

MIGRALION

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

Lot 4 : Campagnes en mer par bateau
Premier rapport d'analyse méthodologique et des données acquises
Année 2022
Livrable 21

23/01/2024

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	Camille ASSALI Vincent DELCOURT Nicolas DELELIS	BIOTOPE - Service EMR 24 rue Paul Doumer - 34140 MEZE http://www.biotope.fr/
Coordination scientifique et technique du programme	Aurélien Besnard Sophie de Grissac (avant 03/2023) Yann Planque (après 05/2023)	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) – EPHE France Énergies Marines (FEM)
Coordination du projet	Alexandra Gigou (avant 11/2023) Claire Hébert	Office Français de la Biodiversité (OFB)
Titre du document	Migralion - Premier rapport d'analyse méthodologique et des données acquises, année 2022 – livrable L21 - lot 4 : Campagnes en mer par bateau.	
Citation	Assali C., Delcourt V., Delelis N. 2023. Migralion - Premier rapport d'analyse méthodologique et des données acquises, Année 2022 – livrable L21 - lot 4 : Campagnes en mer par bateau. Office Français pour la Biodiversité. 93p.	
Statut du document	Version finale	
Date de sauvegarde	23/01/2024	
Date de diffusion	Janvier 2024	
Version du document	2	
Nom du fichier	MIGRALION_Lot4_L21_rapport_analyses2022_Biotope.pdf	
Nombre de pages	93 pages	
Niveau de diffusion	Consortium / Gouvernance / Prestataires	

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

Version	Date	Modifié par	Modifications / Sections
1	15/03/2023	Nicolas DELELIS/ Camille ASSALI/ Vincent DELCOURT	Date de création du document initial
2	23/01/2024	Claire HEBERT, OFB Jehanne RIVET, FEM,	Relecture de l'ensemble du document, modifications mineures Mise à jour du format

APPROBATION

Version	Date	Approuvé par	Titre
Finale	23/01/2024	Yann Planque, FEM	Coordinateur scientifique et technique
Signature : 			
Finale	23/01/2024	Claire Hébert, OFB	Coordinatrice du projet
Signature : 			

Table des matières

Table des matières	3
Liste des cartes, tableaux et figures.....	5
Rappel : objectifs du programme	9
Articulation des lots.....	9
Objectifs du document.....	9
I. Méthodes d'acquisition mises en œuvre dans le cadre du lot 4.	10
I.1 Résumé des méthodes d'acquisition des données en mer mises en œuvre	10
I.2 Campagnes réalisées.....	12
II. Résultats du lot 4 : Campagne en mer par bateau – année 2022.	14
II.1 Résultats des observations visuelles	14
1. Bilan des observations	14
2. Espèces et familles contactées en 2022.....	16
3. Méthodes de traitement et données présentées.....	23
Cartes des observations brutes par saisons	23
Distributions temporelles : Phénologie de présence par saison.....	23
Distribution des hauteurs de vols.....	27
4. Présentation des données récoltées pour les espèces marines	28
Les Procellariidés (puffins et océanites)	28
Les Laridés (mouettes et goélands)	34
Les Sternidés (sternes).....	45
Les Stercoraridés (labbes sp.)	49
Le Phalacrocoracidés (cormorans).....	51
Les Alcidés (pingouin et macareux) et espèces associées (grèbes, plongeurs etc.)...	53
Les autres espèces occasionnelles.....	55
Les mammifères marins	57
5. Présentation des données récoltées pour les migrateurs terrestres	59
Les passériformes.....	59
Les Hirundinidés (hirondelles) et espèces associées (martinets).....	61
Les Falconiformes (faucons, busards etc...)	65
Les Ardéidés et espèces associées.....	67
Les petits échassiers (bécasseaux, chevaliers etc...)	70
Autres espèces migratrices observées (lépidoptères).....	72

II.2 Résultats des enregistrements acoustiques oiseaux	74
1. Bilan des observations	74
2. Espèces contactées	75
II.3 Résultats des enregistrements acoustiques chiroptères	77
1. Bilan des observations	77
2. Espèces contactées.....	78
II.4 Résultats des expertises Radar	81
1. Rappel du protocole d'acquisition des données radars en mer	81
2. Bilan des acquisitions par radars embarqués – année 2022	82
3. Analyse descriptive des données de radars embarqués – année 2022	82
Conditions de mer rencontrées et qualité des données.....	82
Radar vertical.....	84
Radar horizontal.....	88
Travaux en cours et perspectives d'analyses.....	89
III. Bilan et perspectives	90
Annexes.....	91
Annexe 1 : Détail analyse statistique	91
1. Distance Sampling.....	91
2. Strip-transect.....	92
3. Snapshot	92
4. Indice Kilométrique d'Abondance (IKA)	93

Liste des cartes, tableaux et figures

Listes des tableaux

Tableau 1 : Campagnes réalisées au printemps 2022 – migration prénuptiale	12
Tableau 2 : Campagnes réalisées à l'automne 2022 – migration postnuptiale	13
Tableau 3 : Synthèse des espèces contactées lors des campagnes du printemps et d'automne 2022	22
Tableau 4 : Synthèse des espèces contactées lors des campagnes d'automne 2022 – Acoustique oiseaux.....	75
Tableau 5 : Espèces de chiroptères contactées en mer en 2022 et éléments d'écologie	79
Tableau 6 : Statut réglementaire et de conservation des espèces de chiroptères contactées en mer en 2022.....	80
Tableau 7: Extrait d'images acquises au radar vertical au cours de la nuit du 27 au 28 octobre 2022, durant laquelle d'importants mouvements migratoires ont eu lieu (heure UTC).....	85
Tableau 8: Extrait d'images acquises au radar vertical au cours de la nuit du 28 au 29 octobre 2022, durant laquelle d'importants mouvements migratoires ont eu lieu (heure UTC).....	86

Liste des figures

Figure 1 : Transects à réaliser pour chaque campagne en mer - 2 fois par période de migration des oiseaux, soit 4 fois par an.	11
Figure 2 : Observations réalisées au cours des campagnes du printemps 2022 (image ©Biotope) ...	14
Figure 3 : Répartition des observations par famille – Campagne en mer prénuptiale 2022.....	16
Figure 4 : Répartition des observations par famille – Campagne en mer postnuptiale 2022.....	17
Figure 5 : Exemple de cartes des observations brutes dont l'échelle de taille des points est proportionnelle au nombre d'individus pour les groupes de moins de 10 (quantile à 95% des tailles de groupe) puis limité à cette taille maximum au-delà.	23
Figure 6 : Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques	24
Figure 7 : Exemple de phénologie de densité (ind/km ²) pour les oiseaux posés et en vol dans les snapshots.....	25
Figure 8 : Exemple de figures de phénologie de présence par IKA par saison pour les sternes.....	26
Figure 9 : Exemple d'histogramme des altitudes de vol pour les hirondelles et martinets.....	27
Figure 10 : Répartition des observations des Procellariidés – Campagne en mer prénuptiale et postnuptiale 2022.....	28
Figure 11 : Observations de Puffin de Scopoli – Expertises nautiques 2022	28
Figure 12 : Phénologie de présence du Puffin de Scopoli – Expertises nautiques 2022	29
Figure 13 : Altitudes de vol du Puffin de Scopoli – Expertises nautiques 2022.....	29
Figure 14 : Observations de Puffin yelkouan et Puffin des Baléares – Expertises nautiques 2022	30
Figure 15 : Phénologie de présence du Puffin yelkouan et du Puffin des Baléares – Expertises nautiques 2022	30
Figure 16 : Altitudes de vol du Puffin yelkouan et du Puffin des Baléares – Expertises nautiques 2022	31

Figure 17 : Observations de l'Océanite tempête – Expertises nautiques 2022	32
Figure 18 : Phénologie de présence de l'Océanite tempête – Expertises nautiques 2022.....	32
Figure 19 : Altitudes de vol de l'Océanite tempête – Expertises nautiques 2022.....	33
Figure 20 : Répartition des observations pour les Laridés – Campagnes en mer prénuptiale et postnuptiale 2022	34
Figure 21 : Observations de Goéland leucophée – Expertises nautiques 2022.....	34
Figure 22 : Phénologie de présence du Goéland leucophée – Expertises nautiques 2022.....	35
Figure 23 : Altitudes de vol du Goéland leucophée – Expertises nautiques 2022.....	36
Figure 24 : Observations de Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques 2022.....	37
Figure 25 : Phénologie de présence de la Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques 2022.....	38
Figure 26 : Altitudes de vol de la Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques 2022.....	39
Figure 27 : Observations de Mouette pygmée – Expertises nautiques 2022	40
Figure 28 : Phénologie de présence de la Mouette pygmée – Expertises nautiques 2022.....	40
Figure 29 : Altitudes de vol de la Mouette pygmée – Expertises nautiques 2022	41
Figure 30 : Observations de Mouette rieuse – Expertises nautiques 2022.....	41
Figure 31 : Phénologie de présence de la Mouette rieuse – Expertises nautiques 2022.....	42
Figure 32 : Altitudes de vol de la Mouette rieuse – Expertises nautiques 2022.....	42
Figure 33 : Observations d'autres Laridés – Expertises nautiques 2022	43
Figure 34 : Phénologie de présence de la Mouette tridactyle Laridés – Expertises nautiques 2022	43
Figure 35 : Altitudes de vol des autres Laridés – Expertises nautiques 2022.....	44
Figure 36 : Répartition des observations pour les Sternidés – Campagnes en mer prénuptiale et postnuptiale 2022	45
Figure 37 : Observations de Sterne caugek – Expertises nautiques 2022	45
Figure 38 : Phénologie de présence de la Sterne caugek – Expertises nautiques 2022.....	46
Figure 39 : Altitudes de vol de la Sterne caugek – Expertises nautiques 2022.....	46
Figure 40 : Observations des autres Sternidés – Expertises nautiques 2022	47
Figure 41 : Phénologie de présence des autres Sternidés – Expertises nautiques 2022	47
Figure 42 : Altitudes de vol des autres Sternidés – Expertises nautiques 2022	48
Figure 43 : Observations de Stercoraridés – Expertises nautiques 2022	49
Figure 44 : Phénologie de présence des Stercoraridés – Expertises nautiques 2022.....	50
Figure 45 : Altitudes de vol des Stercoraridés – Expertises nautiques 2022.....	50
Figure 46 : Observations de Grand cormoran – Expertises nautiques 2022.....	51
Figure 47 : Phénologie de présence du Grand cormoran – Expertises nautiques 2022.....	52
Figure 48 : Altitudes de vol du Grand cormoran – Expertises nautiques 2022.....	52
Figure 49 : Observations d'Alcidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022	53
Figure 50 : Phénologie de présence des Alcidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022	54
Figure 51 : Altitudes de vol des Alcidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022	54

