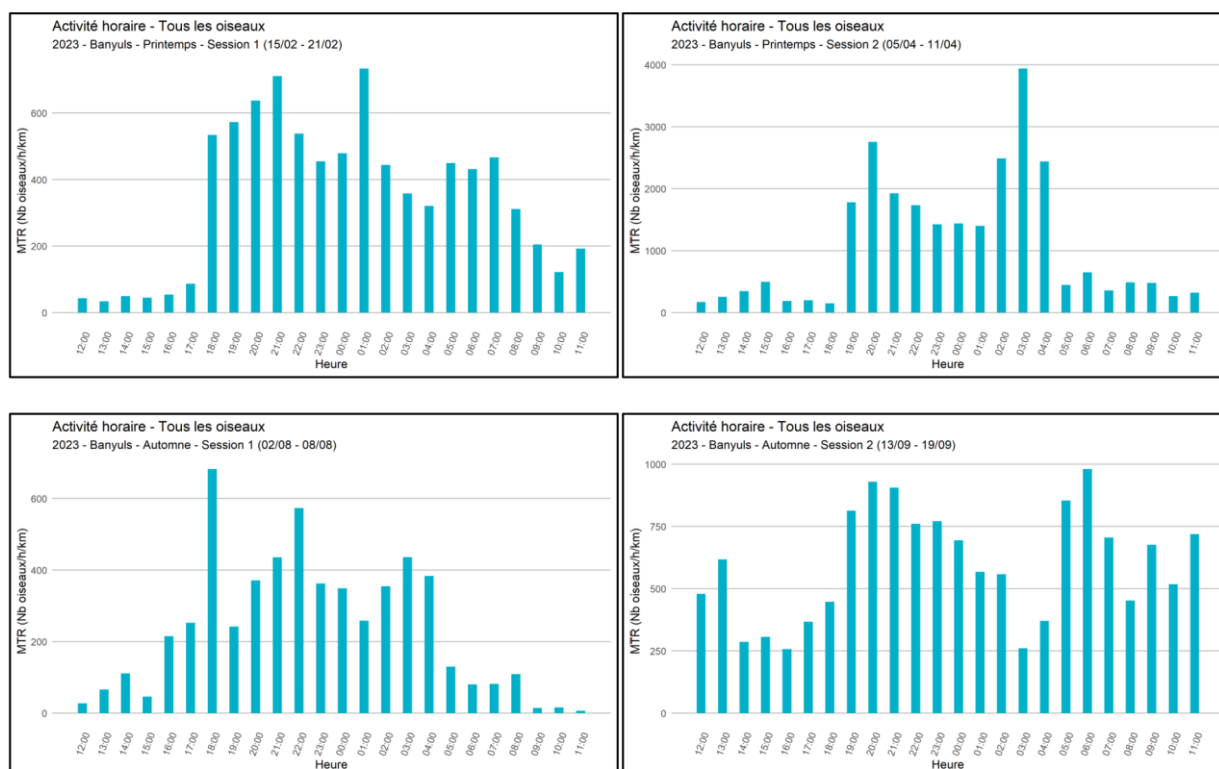


Figure 33 : Histogrammes des flux moyens horaires d'oiseaux sur un cycle journalier de 24 heures sur le site de Banyuls en 2023.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Tous les histogrammes ainsi obtenus pour chaque site, session, saison et année sont présentés dans les deux premiers rapports d'analyse du lot 5 soit les [livrables L27](#) (Delcourt *et al.* 2023) et [L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

• Carte de synthèse

Des cartes de synthèse des résultats (préliminaires) des analyses des données radars pour chaque saison et année ont été produites (Figure 34).

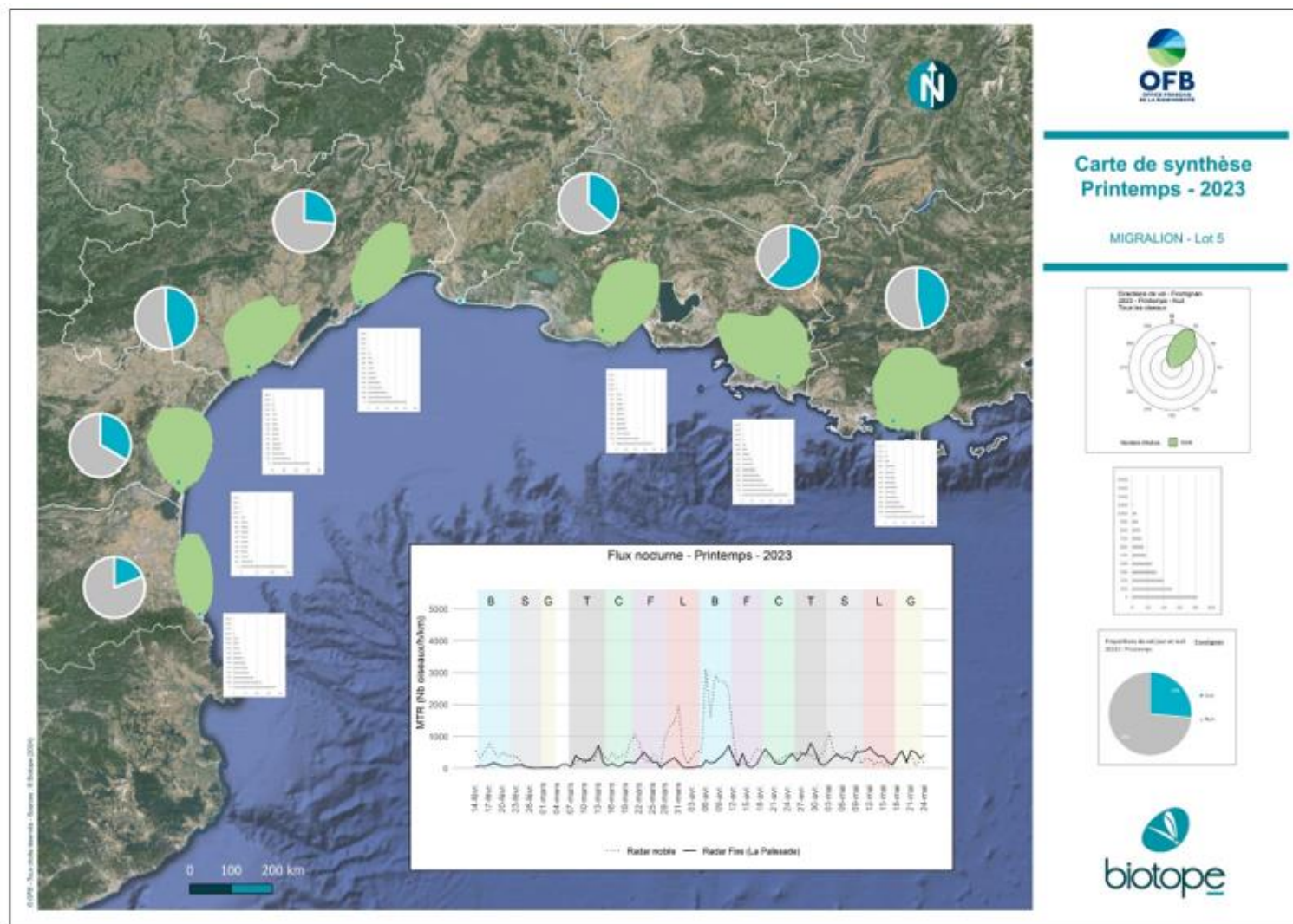


Figure 34 : Carte de synthèse des résultats préliminaires des analyses radars au printemps 2023.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Toutes les cartes ainsi obtenues pour chaque saison et année sont présentées dans les deux premiers rapports d'analyse du lot 5 soit les [livrables L27](#) (Delcourt *et al.* 2023) et [L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

7.2 Suivis acoustiques

En ce qui concerne les suivis acoustiques, les analyses sont à ce jour toujours en cours. Des tableaux synthétisant les données obtenues par espèce ont néanmoins été produits pour chaque saison en 2023, comme l'illustre le Tableau 38. Un indice relatif au comportement supposé des oiseaux détectés est intégré et permet de préciser l'origine du nombre de cris et l'effectif estimé : en Migration active probable (M), en Halte migratoire probable (H) ou individus probablement cantonnés (L pour local). Dans la mesure où le comportement de certaines espèces est difficilement appréciable, plusieurs indices peuvent être affectés. Pour rappel, aucun suivi acoustique n'avait été mené en 2022 (cf. section 4 page 64).