Figure 52 : Observations d'autres espèces occasionnelles – Expertises nautiques 2022.....	55
Figure 53 : Phénologie de présence des autres espèces occasionnelles – Expertises nautiques 2022	56
Figure 54 : Altitudes de vol des autres espèces occasionnelles – Expertises nautiques 2022	56
Figure 55 : Observations de mammifères marins – Expertises nautiques 2022.....	57
Figure 56 : Phénologie de présence des mammifères marins – Expertises nautiques 2022	57
Figure 57 : Altitudes de vol des mammifères marins – Expertises nautiques 2022.....	58
Figure 58 : Observations de passériformes – Expertises nautiques 2022.....	59
Figure 59 : Phénologie de présence des passereaux – Expertises nautiques 2022	60
Figure 60 : Altitudes de vol des passereaux – Expertises nautiques 2022.....	60
Figure 61 : Observations de l'Hirondelle rustique – Expertises nautiques 2022.....	61
Figure 62 : Phénologie de présence de l'Hirondelle rustique – Expertises nautiques 2022.....	62
Figure 63 : Altitudes de vol de l'Hirondelle rustique – Expertises nautiques 2022	62
Figure 64 : Observations d'autres hirondelles et de martinets – Expertises nautiques 2022.....	63
Figure 65 : Phénologie de présence des autres hirondelles et martinets – Expertises nautiques 2022	64
Figure 66 : Altitudes de vol des autres hirondelles et martinets – Expertises nautiques 2022.....	64
Figure 67 : Observations des Falconiformes – Expertises nautiques 2022.....	65
Figure 68 : Phénologie de présence des Falconiformes – Expertises nautiques 2022.....	65
Figure 69 : Altitudes de vol des Falconiformes – Expertises nautiques 2022	66
Figure 70 : Observations d'Ardéidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022	67
Figure 71 : Phénologie de présence des Ardéidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022	68
Figure 72 : Altitudes de vol des Ardéidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022....	69
Figure 73 : Observations de petits échassiers – Expertises nautiques 2022	70
Figure 74 : Phénologie de présence des petits échassiers – Expertises nautiques 20227	71
Figure 75 : Altitudes de vol des petits échassiers – Expertises nautiques 2022.....	71
Figure 76 : Observations de Vulcain et Moro-Sphinx – Expertises nautiques 2022.....	72
Figure 77 : Phénologie de présence de Vulcain et Moro-Sphinx – Expertises nautiques 2022	73
Figure 78 : Altitudes de vol de Vulcain et Moro-Sphinx – Expertises nautiques 2022	73
Figure 79 : Observations par enregistrement acoustiques réalisées au cours des campagnes 2022 pour les chiroptères. (image ©Biotope). * Chaque point correspond à une observation.....	74
Figure 80 : Observations par enregistrement acoustiques réalisées au cours des campagnes 2022 pour les chiroptères. (image ©Biotope).* Chaque point correspond à une observation.....	77
Figure 81 : Installation du radar vertical sur la grue du bateau (flèche rouge). Image et photo ©Biotope.....	81
Figure 82 : Exemples de données radar obtenues en mode vertical.....	81
Figure 83 : Exemples de données radar obtenues en mode horizontal.....	82
Figure 84 : Exemples d'images représentatives des différentes conditions de mer rencontrées et de	

<i>leurs conséquences sur l'exploitabilité des données.....</i>	<i>84</i>
<i>Figure 85: Projection des échos d'oiseaux enregistrés pendant deux séquences de 10 min, respectivement le 26 avril 2022 (a et b) et le 4 mai 2022 (c et d).....</i>	<i>87</i>
<i>Figure 86: Projection des échos d'oiseaux enregistrés pendant une séquence de 5 min, la nuit du 28 au 29 octobre 2022.....</i>	<i>88</i>
<i>Figure 87: Exemple de visualisation de trajectoires reconstruites par l'algorithme qui est en cours d'adaptation pour les données radar verticales.....</i>	<i>89</i>
<i>Figure 88. Exemple d'histogramme du nombre de détection par classe de distance et fonction de détection de type « taux de défaillance » pour la Mouette pygmée. La ligne en pointillée verticale souligne la portée efficace de détection (esw) associée à la courbe.</i>	<i>92</i>

Rappel : objectifs du programme

Dans le contexte actuel d'intensification des usages de l'espace maritime, 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.

Pour répondre à ces besoins, l'Office français de la biodiversité 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 3 dimensions de l'espace marin par les oiseaux marins. Une vaste diversité de moyens humains et technologiques pertinents 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.

Articulation des lots

Le programme MigraLion s'articule autour de 6 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 par bateau (observations visuelles, radars, dispositifs acoustiques).
- 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.

L'ensemble est porté par un groupement de 12 entités aux domaines d'expertise diversifiés et complémentaires impliquées dans chaque lot du programme. À noter, également, la participation en 2021 et 2022 du Conservatoire des Espaces Naturels Occitanie (CEN) pour la capture d'oiseaux marins (lot 3).

Objectifs du document

Ce document constitue le rapport d'analyse méthodologique et des données 2022 du lot 4 : Campagnes en mer par bateau. Il a pour objectif de présenter les résultats du suivi de l'avifaune par différentes méthodes d'acquisition de données (expertises visuelles par bateau, expertises radars embarqués et expertises acoustiques oiseaux et chiroptères) durant les deux saisons de migrations prénuptiale et postnuptiale 2022.

Les résultats issus de cette première année d'acquisition des données seront consolidés par les campagnes des années 2023 et 2024.

I. Méthodes d'acquisition mises en œuvre dans le cadre du lot 4

I.1 Résumé des méthodes d'acquisition des données en mer mises en œuvre

Les campagnes en mer prennent la forme de 4 campagnes de 4 jours/ 4 nuits par an, mises en œuvre entre les mois de mars et de mai (2022 : campagnes réalisées) et de septembre et novembre (2022 : campagnes réalisées). Ce lot consiste à acquérir des données sur l'avifaune marine, l'avifaune terrestre migratrice, et les chiroptères, à partir de différents modes d'acquisition résumés ci-dessous :



Observateurs



Radars en mode vertical et horizontal



Acoustique oiseaux et chauves-souris

Des observateurs observent en continu les oiseaux marins et les migrateurs, du lever du jour au coucher du soleil, et notent systématiquement toutes les observations réalisées.

Un enregistreur acoustique dédié aux oiseaux et un enregistreur dédié aux chauves-souris ont été embarqués pour détecter les éventuels cris émis.

Deux radars de navigation, 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. Un radar dédié au suivi en mode vertical (1500 m de rayon) a été installé sur le pont arrière du bateau et orienté au moyen d'une grue lui servant de support. L'acquisition de données radar en mode vertical en mer est inédite à ces échelles spatiales et temporelles, et représente une source d'informations considérable au regard des déplacements de l'avifaune marine et migratrice (notamment les altitudes de vol) et des flux associés. En parallèle, un radar dédié au suivi en mode horizontal (6 km de rayon) a permis l'acquisition de données en continu renseignant la distribution et les déplacements des oiseaux en mer (notamment les directions de vol). Cette source d'information, plus particulièrement de nuit, est elle-même inédite dans le golfe du Lion, et complémentaire aux observations menées le jour.

Près de 1000 kilomètres de transects (cf. carte ci-dessous, Figure 1) sont ainsi réalisés lors de chacune des 4 campagnes annuelles (2 campagnes pendant la migration pré-nuptiale et 2 campagnes pendant la migration post-nuptiale), couvrant ainsi le golfe du Lion et permettant la collecte de données complémentaires, jour et nuit, aux périodes clés de la migration de l'avifaune. Les transects parcourus couvrent l'ensemble du plateau continental du golfe du Lion, ainsi que les têtes de

canyons. Leur mise en œuvre est optimisée de façon à couvrir au mieux la zone d'étude à la fois de jour et de nuit au cours de la période de migration visée.

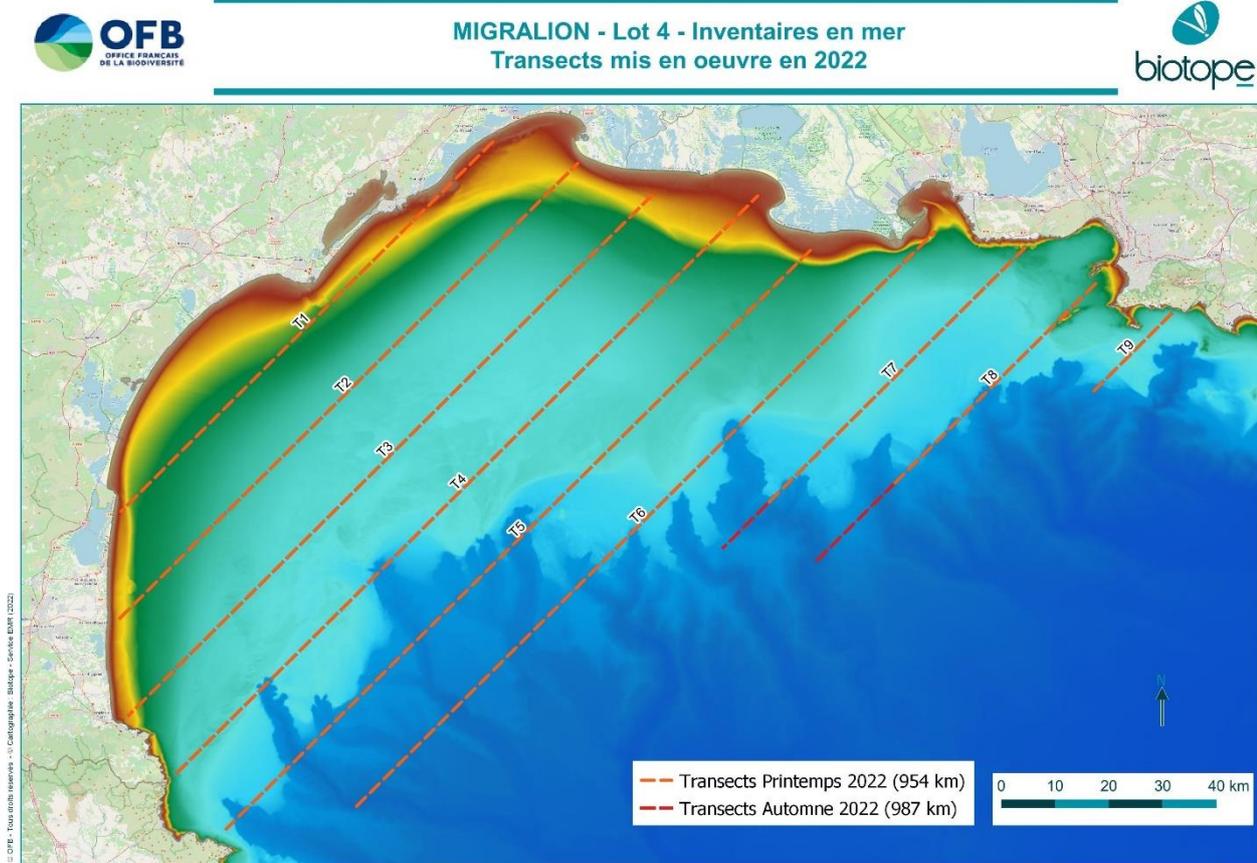


Figure 1 : Transects à réaliser pour chaque campagne en mer - 2 fois par période de migration des oiseaux, soit 4 fois par an.

I.2 Campagnes réalisées

Au printemps 2022, les conditions météorologiques n'ont pas permis de trouver des créneaux favorables sur deux périodes de 4 jours consécutifs. Les équipes se sont adaptées et ont réalisé 3 campagnes de 2.5, 3 et 2.5 jours/nuits respectivement au mois de mars, avril et mai, pour pouvoir assurer la collecte des données.

Campagne	Date/heure départ	Date/Heure retour	Observateurs
01_2022	28/03/2022 - 08:00	29/03/2022 - 00:00	Camille ASSALI Julie CABRI Vincent DELCOURT Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC Dominique CLEMENT (Aude Nature)
01-02_2022	25/04/2022 - 20:00	28/04/2022 - 18:00	Camille ASSALI Alexandre HAMON Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC Mathieu BOURGEOIS (LPO Occitanie) Thomas MARCHAL (LPO Occitanie)
02_2022	02/05/2022 - 23:00	04/05/2022 - 10:00	Camille ASSALI Alexandre HAMON Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC Samuel HILAIRE (Tour du Valat) Mathieu BOURGEOIS (LPO Occitanie)

Tableau 1 : Campagnes réalisées au printemps 2022 – migration prénuptiale

A l'automne 2022, les conditions météorologiques ont également été défavorables sur des périodes de 4 jours consécutifs, et les équipes ont réalisé 3 campagnes de 1.5, 3 et 1.5 jours/nuits respectivement au mois de septembre et d'octobre.

Campagne	Date/heure départ	Date/Heure retour	Observateurs
03_2022	21/9/22 13:00	23/9/22 5:00	Camille ASSALI Vincent DELCOURT Alexandre HAMON Vincent LIEBAULT Fintan MILLET LETARNEC
03-04_2022	3/10/22 21:00	6/10/22 21:00	Camille ASSALI Vincent DELCOURT Nicolas DELELIS Alexandre HAMON Mathieu BOURGEOIS (LPO)

			Occitanie) Dominique CLEMENT (Aude Nature)
04_2022	27/10/22 18:00	29/10/22 7:30	Camille ASSALI Julie CABRI Alexandre HAMON Vincent LIEBAULT

Tableau 2 : Campagnes réalisées à l'automne 2022 – migration postnuptiale

Les contraintes météo-océaniques observées au printemps 2022 ont nécessité une forte capacité d'adaptation et de réactivité pour les équipes d'observateurs et l'équipage du navire mobilisés dans le cadre des campagnes.



II. Résultats du lot 4 : Campagne en mer par bateau – année 2022

II.1 Résultats des observations visuelles

1. Bilan des observations

Au printemps 2022, sur 954 km de transects réalisés par campagne, **2 687 observations visuelles** ont été comptabilisées, ce qui représente **85 espèces contactées** (oiseaux et mammifères marins) et **10 406 individus** (figure ci-dessous). Le nombre d'espèces contactées est particulièrement remarquable et montre une fréquentation du golfe du Lion pour de nombreuses espèces migratrices au printemps.

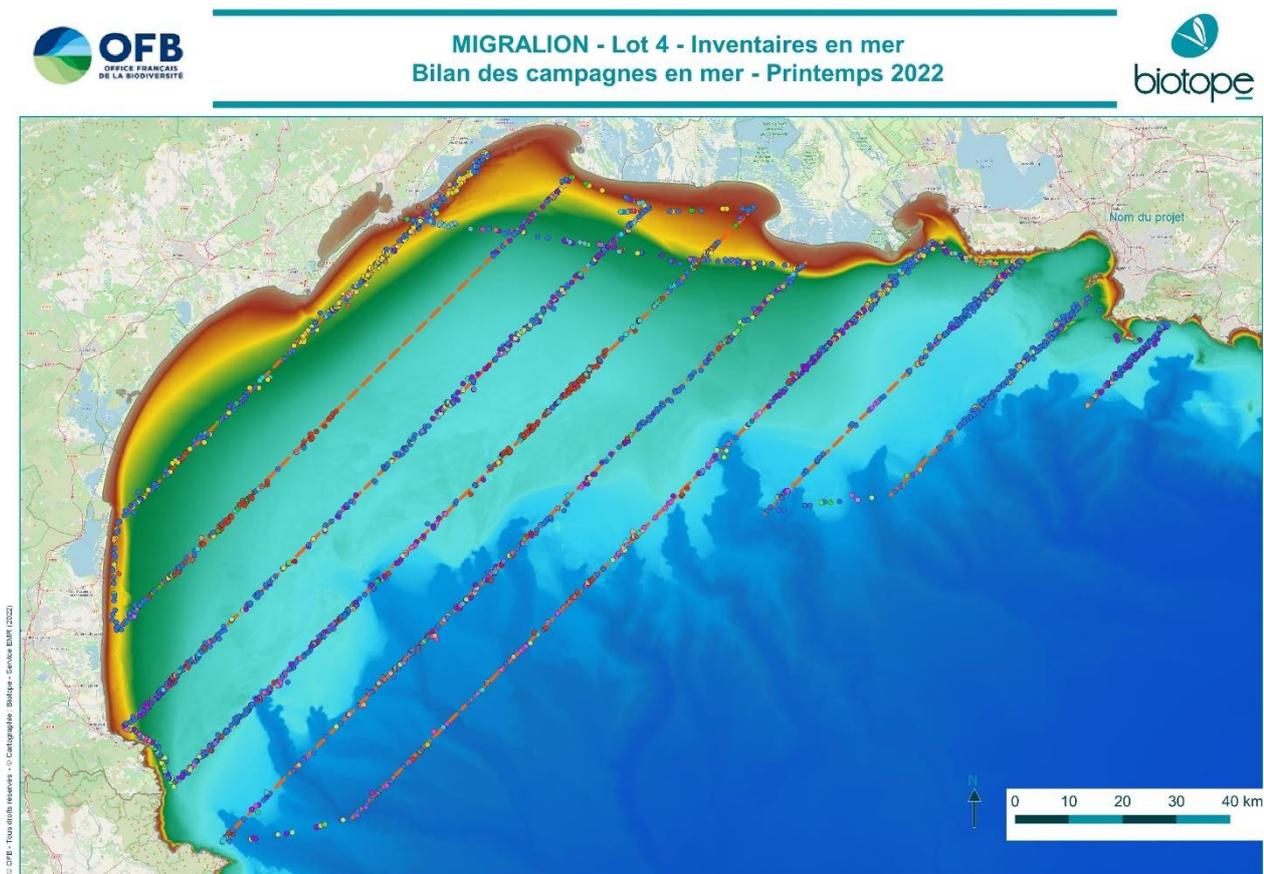


Figure 2 : Observations réalisées au cours des campagnes du printemps 2022 (image ©Biotope)

* Chaque point correspond à une observation. Les longs 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).

A l'automne 2022, sur 987 km de transects réalisés par campagne, **1496 observations visuelles** ont été comptabilisées, ce qui représente **52 espèces contactées** (oiseaux et mammifères marins) et **10 662 individus** (figure ci-dessous). Le nombre d'espèces contactées est plus faible qu'au printemps 2022, mais reste important.

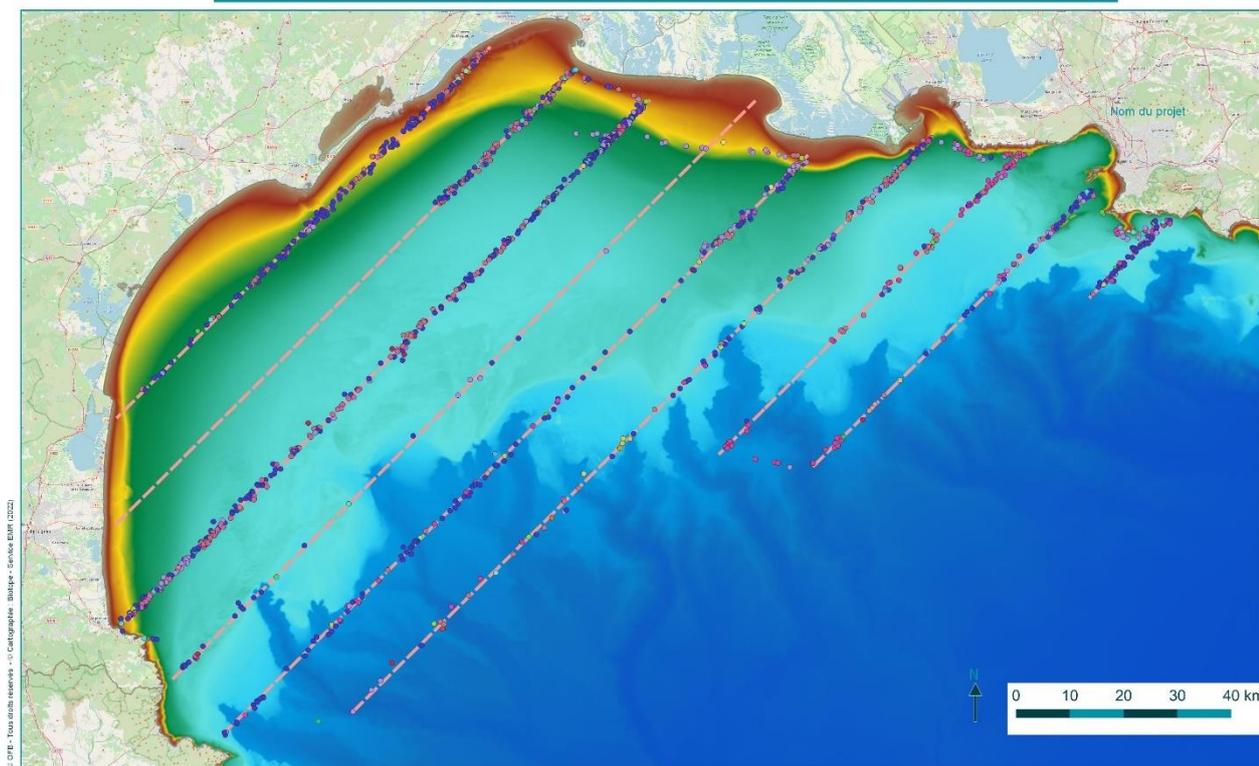


Figure 4 : Observations réalisées au cours des campagnes de l'automne 2022 (image ©Biotope).

* Chaque point correspond à une observation. Les longs 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).