Tableau 38 : Bilan des données des espèces contactées pendant les suivis acoustiques du printemps 2023.

Espèces contactées au printemps	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
Grive musicienne (<i>Turdus philomelos</i>)	M	343	462
Héron cendré	M/H/L	199	626
Goéland railleur	L	143	814
Mouette mélanocéphale	M/L	113	460
Grive mauvis	M	68	84
Oedicnème criard	M/H	65	360
Rossignol philomèle	M/H/L	50	3881
Bihoreau gris (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	M/H	47	195
Râle d'eau (<i>Rallus aquaticus</i>)	M/H/L	46	135
Sterne caugek	M/H/L	45	238
Avocette élégante	M/H/L	44	544
Rougegorge familier	M/H/L	40	127
Grue cendrée (<i>Grus grus</i>)	M	35	135
Grèbe castagneux (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	M/H/L	32	158
Gallinule poule d'eau (<i>Gallinula chloropus</i>)	L	31	227
Foulque macroule	L	28	57
Bécasseau variable	M/H	25	84
Chevalier sylvain (<i>Tringa glareola</i>)	M/H	24	93
Chevalier aboyeur (<i>Tringa nebularia</i>)	M/H	23	90
Mouette rieuse	M/H/L	23	141
Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>)	L	21	33
Hirondelle rustique	M/H	21	143
Pinson des arbres (<i>Fringilla coelebs</i>)	M/H	19	28
Echasse blanche	M/H/L	17	160
Chevalier guignette (<i>Actitis hypoleucos</i>)	M/H	15	46
Pouillot véloce (<i>Phylloscopus collybita</i>)	M/H	12	275
Courlis cendré (<i>Numenius arquata</i>)	M/H	12	45
Rougequeue noir	M/H/L	12	120
Canard chipeau (<i>Mareca strepera</i>)	M/H/L	11	68

Martinet noir	M/H	11	26
Chevalier gambette (<i>Tringa totanus</i>)	M/H/L	10	21
Pipit farlouse (<i>Anthus pratensis</i>)	M/H	7	27
Tarin des aulnes (<i>Spinus spinus</i>)	M/H	7	28
Chevalier culblanc (<i>Tringa ochropus</i>)	M/H/L	7	11
Roitelet à triple bandeau (<i>Regulus ignicapilla</i>)	M/H/L	6	121
Aigrette garzette	M/H/L	6	15
Sterne pierregarin	M/H	5	19
Gobemouche noir	M/H	5	66
Courlis corlieu (<i>Numenius phaeopus</i>)	M/H	5	11
Bergeronnette printanière	M/H	4	20
Barge rousse (<i>Limosa lapponica</i>)	M	4	17
Grand gravelot (<i>Charadrius hiaticula</i>)	M/H	4	8
Sarcelle d'été (<i>Spatula querquedula</i>)	M/H	4	4
Huîtrier pie (<i>Haematopus ostralegus</i>)	M/H/L	4	28
Accenteur mouchet (<i>Prunella modularis</i>)	M/H/L	4	8
Rougequeue à front blanc	M/H/L	4	14
Chardonneret élégant (<i>Carduelis carduelis</i>)	M/H/L	3	29
Sterne caspienne (<i>Hydroprogne caspia</i>)	M/H	3	5
Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	M/H/L	2	2
Chevalier arlequin (<i>Tringa erythropus</i>)	M/H	2	2
Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)	M/H/L	2	10
Bécasseau sanderling (<i>Calidris alba</i>)	M/H	2	4
Roitelet huppé (<i>Regulus regulus</i>)	M/H	2	4
Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>)	M/H/L	2	12
Bécassine des marais (<i>Gallinago gallinago</i>)	M/H/L	2	55
Blongios nain	M/H	2	3
Fauvette à tête noire (<i>Sylvia atricapilla</i>)	M/H/L	1	1
Merle noir	M/H/L	1	1
Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>)	M/H	1	3
Gobemouche gris	M/H	1	1
Corbeau freux (<i>Corvus frugilegus</i>)	M/L	1	3
Pouillot fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	M/H	1	16
Pouillot de Bonelli (<i>Phylloscopus bonelli</i>)	M/H	1	1
	Total général	1690	10425

Le tableau des données collectées à l'automne 2023 est présenté dans le [livrable L29](#) (Delcourt *et al.* 2024).

7.3 Baguage

Pour rappel, aucune campagne de baguage n'avait été menée en 2022 (cf. section 4, page 64). Un tableau synthétisant les données de 2023 a été produit (Tableau 39). Ainsi qu'un histogramme du nombre de captures par jour sur le site de la Palissade (Figure 35).

Tableau 39 : Bilan des espèces baguées en 2023 (en bleu figurent les espèces transsahariennes).

Espèces	CODE	Baguages	Contrôles	Total
Gobemouche noir	FICUCA	74	2	76
Pouillot fitis	PHYLUS	29	3	32
Rougequeue à front blanc	PHOPHO	26	1	27
Fauvette à tête noire	SYLATR	24	7	31
Rougegorge familier	ERIRUB	22	10	32
Fauvette mélanocéphale (<i>Sylvia melanocephala</i>)	SYLALA	18	30	48
Rossignol philomèle	LUSMEG	14	22	36
Pouillot véloce	PHYCOL	11	7	18
Gobemouche gris	MUSSTR	10		10
Fauvette des jardins (<i>Sylvia borin</i>)	SYLBOR	10		10
Bouscarle de Cetti (<i>Cettia cetti</i>)	CETCET	9	21	30
Hypolaïs polyglotte (<i>Hippolais polyglotta</i>)	HIPPOL	8	5	13
Mésange charbonnière (<i>Parus major</i>)	PARMAJ	8	14	22
Chardonneret élégant	CARLIS	5	1	6
Rousserolle effarvate (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	ACRSCI	4	1	5
Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>)	PASDOM	4		4
Fauvette grisette (<i>Sylvia communis</i>)	SYLCOM	4	1	5
Hirondelle rustique	HIRRUS	3		3
Pouillot siffleur (<i>Phylloscopus sibilatrix</i>)	PHYSIB	3		3
Grive musicienne	TURPHI	3		3
Rougequeue noir	PHOOCH	2		2
Rousserolle turdoïde	ACRARU	1		1
Pinson des arbres	FRICOE	1		1
Hypolaïs icterine (<i>Hippolais icterina</i>)	HIPICT	1		1
Locustelle tachetée (<i>Locustella naevia</i>)	LOCNAE	1		1
Guêpier d'Europe	MERAPI	1		1
Pouillot de Bonelli	PHYBON	1		1
Tarier des prés	SAXRUB	1		1
Tarier pâtre (<i>Saxicola rubicola</i>)	SAXTOR	1		1
Etourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	STUVUL	1		1
Fauvette passerinette (<i>Curruca cantillans</i>)	SYLCAN	1		1
Total général		301	125	426

Le Tableau 39 met en évidence que parmi les espèces les plus baguées se trouve un trio de migrants transsahariens qui ne se reproduit pas en Camargue : le Gobemouche noir, le Pouillot fitis et le Rougequeue à front blanc, qui totalisent 32% des oiseaux bagués sur le site. Concernant les contrôles, on retrouve logiquement des oiseaux sédentaires qui se reproduisent sur le site comme la Fauvette mélanocéphale, le Rossignol philomèle et la Bouscarle de Cetti.

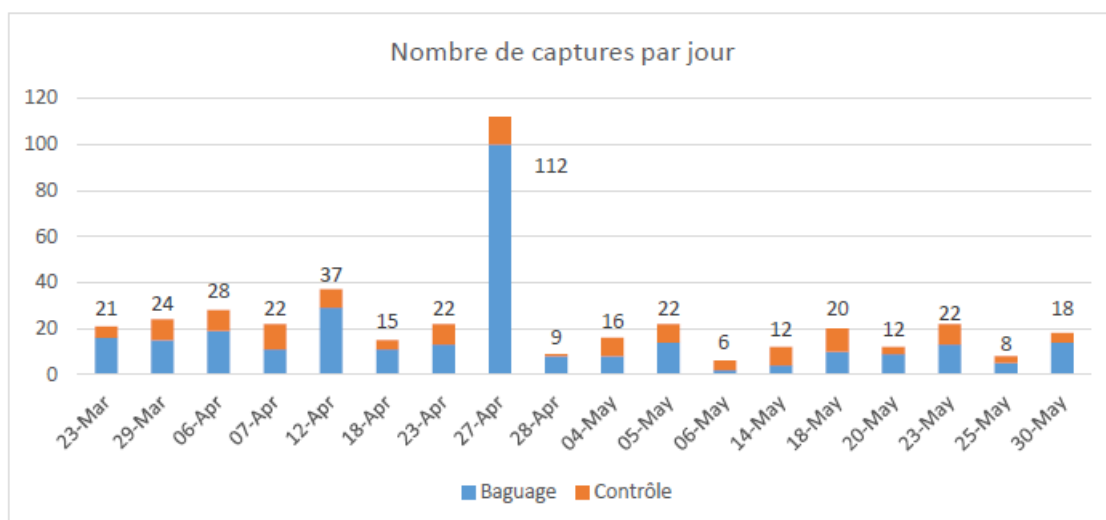


Figure 35 : Histogramme du nombre de captures par jour sur le site de la Palissade en 2023.

La phénologie de capture observée (**Figure 35**) reflète à la fois le nombre d’oiseaux présents autour des filets mais également leur activité avec un passage étalé des migrateurs sur la saison 2023. Les tombées de passereaux (oiseaux migrateurs qui se posent massivement sur un site) sont assez aléatoires au printemps (en comparaison de l’automne sur le littoral camarguais) et ce phénomène, combiné à la météo venteuse de ce printemps 2023 explique le faible nombre d’oiseaux capturés, avec une seule journée de capture importante avec plus de 100 oiseaux bagués.

7.4 Suivis visuels

Pour rappel, aucun suivi visuel n’avait été mené en 2022 (cf. section 4 page 64). Des graphiques des effectifs observés par espèce ont été produits pour chaque site d’observation et saison en 2023, comme l’illustrent les Figure 36 et Figure 37.

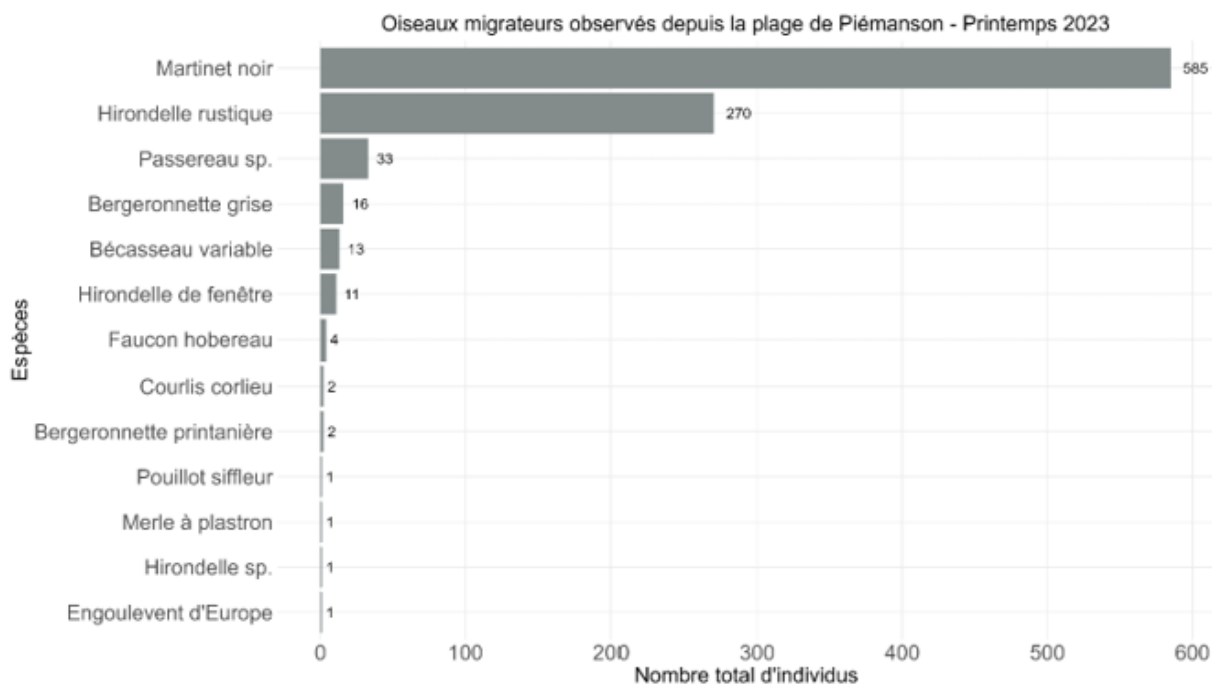


Figure 36 : Graphique des effectifs observés par espèce depuis la plage de Piémanson (données issues de 7 journées d'observation agrégées) au printemps 2023.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Comme le montre la Figure 36 , au cours des 7 sessions de suivi au printemps 2023, une douzaine d'espèces en migration ont été observées depuis la plage de Piémanson. Les espèces les plus présentes sur ce site ont été les Martinets noirs avec 585 individus observés et les Hirondelles rustiques avec 270 individus.

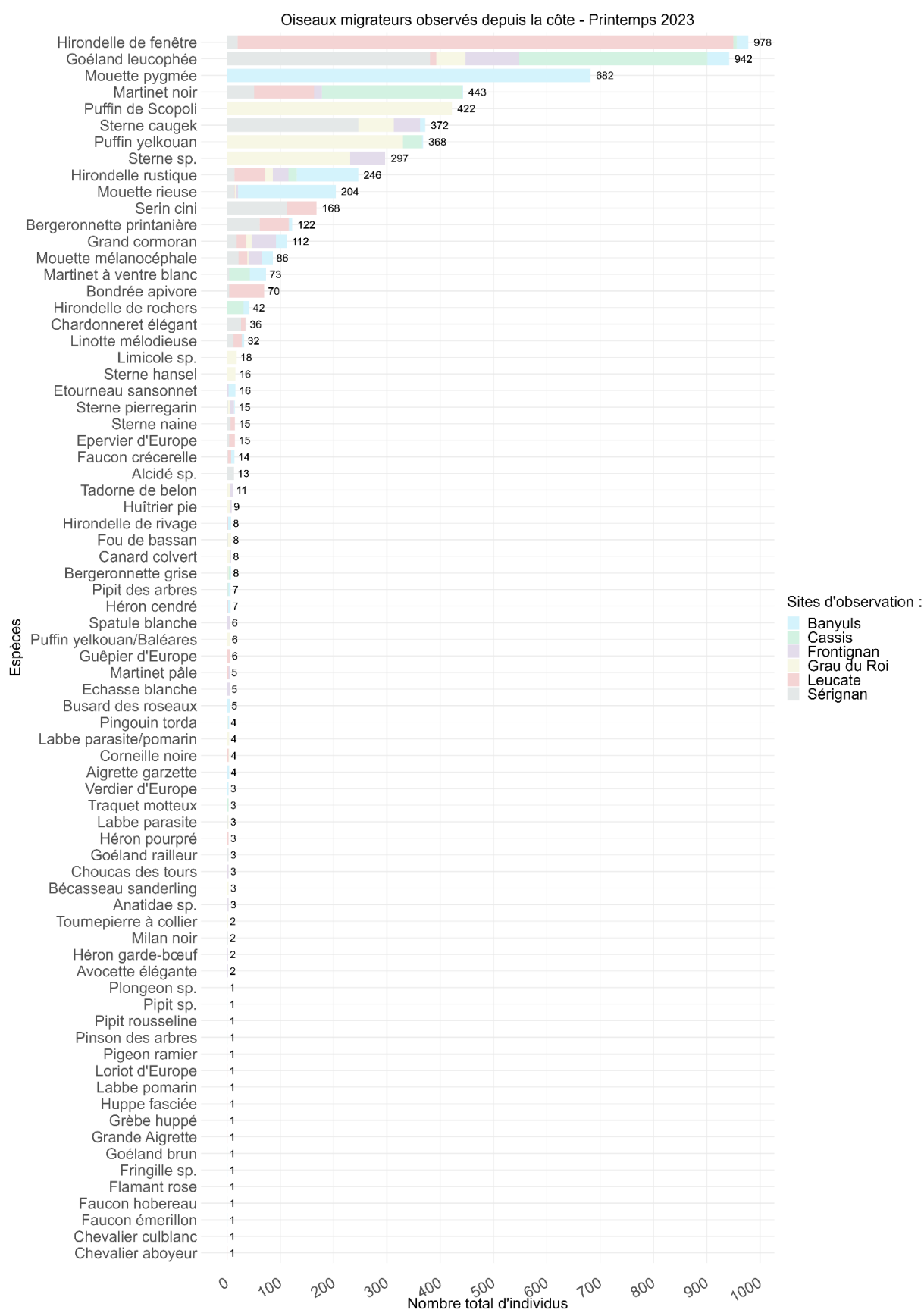


Figure 37 : Graphique des effectifs observés par espèce sur chaque site de déplacement du radar mobile (données issues de 12 journées d'observation agrégées) au printemps 2023.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

En ce qui concerne les suivis sur les différents sites du radar mobile, la Figure 37 montre que les observations concernent à la fois des oiseaux marins (Goéland leucophée, Mouette pygmée, Puffin de scopoli, Sterne caugek, Puffin yelkouan, etc.) et des migrateurs terrestres (Hirondelle de fenêtre, Martinet noir, Hirondelle rustique, Serin cini, *Serinus serinus*, Bergeronnette printanière, etc.).