A la demande de la DGEC et de l'OFB, l'ensemble des données d'observations visuelles récoltées en 2022 (campagnes du printemps et d'automne 2022) ont été transmises aux organismes en charge de l'analyse des données et de l'actualisation des cartes de risques d'effet pour l'avifaune.

2. Espèces et familles contactées en 2022

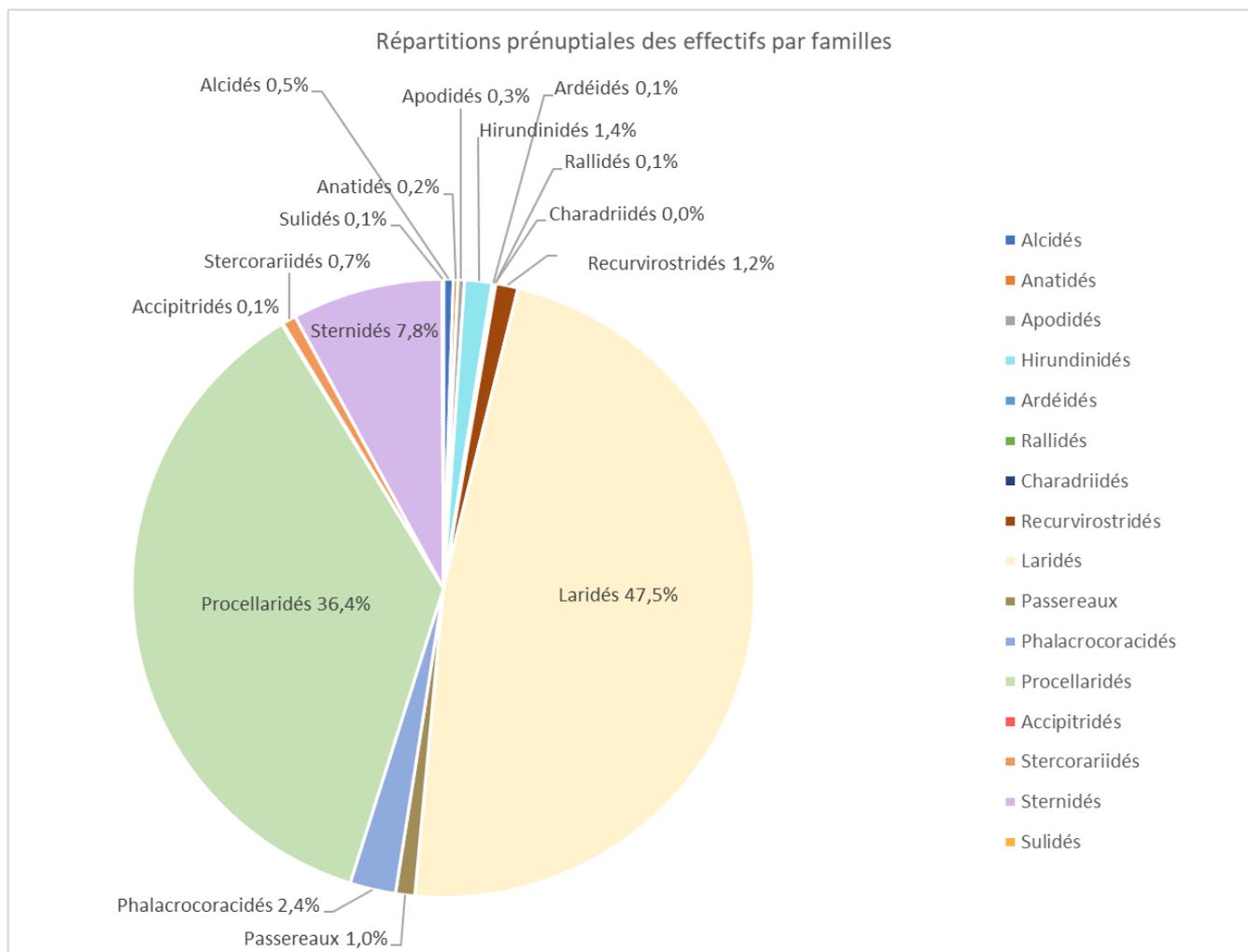


Figure 3 : Répartition des observations par famille – Campagne en mer pré-nuptiale 2022

Lors du printemps 2022, 16 familles ou groupes ont été observés lors des campagnes en mer. Les Laridés représentent 47,5% pour 8 espèces. Le Goéland leucophée comprend une large proportion des individus notés, suivi de la Mouette pygmée, de la Mouette mélanocéphale, et dans de moindres proportions, de la Mouette rieuse, M. tridactyle et des guifettes (G. moustac et G. noire). Les Procellariidés représentent 36,4% des individus observés avec principalement le Puffin de Scopoli et le Puffin yelkouan / P. des Baléares. Ces deux familles couvrent ainsi près de 83,9% de l'effectif total observé. Les Sternidés arrivent ensuite avec 7,8% des individus notés, avec la Sterne caugek qui rassemble une forte proportion des observations.

Les autres familles observées regroupent des effectifs relativement faibles, avec à titre d'exemple 2,4% pour le Grand Cormoran, 1% pour les passereaux avec 20 espèces observées ou encore 1,4% pour les hirondelles et martinets.

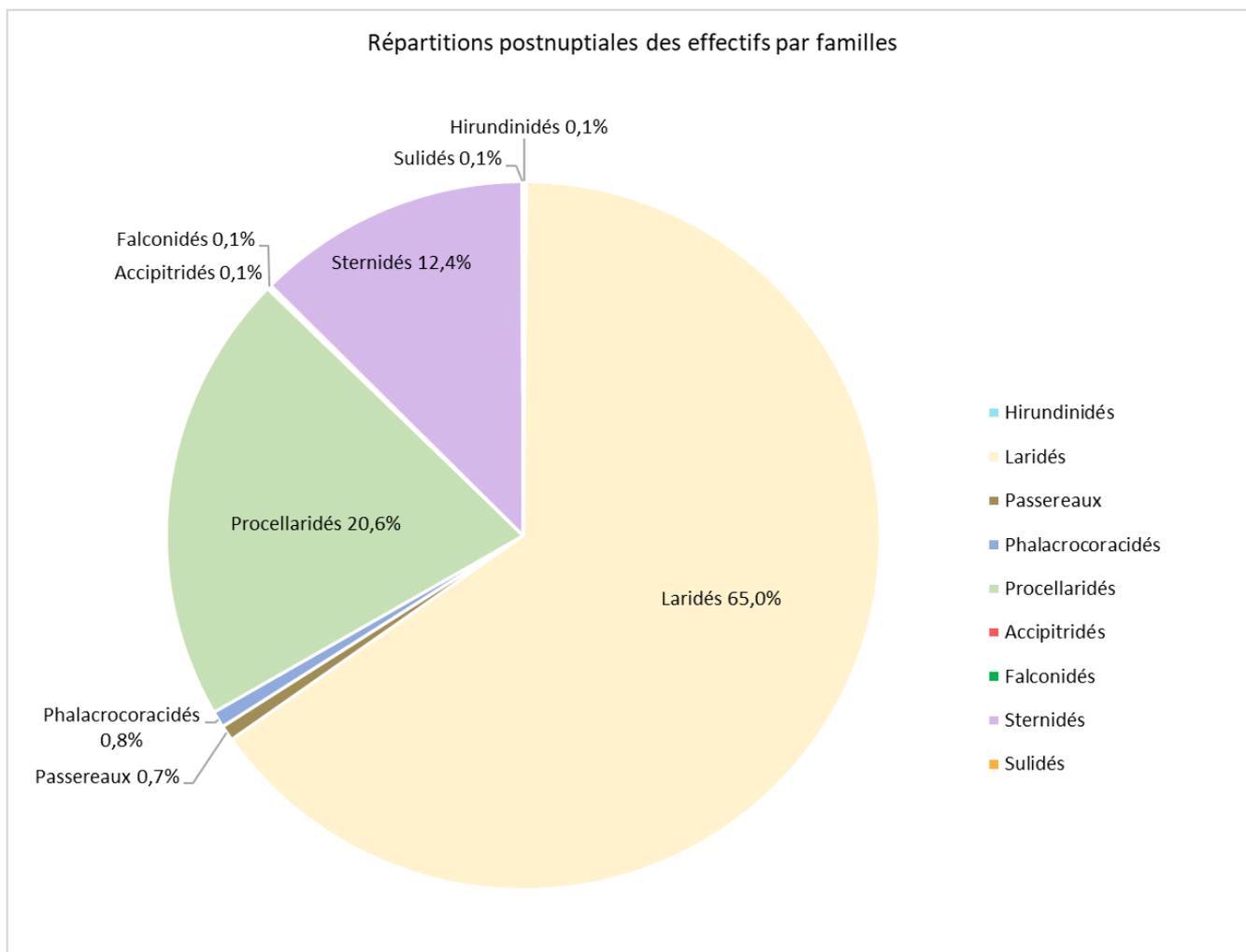


Figure 4 : Répartition des observations par famille – Campagne en mer postnuptiale 2022

Lors de l'automne 2022, le nombre de familles observé est moindre qu'au printemps, avec 9 familles ou groupes observés lors des campagnes en mer. Les Laridés représentent 65% pour 5 espèces. Le Goéland leucophée est prédominant suivi de la Mouette mélanocéphale et de la Mouette pygmée, et dans de moindres proportions, de la Mouette rieuse. Les Procéllariidés représentent 20.6% des individus observés avec principalement le Puffin de Scopoli et le Puffin yelkouan. Ces deux familles couvrent ainsi près de 85.9% de l'effectif total observé. Les Sternidés arrivent ensuite avec 12.4% des individus notés avec la Sterne caugek qui rassemble, comme au printemps, une forte proportion des observations.

Les autres familles observées regroupent des effectifs relativement faibles, avec à titre d'exemple 0.8% pour le Grand Cormoran, 0.7% pour les passereaux avec 12 espèces observées ou encore 0.1% pour les hirondelles et martinets, les rapaces (Falconidés /Accipitridés).

Pour les campagnes en mer du printemps et de l'automne, les Laridés et Procéllariidés représentent une large proportion des observations réalisées. Bien que plus anecdotiques dans les effectifs relevés, les autres espèces contactées au large telles que les passereaux, les rapaces ou les hirondelles apportent de nouvelles informations sur l'utilisation du domaine maritime par les migrants terrestres.

Le détail des observations par familles/groupes d'espèces est présenté dans les chapitres suivants.

Famille/Espèces	Printemps 2022								Automne 2022						Total général
	28/03/2022	29/03/2022	25/04/2022	26/04/2022	27/04/2022	28/04/2022	03/05/2022	04/05/2022	21/09/2022	22/09/2022	04/10/2022	05/10/2022	06/10/2022	28/10/2022	
Alcidés	2	3	0	21	0	17	9	0	0	0	0	0	0	0	52
Pingouin torda	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Macareux moine	-	-	-	21	-	17	9	-	-	-	-	-	-	-	47
Anatidés	2	0	15	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24
Tadorne de Belon	2	-	15	6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	24
Apodidés	0	0	0	6	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	35
Martinet noir	-	-	-	6	-	-	29	-	-	-	-	-	-	-	35
Hirundinidés	5	8	0	40	9	12	63	8	3	0	1	8	3	0	160
Hirondelle sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	4
Hirondelle rustique	5	5	-	34	9	12	63	8	3	-	-	7	2	-	148
Hirondelle de rochers	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5
Hirondelle de fenêtre	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Phoenicopteridés	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Flamant rose	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Threskiornithidés	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Spatule blanche	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ibis falcinelle	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ardéidés	4	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	4	0	0	16
Aigrette garzette	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	4
Aigrette sp.	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Héron cendré	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	7
Héron pourpré	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Butor étoilé	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Rallidés	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Foulque macroule	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Limicoles	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Limicole sp.	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Charadriidés	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Gravelot à collier interrompu	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Recurvirostridés	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119
Avocette élégante	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
Echasse blanche	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90

Haematopodidés	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Huitrier pie	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Familie/Espèces	Printemps 2022								Automne 2022						Total général
	28/03/2022	29/03/2022	25/04/2022	26/04/2022	27/04/2022	28/04/2022	03/05/2022	04/05/2022	21/09/2022	22/09/2022	04/10/2022	05/10/2022	06/10/2022	28/10/2022	
Scolopacidés	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
Chevalier gambette	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Chevalier sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Bécasseau variable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Laridés	906	1074	0	747	1031	398	586	122	922	614	140	4310	222	618	11690
Laridé sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	11
Goéland leucopée	419	201	-	251	840	292	447	119	830	334	92	4280	209	419	8733
Goéland brun	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Mouette mélanocéphale	17	58	-	9	7	8	21	3	91	26	29	8	11	191	479
Mouette pygmée	400	805	-	472	184	89	104	-	-	251	-	-	-	-	2305
Mouette rieuse	58	5	-	10	-	-	12	-	-	2	-	22	2	8	119
Mouette tridactyle	12	4	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	18
Mouette sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Guifette moustac	-	-	-	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Guifette noire	-	-	-	4	-	3	-	-	-	-	8	-	-	-	15
Passériformes	54	8	0	21	4	9	4	2	0	1	3	13	9	48	176
Passereau sp.	1	1	-	1	1	3	3	1	-	-	-	2	1	5	19
Fringille sp.	43	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53
Alouette sp.	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Rougegorge familier	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	4
Alouette des champs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
Gobemouche noir	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Huppe fasciée	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Bergeronnette sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Bergeronnette grise	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	25	35
Bergeronnette des ruisseaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	-	7
Bergeronnette printanière	-	-	-	2	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	5

Tarin des aulnes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Chardonneret élégant	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Serin cini	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Linotte mélodieuse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5
Etourneau sansonnet	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5
Famille/Espèces	Printemps 2022								Automne 2022						Total général
	28/03/2022	29/03/2022	25/04/2022	26/04/2022	27/04/2022	28/04/2022	03/05/2022	04/05/2022	21/09/2022	22/09/2022	04/10/2022	05/10/2022	06/10/2022	28/10/2022	
Pipit rousseline	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Traquet motteux	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
Rougequeue à front blanc	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Rougequeue noir	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4
Pinson des arbres	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pouillot de Bonelli	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Pouillot sp.	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	4
Fauvette à tête noire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Tourterelle turque	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pigeon biset domestique	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Caprimulgidés	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Engoulevent d'Europe	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Phalacrocoracidés	223	10	0	0	0	0	6	4	4	37	29	4	3	2	322
Grand cormoran	223	9	-	-	-	-	6	4	4	37	29	4	3	2	321
Cormoran sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Podicipédidés	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
Grèbe huppé	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5
Procellariidés	3	27	0	704	1191	729	1022	48	7	18	545	533	420	637	5884
Océanite tempête	-	-	-	22	-	17	5	-	-	-	-	-	-	-	44
Puffin de Scopoli	-	-	-	6	326	3	1	-	-	1	295	130	13	12	787
Puffin des Baléares	-	2	-	4	2	15	26	-	-	-	3	1	6	-	59
Puffin fuligineux	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Puffin yelkouan	-	18	-	656	861	553	735	48	7	17	244	402	397	616	4554
Puffin yelkouan/Baléares	3	6	-	16	1	141	255	-	-	-	3	-	4	9	438

Gaviidés	3	0	0	0	0	0	0	3							
Plongeon arctique	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Accipitridés	0	4	0	0	0	3	0	0	2	4	1	3	0	0	17
Busard des roseaux	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	5
Busard cendré	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Milan noir	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Epervier d'Europe	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	3	-	-	7
Pandionidés	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Balbusard pêcheur	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Famille/Espèces	Printemps 2022								Automne 2022						Total général
	28/03/2022	29/03/2022	25/04/2022	26/04/2022	27/04/2022	28/04/2022	03/05/2022	04/05/2022	21/09/2022	22/09/2022	04/10/2022	05/10/2022	06/10/2022	28/10/2022	
Falconidés	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4	2	4	1	15
Faucon crécerelle	1	-	-	1		1	-	-	-	-	3	-	4	-	10
Faucon pèlerin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Faucon sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	3
Stercorariidés	7	0	0	25	1	17	18	5	0	1	1	0	0	0	75
Labbe parasite	6	-	-	7	-	4	7	5	-	1	1	-	-	-	31
Grand Labbe	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Labbe pomarin	-	-	-	17	1	13	11	-	-	-	-	-	-	-	42
Sternidés	144	66	0	89	51	106	87	258	132	508	208	76	304	78	2107
Sterne caugek	143	38	-	59	47	34	62	250	132	478	206	76	304	78	1907
Sterne naine	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5
Sterne pierregarin	1	28	-	30	4	72	20	8	-	5	-	-	-	-	168
Sterne caspienne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Sterne sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	25
Sulidés	1	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	3	3	13
Fou de Bassan	1	1	-	1	3	-	1	-	-	-	-	-	3	3	13
Total général	1489	1201	16	1666	2291	1294	1833	450	1070	1183	935	4954	968	1387	20737

Tableau 3 : Synthèse des espèces contactées lors des campagnes du printemps et d'automne 2022

3. Méthodes de traitement et données présentées

Les analyses des données se décomposent en trois grandes sections :

- Répartition spatiale des oiseaux : cartes de distribution des données brutes par saison et grilles de densité;
- Distribution temporelle des oiseaux : phénologie de présence par saison (Effectifs par kilomètres de transects – IKA, densité en ind./km²) ;
- Analyse comportementale (altitudes de vol observées).

Cartes des observations brutes par saisons

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

La taille des points est fonction du nombre d'oiseaux observés. Ces cartes ne sont pas corrigées par des valeurs d'efforts.

Pour chaque espèce, une carte par saison (prénuptiale ou postnuptiale) est produite. Naturellement, ces dates ne permettent pas d'englober toutes les espèces. Par exemple, certaines espèces migrent jusqu'à début décembre, d'autres sont en phase d'hivernage jusqu'à fin mars.

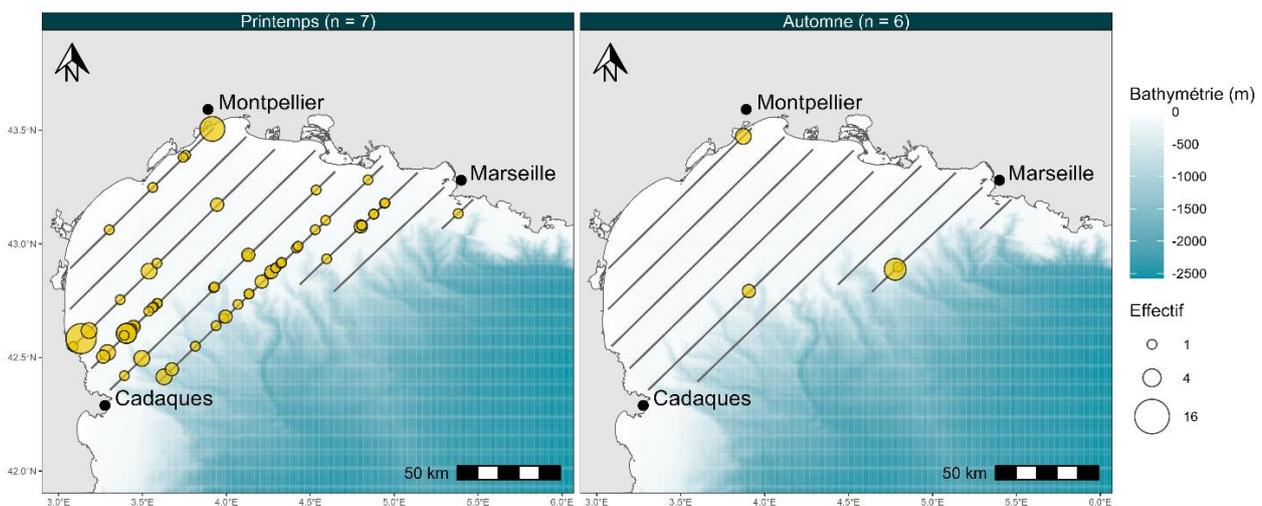


Figure 5 : Exemple de cartes des observations brutes dont l'échelle de taille des points est proportionnelle au nombre d'individus pour les groupes de moins de 10 (quantile à 95% des tailles de groupe) puis limité à cette taille maximum au-delà.

Distributions temporelles : Phénologie de présence par saison

La méthode pour estimer la densité par mois diffère en fonction du nombre de données et du type de données présentes. En toute rigueur statistique, la distribution temporelle doit être mesurée en estimant la densité d'individus dans la zone d'étude par mois ou saison. La densité correspond aux

nombre d'individus observés sur une surface donnée et cette surface est dépendante de l'effort de prospection (nombre de kilomètres parcourus et nombre d'observateurs). Ainsi, en multipliant la densité par la surface de la zone d'étude, il est alors possible d'obtenir une estimation de l'abondance des espèces dans la zone d'étude.

En fonction de la méthodologie de suivi utilisée et du comportement des oiseaux (posés ou en vol), la méthodologie d'analyse statistique pour estimer les densités varie. La Figure 6 permet de visualiser les différentes méthodes statistiques utilisées en fonction du type de suivi et des données collectées. Le détail des méthodes statistiques se trouve en Annexe 1 : distance sampling (1.1), strip transect (1.2), snapshot (1.3)).

Pour pouvoir utiliser ces méthodes d'estimation de densité, une espèce doit avoir au minimum une détection à moins de 300m de la ligne de transect ou un oiseau en vol détecté lors d'un snapshot. Si une espèce n'a pas d'individus qui rentrent dans ces critères alors seul un IKA (indice d'abondance kilométrique) (Annexe IKA) pourra être mesuré pour cette espèce.