Tous les graphiques ainsi obtenus pour chaque site et saison sur l'année 2023 ainsi que des analyses associées sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot 5 ([livrable L29](#) ; Delcourt et al. 2024).

8 Prochaines étapes

Les flux et la diversité d'oiseaux migrants sont importants au niveau du golfe du Lion, et une part importante des oiseaux en migration vole en provenance ou en direction de la mer, à des altitudes parfois peu élevées.

La suite des analyses permettra de mieux quantifier ces comportements, de les détailler par catégorie d'oiseaux, et de comparer les années entre elles.

Concernant l'acquisition de données, le suivi radar se poursuit sur 2 sites fixes pour l'année 2024, et les suivis acoustiques et visuels sont reconduits à l'identique.

Lot 6 Développement de méthodes permettant l'analyse combinée de données collectées par des méthodes complémentaires

Titulaires du lot 6 : FEM, CEFE, Tour du Valat

L'ensemble des résultats intermédiaires du lot 6 sont présentés dans les [livrables L33 et L34 \(Cannone et al. 2024a, b ; mars 2024\)](#). Quelques résultats « types » sont présentés ci-dessous à titre d'information, afin d'illustrer l'avancement du lot 6 ; merci cependant de se référer aux livrables L33 et L34 pour des informations plus détaillées. L'ensemble des résultats présentés à ce stade (ce livrable et livrables L33/L34) sont préliminaires à l'échelle de MIGRALION et doivent donc être interprétés avec précautions.

1 Rappel des objectifs

L'objectif de ce lot est de développer des méthodologies de traitement et d'analyses statistiques des données acquises par les moyens déployés 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 au-dessus du golfe du Lion. Il s'agit en particulier de :

- Veiller à la cohérence des différents plans d'échantillonnage spatio-temporels prévus dans les lots 3, 4 et 5 pour s'assurer que les données obtenues pourront être comparées et agrégées dans des analyses combinées ;
- Compléter la synthèse bibliographique en analysant les données recensées dans le lot 1 et non traitées ;
- Proposer une analyse critique des jeux de données acquis et notamment de leur représentativité spatio-temporelle ;
- Identifier, sélectionner et développer une ou des méthodes d'analyse des données permettant leur analyse combinée pour répondre aux objectifs du programme MIGRALION.

Aujourd'hui, aucune technologie ne permet de collecter l'ensemble des informations nécessaires pour décrire les flux migratoires en quatre dimensions (longitude, latitude et altitude au cours du temps) à l'échelle d'une zone aussi grande que celle du golfe de Lion. Les lots 3 à 5 visent donc à utiliser différentes technologies permettant de collecter des informations complémentaires pour décrire la migration en Méditerranée. Prises indépendamment, ces données ne fournissent qu'une information partielle et limitée sur l'organisation (notamment spatiale) des flux migratoires dans le golfe du Lion. Leur combinaison formelle dans un cadre d'analyse unifié est donc une nécessité pour le programme MIGRALION. Par ailleurs, la collecte d'informations de différentes natures sur l'utilisation de l'espace par les oiseaux marins (suivi GPS de différentes espèces aux écologies différentes, recensement des colonies, etc.) implique, là aussi, le développement de méthodes d'analyses permettant la combinaison à la fois des données de nature différentes mais aussi obtenues sur différentes espèces.

2 Avancements 2023

2.1 Sélection des jeux de données historiques pertinents

À ce stade du programme, le lot 6 a examiné le type de données récoltées par le lot 1 (qui pour rappel consistait en un recensement des données historiques disponibles sur l'avifaune, cf. livrable L1 ; Bon *et al.* 2021) et identifié les jeux de données a priori pertinents pour les travaux de modélisation intégrée. Le premier rapport d'analyse du lot 6 (livrable L32 ; Lauret *et al.* 2022) présente les jeux de données ainsi récupérés et qui sont mobilisés dans les analyses intégrées du lot 6.

2.2 Acquisition de données MIGRALION

Un point sur l'état d'avancement de l'acquisition des données acquises dans le cadre du programme MIGRALION a également été réalisé.

Concernant les données télémétriques issues du lot 3, la précision des données GLS est trop limitée pour décrire les déplacements à l'échelle du golfe du Lion. Pour cette raison, il n'est pas prévu à ce jour par le lot 6 d'utiliser les données GLS pour étudier les flux migratoires dans le golfe du Lion. Concernant les données GPS, le lot 6 est en attente des extractions de ces données et des analyses qui doivent être réalisées par le lot 3. Le lot 6 explore leur intégration dans les modèles de prédiction des flux et de hauteur de vol à partir des données radar du lot 5 (cf. L34 ; Canonne *et al.* 2024).

Concernant les données issues des campagnes en mer du lot 4 (observations visuelles, enregistrements acoustiques et suivis radars), à la date de rédaction de ce livrable, le lot 6 a accès aux données d'observations visuelles pour les années 2022 et 2023. Pour le moment, le lot 6 n'a pas encore récupéré les données des radars embarqués et les données acoustiques acquises en mer, qui sont en cours de traitement par le lot 4 « Campagnes en mer ».

Concernant les données radars à la côte du lot 5, le lot 6 a accès aux données de 2022, bien que la correction de ces données (filtrage et classification des échos) ainsi récoltées est toujours en cours de traitement par le lot 5.

2.3 Distribution spatiale des oiseaux marins

Le lot 6 a travaillé sur le développement d'une méthodologie permettant de modéliser la distribution des espèces d'oiseaux marins dans le golfe du Lion à partir de données dites de « comptages », acquises dans le cadre de MIGRALION (lot 4) et des campagnes Pelmed (Observatoire Pelagis/Ifremer). Le premier rapport méthodologique du lot 6 (livrable L34 ; Canonne *et al.* 2024) présente en détail ces travaux.

Cette modélisation est réalisée en intégrant différentes variables environnementales. Les variables retenues, classiquement utilisées en milieu marin, et en particulier pour l'avifaune marine, sont : la température de l'eau en surface, la bathymétrie, la distance à la côte, la concentration de Chlorophylle A, l'anomalie d'hauteur de l'eau et la concavité du fond marin (Figure 38).

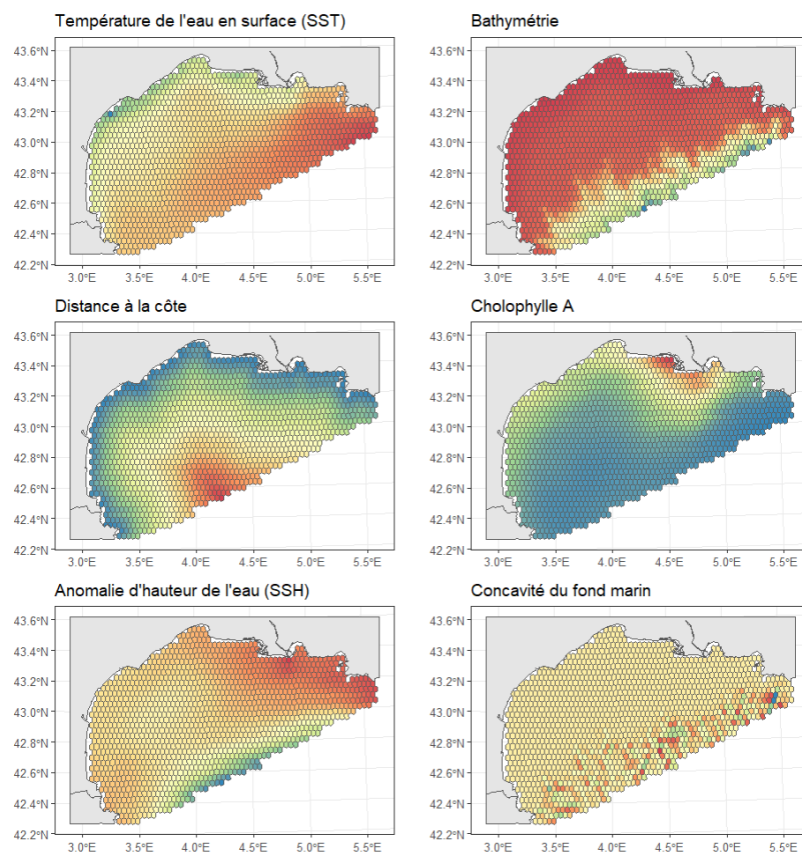


Figure 38 : Carte des variables environnementales sélectionnées pour modéliser la distribution des oiseaux marins dans le golfe du Lion à partir des données de comptages.

Ces analyses permettent finalement, pour chaque espèce, de sélectionner les variables qui expliquent le mieux la distribution de l'espèce (livrable L34 ; Canonne *et al.* 2024), et de prédire ainsi la distribution spatiale (voir Figure 39 en exemple). La Figure 39 présente un aperçu des cartes de distribution telles qu'elles seront une fois finalisées, accompagnées d'une carte des incertitudes associées à la prédiction. Les cartes présentées ici représentent la distribution des sternes caugeks, des petits puffins (puffin Yelkouan et des Baléares analysés ensemble), et des mouettes pygmées en dehors de leur période de reproduction.

Les cartes finales de distribution spatiale de l'avifaune marine seront finalisées courant 2024, et porteront sur les espèces clés sélectionnées.

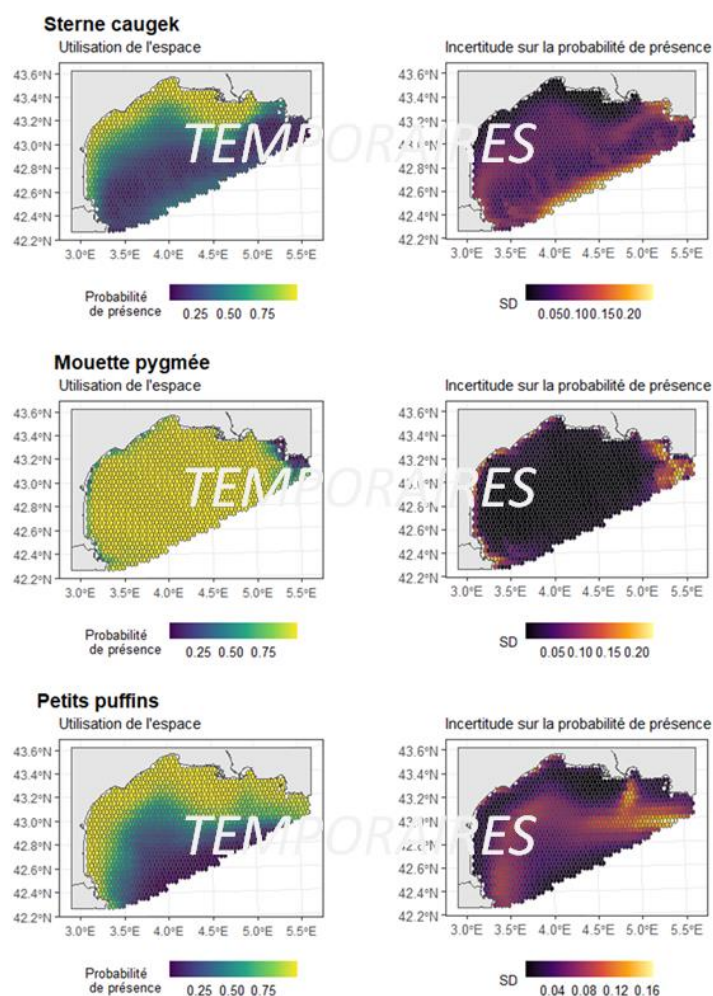


Figure 39 : Probabilité de présence (et incertitude associée) de trois espèces d'oiseaux marins dans le golfe du Lion en dehors de leur période de reproduction : sternes caugeks, petits puffins (puffin yelkouan et des baléares) et mouettes pygmées.*

*Ces résultats produits à partir des données du lot 4 ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.

2.4 Etude des oiseaux migrateurs terrestres

Les données de radars ornithologiques acquises par le lot 5, soit les données d'échos obtenus grâce aux radars ornithologiques à la côte, sont actuellement toujours en cours de traitement. En effet, des travaux complémentaires sur l'application de filtres, et l'utilisation d'algorithmes de classification des données plus récentes sont en cours. Des données provisoires (non finales) de 2022 ont néanmoins été transmises au lot 6 afin que ces données à la structure spécifique puissent être intégrés aux modèles développés dans le cadre de ce lot, et que le lot 6 puisse ainsi poursuivre les développements méthodologiques.

Un travail méthodologique est ainsi en cours par le lot 6, sur le potentiel de ces données dans le cadre du programme MIGRALION (pour la modélisation spatiale des oiseaux migrateurs), au regard de ce qui est déjà été réalisé dans le cadre de précédentes études (cf. détails sur les développements méthodologiques dans le livrable L34 ; Canonne *et al.* 2024). Cette démarche vise également à faire émerger des problématiques et

questionnements, qui serviront à nourrir la discussion entre partenaires, puis guider les choix futurs concernant les analyses formelles des données validés et définitives.

Les résultats suivants, présentés dans le second rapport d'analyse du lot 6 ([livrable L33](#) ; Canonne *et al.* 2024) sont ainsi issus de données non fiabilisés. Ils sont donc présentés à titre purement informatif, pour présenter le travail de réflexion méthodologique et la structure des résultats types qui pourront être produits à l'issue du programme. En l'état actuel, ces résultats non fiabilisés ne peuvent donc pas servir aux interprétations écologiques sur l'avifaune.

Différents constats ont été effectués par le lot 6, et sont synthétisés ci-dessous. Quelques résultats descriptifs et préliminaires (sur les données non fiabilisées) ont été présentés par le lot 6 dans le [livrable L33](#) (Canonne *et al.* 2024), et sont synthétisés ci-dessous à titre informatif.

• Variabilité spatiale et temporelle du nombre d'échos

Des histogrammes des cibles enregistrées et classées par mois (Figure 40, à gauche) et par heure (Figure 40, à droite) ont été produits à partir des données 2022 non encore fiabilisées.

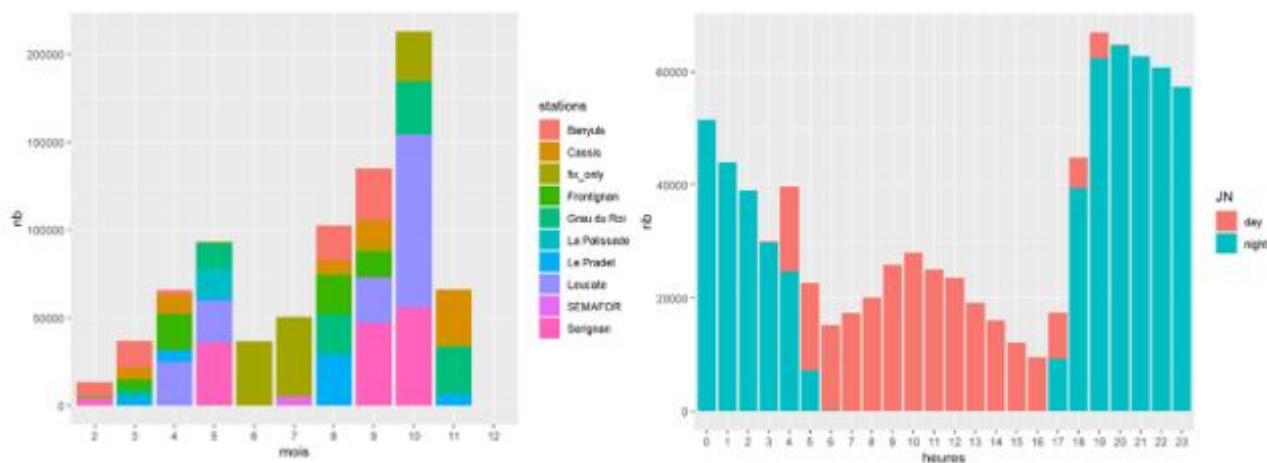


Figure 40 : Histogrammes des cibles enregistrées en 2022 et classées par mois (à gauche) et par heure (à droite). Sur l'histogramme de gauche les cibles sont assignées au site sur lequel elles ont été enregistrées (couleurs), tandis que sur celui de droite les cibles sont classées selon l'heure du coucher du soleil (jour en rouge, nuit en turquoise).*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Ces histogrammes mettent bien en évidence que le nombre de cibles enregistrées évolue au cours de l'année mais également au cours de la journée/nuit. Des différences fortes entre sites sont également mises en évidence. Par ailleurs, ils permettent également de constater que bien que la quantité d'échos semble plus importante la nuit, de nombreux échos sont enregistrés en journée. Est donc observée une augmentation du nombre d'échos autour du coucher du soleil, puis une diminution progressive en fin de nuit.