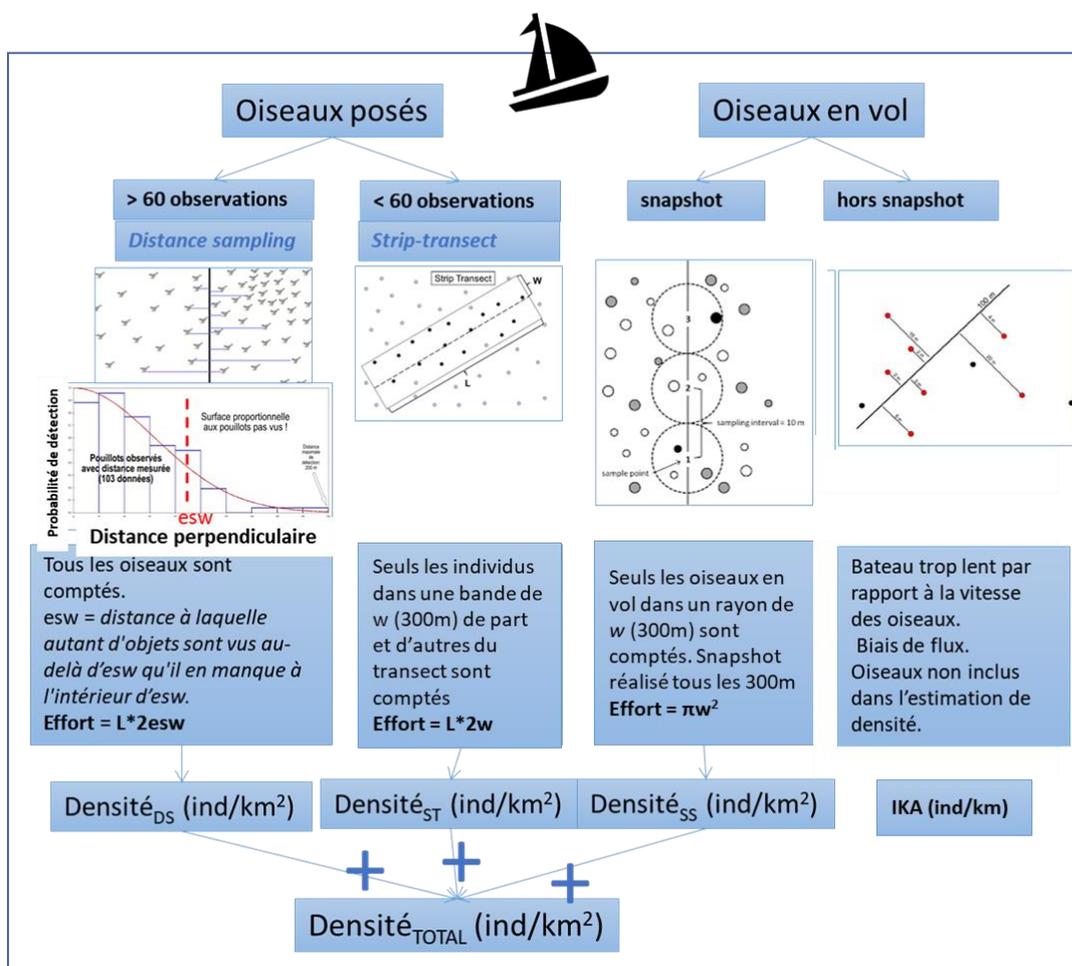


Figure 6 : Description schématique du processus d'estimation de densités à partir des données issues de suivis nautiques

Pour les espèces qui ont suffisamment de données pour pouvoir estimer leur densité sur la zone d'étude, les phénologies sont présentées sous la forme d'un histogramme (Figure 7) qui cumule les densités estimées des oiseaux posés et des oiseaux en vols lors des snapshots. Les oiseaux en vols

hors snapshots ne sont pas inclus dans le calcul des densités (voir annexe pour les explications).

Dans nos données la méthode de distance sampling pour les oiseaux posés a été utilisé pour 4 espèces : Goéland leucophée, Puffin yelkouan et des Baléares, Mouette pygmée. Pour les autres espèces c'est la méthode du strip transect qui est utilisée pour estimer les densités des oiseaux posés.

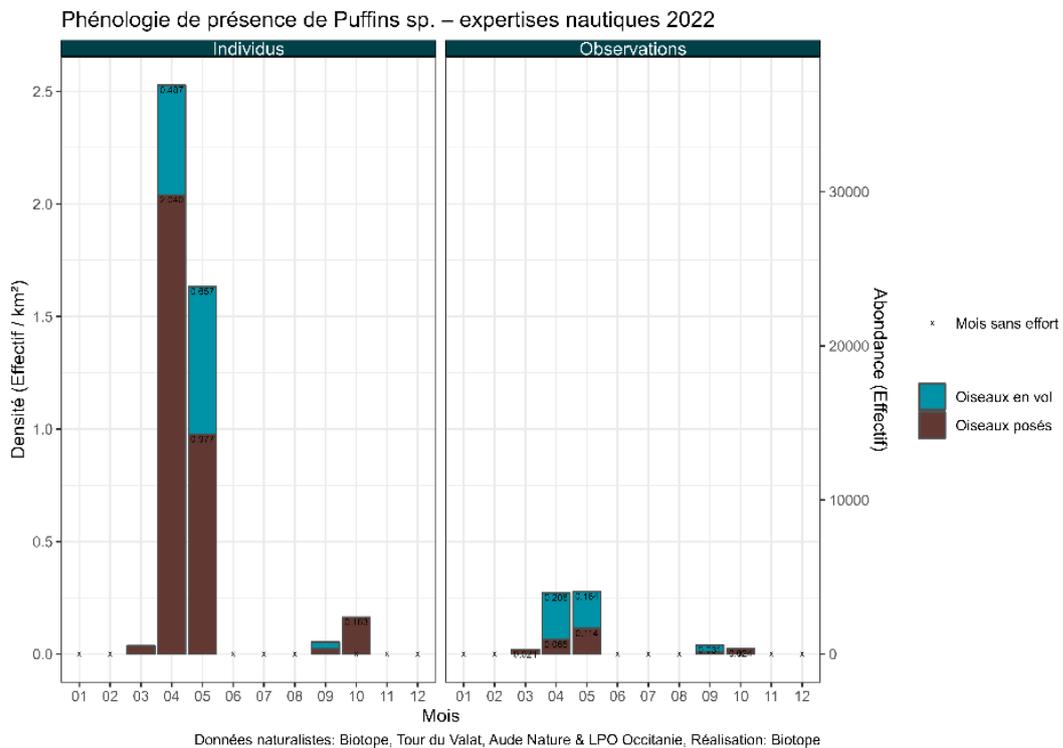


Figure 7 : Exemple de phénologie de densité (ind/km²) pour les oiseaux posés et en vol dans les snapshots

Pour les espèces qui ne satisfont pas les critères d'estimation de densités, c'est une phénologie d'IKA (Figure 8) qui est utilisée, dans laquelle il n'y a pas de distinction faite entre la proportion d'oiseau en vol ou posés ; tous les individus observés sur les transects sont intégrés aux calculs.

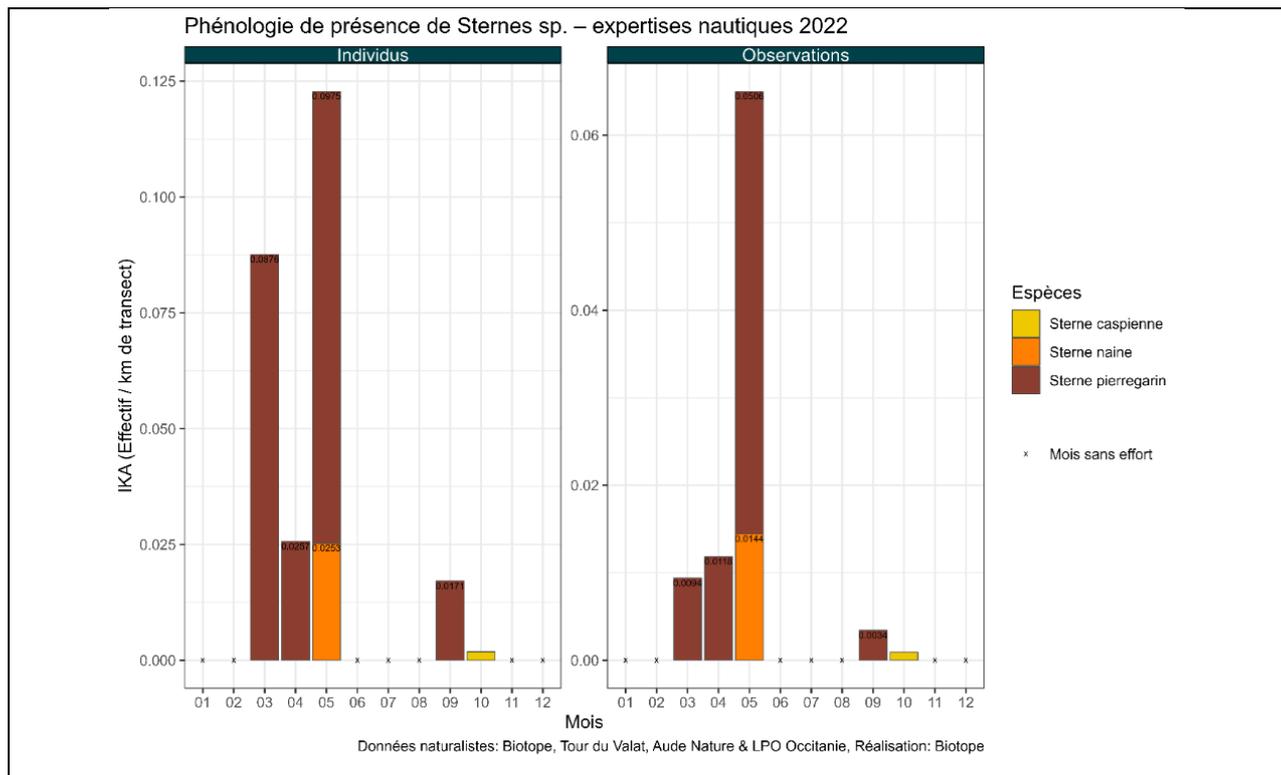


Figure 8 : Exemple de figures de phénologie de présence par IKA par saison pour les sternes

Distribution des hauteurs de vols

La distribution des hauteurs de vols est réalisée par espèces ou groupe d'espèces.