Des précisions quant aux difficultés relevées à ce stade sur l'analyse de la variabilité spatiale et temporelle du nombre d'échos sont détaillées dans le second rapport d'analyse du lot 6 ([livrable L33](#) ; Canonne *et al.* 2024).

• Intensité et périodes de migration

Le lot 6 a également étudié les intensités de migration au cours de l'année, de nuit et de jour à partir des données 2022 non encore fiabilisées. La Figure 41 montre ainsi l'évolution des MTR nocturnes au cours de l'année.

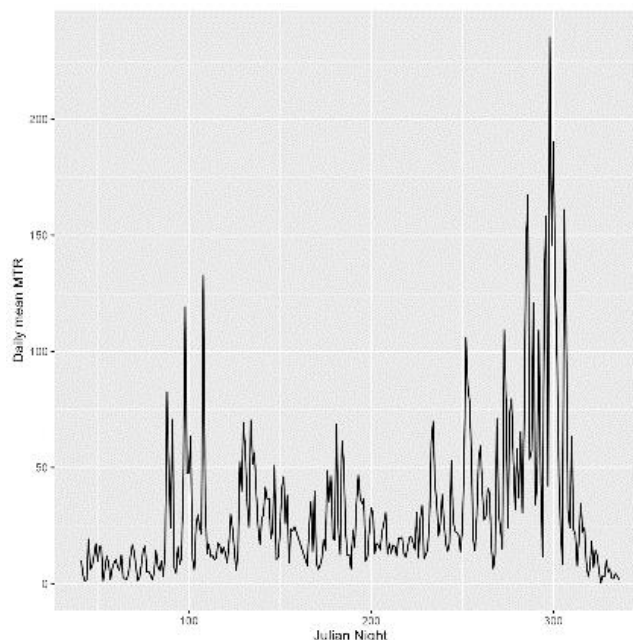


Figure 41 : Evolution du MTR moyen par nuit au cours de l'année 2022 (données non encore fiabilisées).*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

La Figure 41 illustre ainsi que le passage des oiseaux en migration n'a pas lieu de façon homogène au cours des deux périodes de migration pré et post-nuptiale, mais des pics de migration sont observés. Le lot 6 travaille de fait sur les approches permettant de définir les dates de périodes de migration. Celles-ci peuvent inclure l'intensité des valeurs de MTR uniquement ou bien inclure également la concentration des directions de vol. Plus de détails à ce sujet sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot 6 ([livrable L33](#) ; Canonne *et al.* 2024).

• Hauteurs de vol

L'étude de l'influence de l'altitude sur la fréquence d'échos détectés (Figure 42) à partir des données 2022 non fiabilisées indique une diminution brusque du nombre d'échos à partir de 600-700m. Néanmoins il n'est pas possible de savoir dans quelle mesure ceci traduit une réalité biologique (hauteur de vol préférentielle) ou des conséquences de la diminution de la détection avec l'altitude. Les cibles renseignent alors a priori des effectifs minimums.

Davantage de précisions sur les biais de détection des radars avec l'altitude sont présentés dans le second rapport d'analyse du lot 6 ([livrable L33](#) ; Canonne *et al.* 2024).

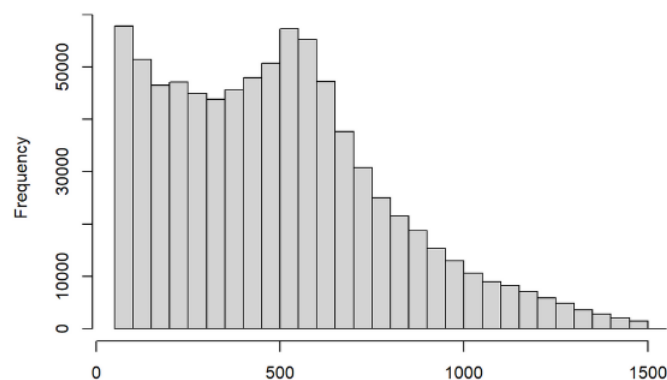


Figure 42 : Histogramme de la fréquence du nombre d'échos en fonction de l'altitude de vol, à partir des données 2022 non fiabilisées.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

• Directions de vol

Une étude de la distribution des directions de vols suivant les sites, à partir des données de 2022 non fiabilisées a été conduite par le lot 6 (Figure 43).

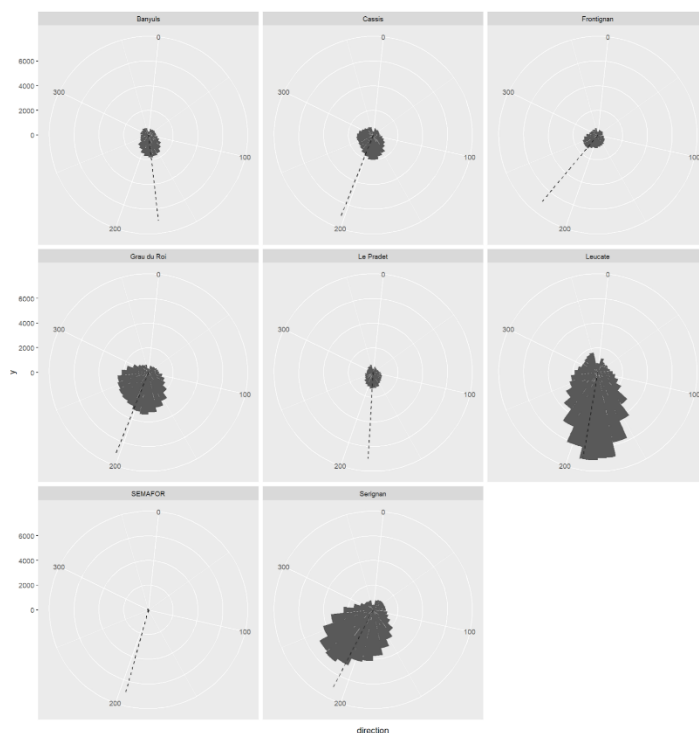


Figure 43 : Distribution des directions de vol mesurées par cible pour chacun des sites durant la période de migration pré-nuptiale en 2022. En pointillé est représenté la direction moyenne par site.*

**Ces résultats ne concernent qu'une année de suivi sur les 3 années prévues dans le cadre du programme MIGRALION. Les informations fournies sont donc à interpréter avec précaution. cf limites exposées dans le livrable correspondant.*

Cette première analyse (Figure 43) permet de mettre en évidence une forte variabilité entre sites, tant en termes de nombre d'échos que de direction moyenne. De plus, des premiers modèles linéaires généralisés testés sur

ces données suggèrent un effet de la longitude sur ces directions, néanmoins ces résultats sont à confirmer par des modèles plus fins permettant de coupler les aspects spatiaux et temporels. Enfin, cette étude a également montré l'existence de potentiels biais d'échantillonnage, qu'il ne sera probablement pas possible d'estimer précisément. Il s'agit de la difficulté d'estimer les directions de vol pour certaines catégories d'oiseaux, notamment aux altitudes les plus extrêmes (très basses ou très hautes).