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

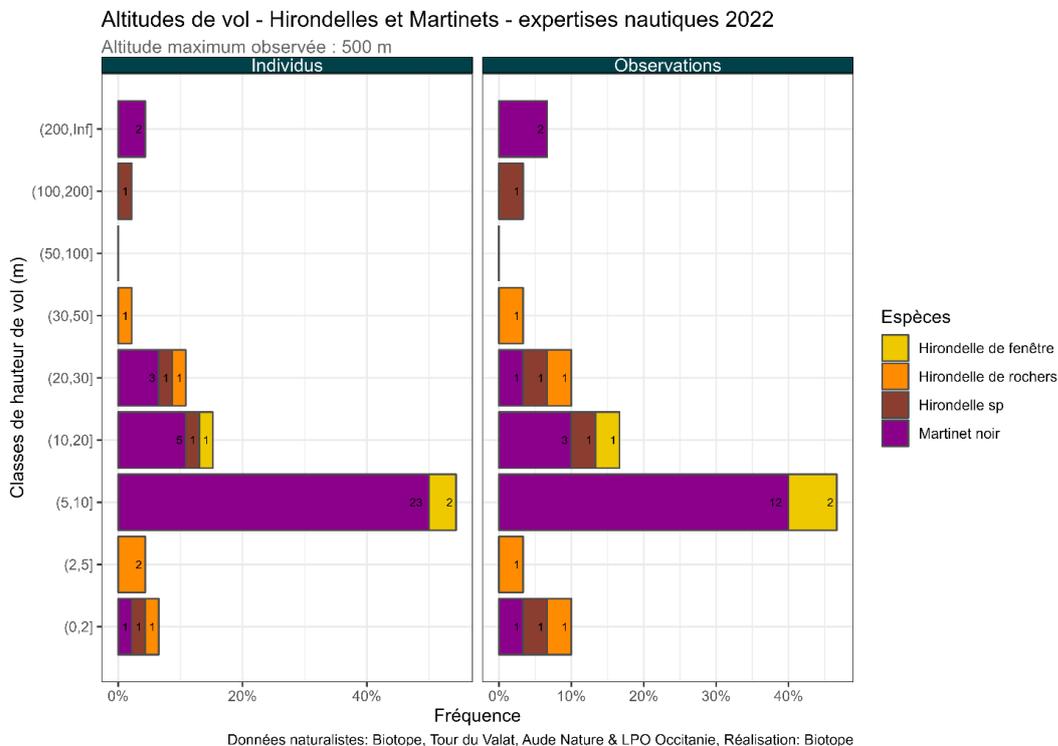


Figure 9 : Exemple d'historgramme des altitudes de vol pour les hirondelles et martinets

4. Présentation des données récoltées pour les espèces marines

Les Procellariidés (puffins et océanites)

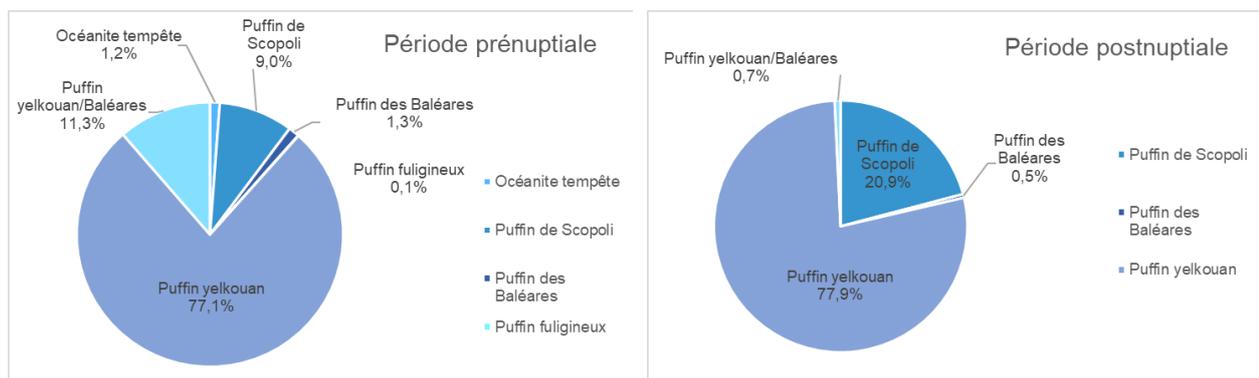


Figure 10 : Répartition des observations des Procellariidés – Campagne en mer prénuptiale et postnuptiale 2022

• Le Puffin de Scopoli

MIGRALION

Programme MIGRALION

biotop

Observations de Puffin de Scopoli - expertises nautiques 2022

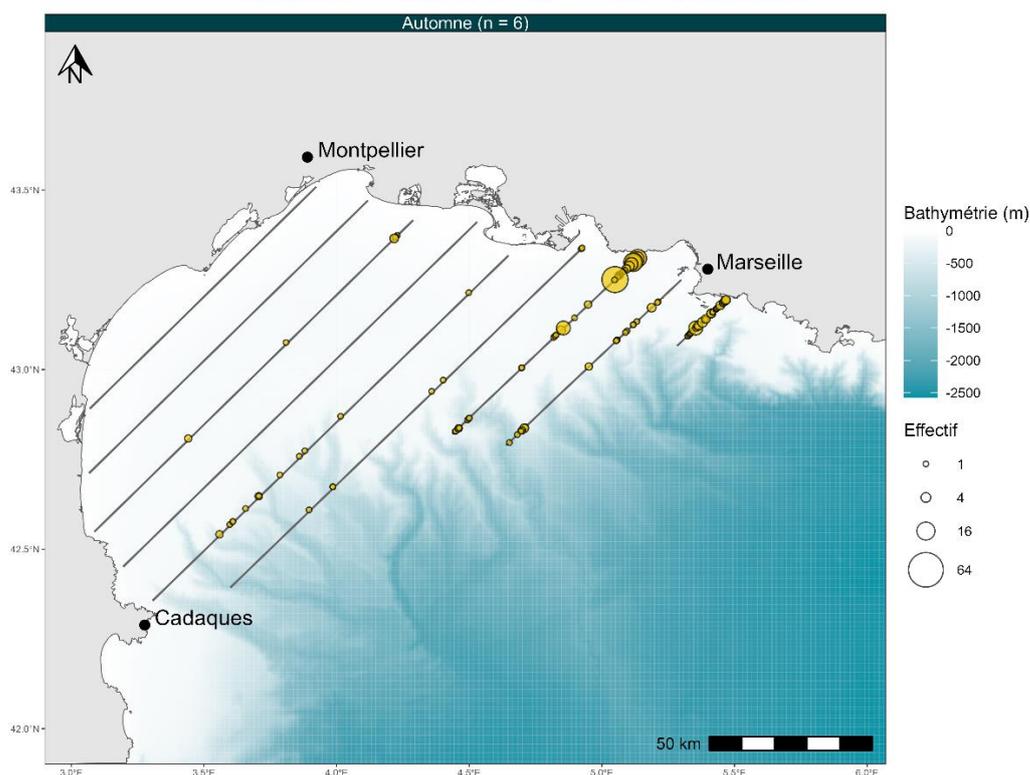


Figure 11 : Observations de Puffin de Scopoli – Expertises nautiques 2022

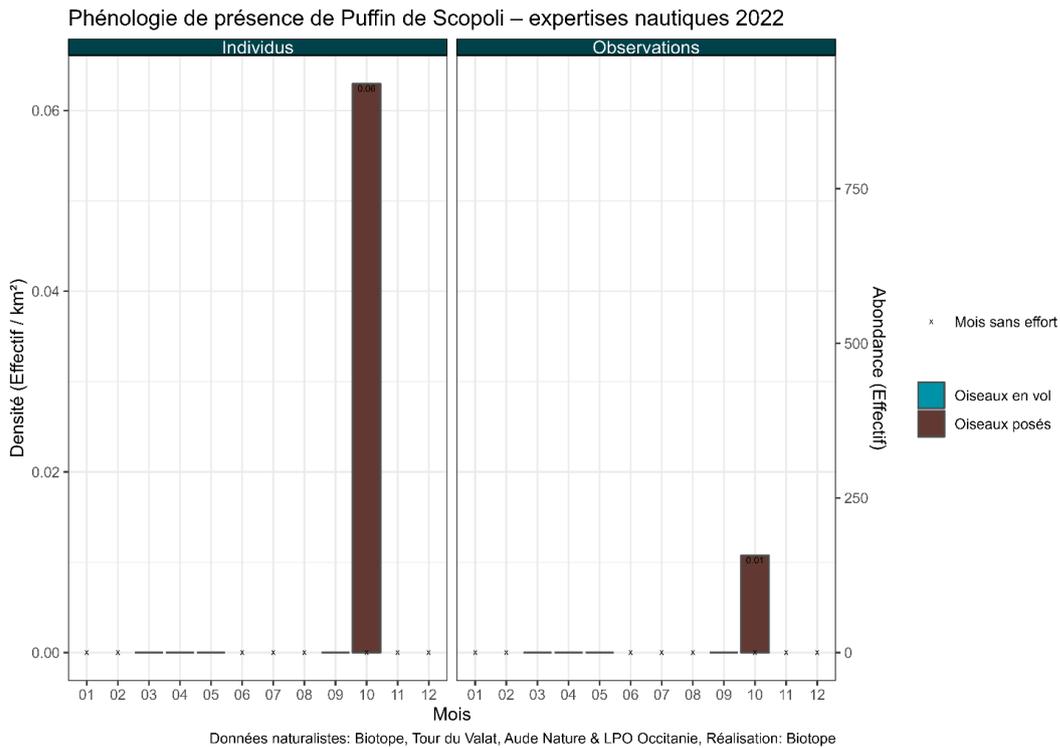


Figure 12 : Phénologie de présence du Puffin de Scopoli – Expertises nautiques 2022