3 Prochaines étapes

3.1 Distribution spatiale des oiseaux marins (apport des données télémétriques)

Dans la continuité de ses travaux de modélisation de la distribution d'espèces d'oiseaux marins à partir de données de comptage et de données de conditions environnementales (ou « estimation de la sélection relative de l'habitat par les espèces » ; [livrable L34](#) ; Canonne *et al.* 2024), le lot 6 a pour objectif de développer un « modèle intégré », permettant d'inclure les données de suivis télémétriques dans cette modélisation de la distribution de ces espèces marines.

En effet, ces deux sources de données (suivis maritimes et suivis télémétriques) permettent de capturer des aspects complémentaires de la sélection de l'habitat. Les suivis télémétriques permettant un suivi très détaillé de quelques individus alors que les comptages permettent de suivre théoriquement l'ensemble de la population avec des résolutions temporelles plus grossières (faible échantillonnage temporel à l'échelle de la période d'étude).

Lorsque ces données de suivis télémétriques seront disponibles, le lot 6 pourra tester leur intégration et pertinence dans les modèles. Ce type de modélisation sera testé et réalisé jusqu'à la fin du projet, dans l'optique de fournir des évaluations de distribution spatiale cohérentes à l'échelle de l'espèce.

3.2 Distribution spatiale des oiseaux migrateurs terrestres

Le lot 6 travaille actuellement sur le développement de méthodes permettant l'analyse jointe de données radars (avifaunistique), de comptages (suivis maritimes de la mégafaune) et de télémétrie (GPS uniquement, les localisations issues des GLS étant trop imprécises), dans le but d'estimer la variation spatiale des flux migratoires à l'échelle du golfe du Lion ([livrable 34](#) ; Canonne *et al.* 2024).

Dans le cadre du programme MIGRATLANE (2023-2027), qui a des objectifs équivalents à MIGRALION, mais sur les façades Manche/mer du Nord et Atlantique françaises, il est prévu d'intégrer également des données issues de radars météorologiques (une technologie complémentaire aux autres, qui peut renforcer la détection de flux de migration de l'avifaune). Bien que non initialement intégré dans MIGRALION, le lot 6 envisage de pouvoir intégrer des données de radars météorologiques dans les modélisations intégrées, en complément des autres types de données, afin d'avoir une information plus détaillée sur le flux de migration. Cependant, cette intégration pourra être testée sous réserve de la disponibilité des données de radars météorologiques dans les délais du programme.

Ainsi, la méthode présentée par le lot 6 dans le [livrable L34](#) (Canonne *et al.* 2024), qui intègre l'information provenant de radars météorologiques, apparaît être la seule qui permettrait une modélisation intégrée formelle des flux migratoires de l'avifaune, avec les données disponibles.

Enfin, d'autres approches de modélisations déjà mises en place sur le continent américain pourraient être ici envisagées pour modéliser les flux migratoires (Meehan *et al.*, 2022 ; Figure 44). Bien que les données acquises dans le présent programme présentent divers biais (*e.g.* hétérogénéité spatiale), les résultats issus du modèle

intégré développé dans MIGRALION pourraient potentiellement servir comme données d'entrées pour ces approches de modélisation.

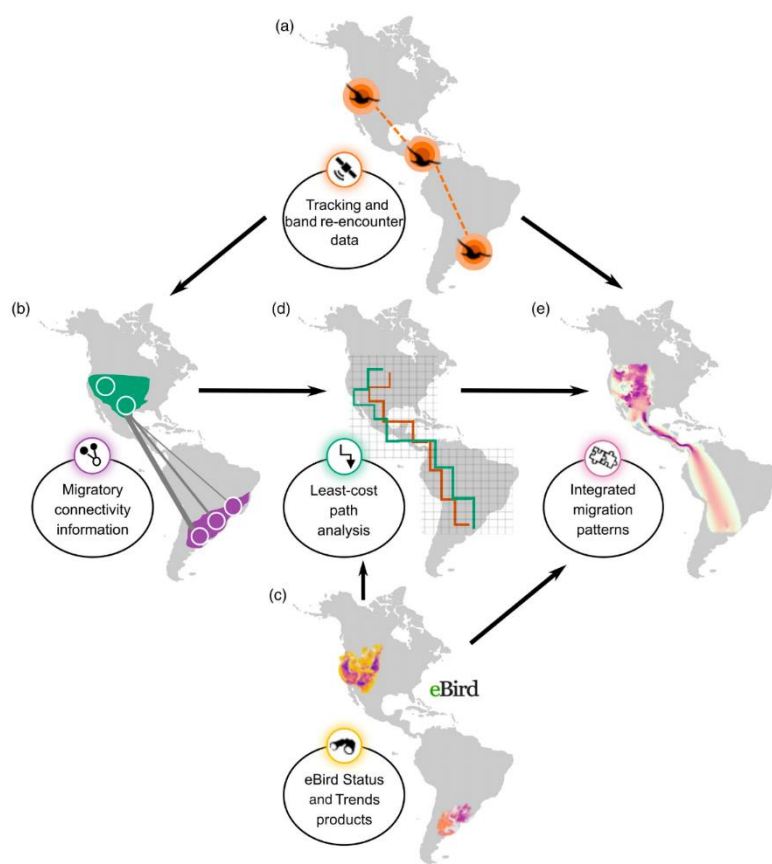


Figure 44 : Schéma représentant le cadre de l'analyse intégrée présentée dans Meehan *et al.* (2022).

3.3 Altitudes de vol des oiseaux marins

Le lot 6 travaille également sur une approche permettant d'étudier les altitudes de vol des oiseaux marins, via l'utilisation des données de campagnes en mer (radars et observations visuelles) et des données GPS. Ainsi si les données le permettent une intégration des données GPS et radars au sein d'un modèle permettra d'estimer les relations entre les altitudes de vols des oiseaux marins et des conditions météorologiques (*e.g.* vitesse du vent, heure de la journée, température) et topographiques (*e.g.* distance à la côte). Une fois ces relations modélisées, il sera possible de caractériser le degré de risque vis-à-vis de l'éolien. Si les données sont trop peu nombreuses pour permettre l'ajustement d'un tel modèle, il est alors prévu d'estimer la probabilité de vol dans une classe d'altitude « à risque » (dans une potentielle zone de collision) et « sans risque ».

3.4 Phénologie, altitudes et directions de vol des oiseaux migrants terrestres

• Phénologie

La phénologie de migration des oiseaux migrants terrestres sera analysée par le lot 6 sur la base des données issues des radars ornithologiques et des suivis télémétriques. Plusieurs approches sont actuellement envisagées pour effectuer cette analyse ([livrable L34](#) ; Canonne *et al.* 2024).

L'objectif sera alors de définir les périodes de migration. Ces analyses en cours de réalisation pourront alors être basées sur index combinant intensité de migration et la concentration des directions, pour les données des radars ornithologiques, et sur les longueurs de pas ou concentration des directions par exemple, pour les données des suivis télémétriques.

• Altitudes de vol

La modélisation des hauteurs de vol des oiseaux migrateurs terrestres sera réalisée dans MIGRALION en utilisant les données issues des GPS et GLS qui intègrent une mesure de l'altitude de vol tout au long du parcours des individus. Des modèles "espace d'états" seront ainsi réalisés afin de catégoriser les hauteurs de vol potentielles selon deux classes :

- Les hauteurs de vol "à risque" correspondant à une zone à risque de collision avec l'éolien en mer
- Les hauteurs de vol sans risque de collision.

Des covariables environnementales abiotiques (e.g. la distance à la côte, profondeur) et météorologiques (e.g. vitesse du vent au moment de la mesure, pression atmosphérique) seront également intégrées dans ces modélisations afin de tester leurs potentielles influences sur la hauteur de vol.

• Directions de vol

Les directions de vol des oiseaux migrateurs terrestres seront étudiées grâce aux données issues des suivis télémétriques par GPS (avec localisations précises, à l'inverse des suivis par GLS) et des suivis par radars des lots 4 (radars embarqués) et 5 (radars ornithologiques). Des approches de modélisation seront appliquées afin d'obtenir une prédiction des directions de vol en fonction des conditions atmosphériques et de paramètres géographiques. Ce modèle pourra également servir de base pour caractériser des différences entre groupes d'espèces et détailler la phénologie des directions, tant au niveau du cycle journalier qu'au cours de la saison.

Conclusion

À ce stade du programme, les livrables produits par le lot 2 sont les suivants : des comptes-rendus de réunions préparatoires de COPIL (livrable L3), des comptes-rendus de COPIL (livrable L4), un rapport de lancement (livrable L5), un cahier des charges pour la réalisation d'un teaser vidéo et d'un film de présentation du programme (livrables L6 et L12), des posters (livrable L7) et des rapports d'avancement (livrables L8, L9 et L10).

Pour la suite du programme, le lot 2 poursuivra ses actions de coordination et dissémination des résultats, inhérentes au programme MIGRALION dans son ensemble, jusqu'à l'issue du programme.

Le lot 3 portant sur la télémétrie continue ses travaux d'analyses sur les oiseaux migrateurs terrestres selon les axes d'étude suivants :

- les conditions météorologiques qui influencent les dates de départ en migration et leurs stratégies de traversée du golfe du Lion (données issues de balises GPS) ;
- le temps passé par chacun d'eux dans chaque strate altitudinale lorsqu'ils traversent le golfe du Lion (données issues de balises GPS) ;
- la description fine des déplacements migratoires (données issues de balises GLS) au-dessus du golfe du Lion.

En ce qui concerne les oiseaux marins, le lot 3 continue ces travaux sur les axes d'études suivants (données issues de balises GPS) :

- la distribution de l'utilisation de l'espace en mer ;
- les zones à fortes densités ;
- les variables environnementales associées à la présence et la distribution des oiseaux en mer ;
- la distribution des hauteurs de vol.

Pour l'année 2024, le lot 3 a prévu le déploiement de 140 balises. L'enjeu de l'année 2024 sera de pouvoir récupérer le maximum de GLS, et d'acquérir globalement les dernières données, et d'en faire une analyse approfondie avant la fin du projet.

Le lot 4 portant sur les campagnes en mer continue leur travail d'acquisition des données, et l'analyse des résultats pour chaque espèce ou groupe d'espèce selon les axes d'étude suivants :

- les effectifs selon chaque saison et année ;
- la répartition des observations dans le golfe du Lion ;
- la phénologie de présence ;
- les comportements en mer selon la saison et l'année ;
- les hauteurs de vol selon la saison et l'année.

Pour l'année 2024, cinq campagnes en mer seront réalisées (grâce à un avenant permettant une campagne additionnelle aux 4 prévues annuellement, qui se déroulera en automne 2024).

Le lot 5 portant sur les radars à la côte et suivis associés, continue également leurs travaux d'analyses pour chaque groupe d'espèce, en 2024, selon les axes d'étude suivants :

- les flux nocturnes au cours du temps, selon la saison et l'année
- les proportions de vols nocturnes et diurnes, selon le site, la saison et l'année

- les flux selon les hauteurs de vol, le site, la saison et l'année
- les directions de vols nocturnes, selon le site, la saison et l'année
- les flux horaires au cours du temps, selon le site, la saison et l'année

En 2024, les suivis du lot 5 sont reconduits à l'identique, en incluant le déplacement du radar mobile.

Le lot 6 portant sur les analyses combinées travaille sur la modélisation de la distribution spatiale des espèces d'oiseaux marins dans le golfe du Lion, en utilisant des données des campagnes maritimes (issues du lot 4 ou de campagnes extérieures au programme et des données de conditions environnementales. Pour compléter cette modélisation, le lot 6 a pour objectif d'inclure des données de suivis télémétriques (issues de GPS dans le cadre du lot 3). Pour la suite du programme, le lot 6 complètera son travail sur les oiseaux marins en incluant des données de suivis télémétriques (issues de GPS dans le cadre du lot 3) dans cette modélisation de la distribution spatiale. Il étudiera également leurs altitudes de vol, en utilisant des données de comptage, de suivis télémétriques et de données radars.

Ce lot travaille également sur la modélisation de la distribution spatiale des espèces d'oiseaux migrateurs terrestres dans le golfe du Lion, en utilisant des données issues de radars à la côte (lot 5). Pour la suite du programme, le lot 6 complètera son travail sur les oiseaux migrateurs terrestres en incluant des données de comptage, de radars ornithologiques, et éventuellement de radars météorologiques dans cette modélisation de la distribution spatiale. Il étudiera également les stratégies migratoires de ces espèces (phénologie, hauteurs de vol, directions de vol) à partir des données radars et télémétriques.

L'année 2024 constitue la troisième et dernière année d'acquisition de données du programme. L'ensemble des analyses se poursuivront jusqu'au mois de mars 2025, date prévue de fin du programme et de restitution des rapports finaux.

Bibliographie

Assali, C., Delcourt, V., Delelis, N. 2023. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 1^{er} rapport d'analyse des données acquises (année 1). Lot 4 : Campagnes en mer par bateau. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L21. 91 pages.

Assali, C., Delcourt, V., Delelis, N. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 2e rapport d'analyse des données acquises (années 1 et 2). Lot 4 : Campagnes en mer par bateau. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L23. 149 pages.

Bon, C., De Grissac S., Girard T. 2021. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires. Lot 1 : Etat des connaissances de la faune volante dans le golfe du Lion. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L1. 111 pages.

Canonne, C., Lauret, V., Schroll, L., Roques, S., Besnard, A. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Second rapport d'analyse méthodologique et des données acquises (années 1 et 2). Lot 6 : Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L33. 21 PP.

Canonne, C., Lauret, V., Schroll, L., Roques, S., Besnard, A. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Premier rapport décrivant la méthode de suivi et de modélisation de l'espace par l'avifaune en mer sur une large zone. Lot 6 : Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L34. 40 PP.

Champagnon, J., Duriez, O., Tillo, S., Courbin, N., Dufour, P., Jiguet, F., Scher, O., De Grissac, S. 2023. Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 1^{er} rapport d'analyse des données acquises (année 1). Lot 3 : Télémétrie migrateurs terrestres et oiseaux marins. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L15. 18 Pages.

Delcourt, V., Daïdé, C., Assali, C., Schmidt, B. 2023. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires. 1^{er} rapport d'analyse des données acquises (année 1). Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L27. 34 pages.

Delcourt, V., Daïdé, C., Schmidt, B., Hamon, A., 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 2e rapport d'analyse des données acquises (année 2). Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L29. 66 PP.

Dufour P., Duriez O., Tillo S., De Franceschi C., Rime Y., Nussbaumer R., Briedis M., Hahn S., Champagnon J., Jiguet F. 2023. Flight altitude dynamics of migratory species crossing major ecological barriers. Scientific poster. 14th European Ornithologists' Union (EOU) Congress, Lund, Sweden. 21–25 August 2023.

Lauret, V., Gimenez, O., Besnard, A. 2022. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires. Lot 6 : Analyse combinée des données. Rapport méthodologique. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L32. 40 pages.

Meehan, T. D., Saunders, S. P., DeLuca, W. V., Michel, N. L., Grand, J., Deppe, J. L., ... & Wilsey, C. B. (2022). Integrating data types to estimate spatial patterns of avian migration across the Western Hemisphere. *Ecological applications* 32: e2679.

Nussbaumer, R., Gravey, M., Briedis, M., & Liechti, F. (2023a). Global positioning with animal-borne pressure sensors. *Methods in Ecology and Evolution*, 14, 1104–1117. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14043>

Nussbaumer, R., Gravey, M., Briedis, M., Liechti, F., & Sheldon, D. (2023b). Reconstructing bird trajectories from pressure and wind data using a highly optimized hidden Markov model. *Methods in Ecology and Evolution*, 14, 1118–1129. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14082>

Planque Y., Bon C., Besnard A., Chabrolle A., Champagnon J., De Grissac S., Delcourt V., Delelis N., Duriez O., Gigou A., Jiguet F., Kerbiriou C., Vacher A. 2023. MIGRALION and MIGRATLANE : large-scale multi-source data acquisition and modelling to characterise the use of maritime & coastal areas by birds & bats. Scientific poster. 14th European Ornithologists' Union (EOU) Congress, Lund, Sweden. 21–25 August 2023. <https://www.france-energies-marines.org/wp-content/uploads/2023/10/231015-poster-migraX.pdf>

Tillo, S., Duriez, O., De Grissac, S., Champagnon, J., Dufour, P., Courbin, N., Jiguet, F. 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 2e rapport d'analyse des données acquises (années 1 et 2). Lot 3 : Télémétrie migrateurs terrestres et oiseaux marins. *Rapport pour l'OFB*. Livrable L17. 81 Pages.