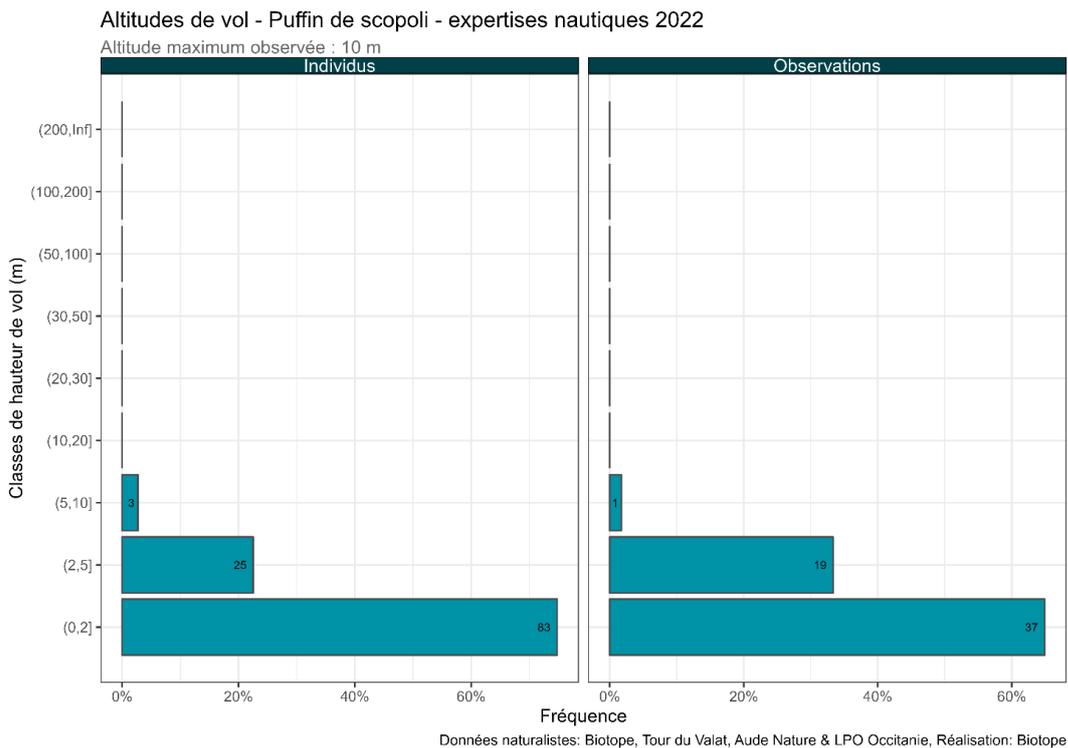
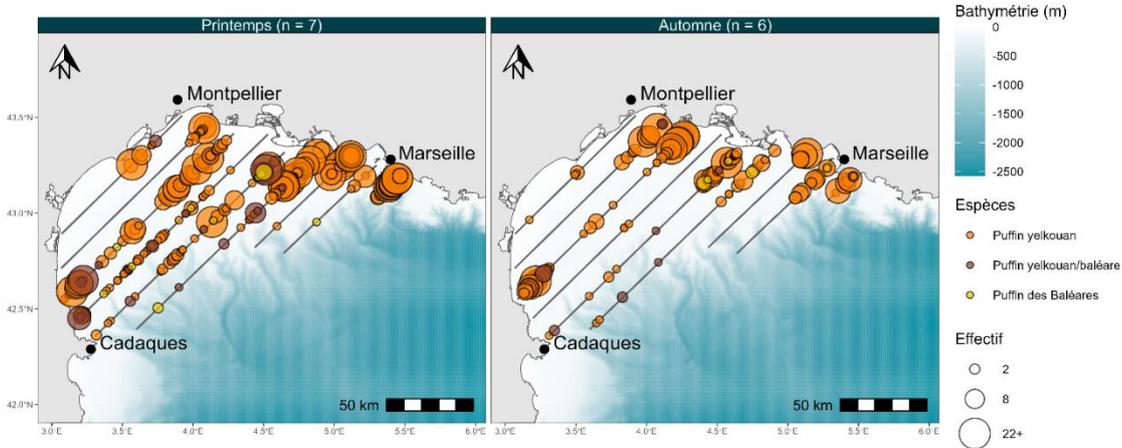


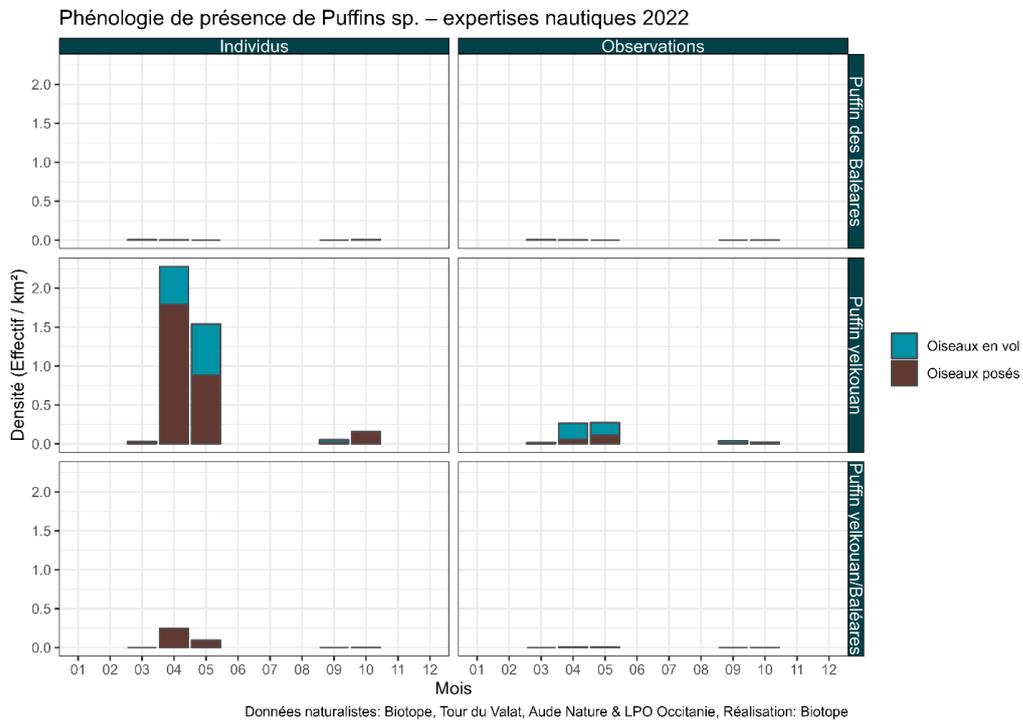
Figure 13 : Altitudes de vol du Puffin de Scopoli – Expertises nautiques 2022

• **Le Puffin yelkouan et le P. des Baléares**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 14 : Observations de Puffin yelkouan et Puffin des Baléares – Expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope

Figure 15 : Phénologie de présence du Puffin yelkouan et du Puffin des Baléares – Expertises nautiques 2022

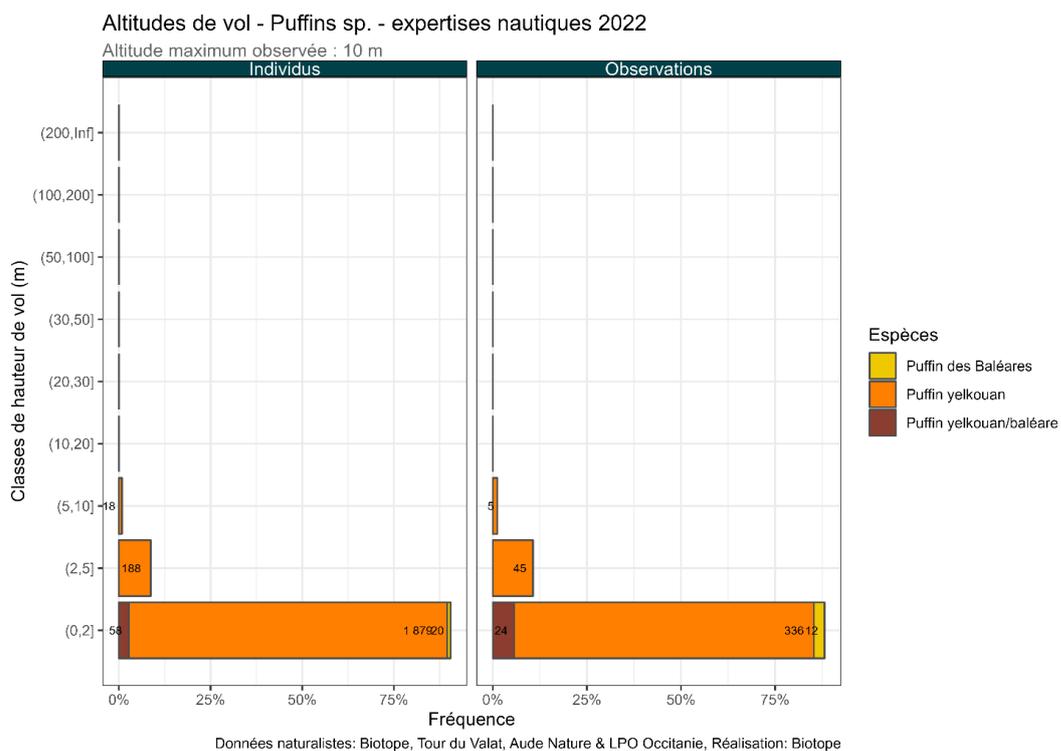
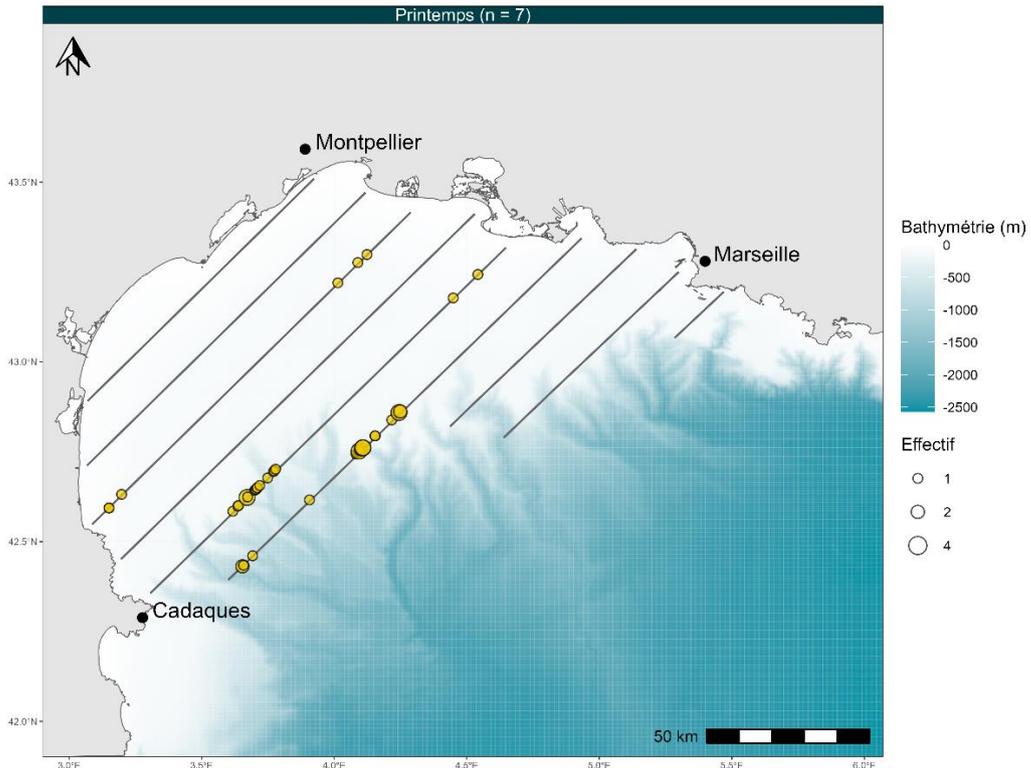


Figure 16 : Altitudes de vol du Puffin yelkouan et du Puffin des Baléares – Expertises nautiques 2022

• **L'Océanite tempête**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 17 : Observations de l'Océanite tempête – Expertises nautiques 2022

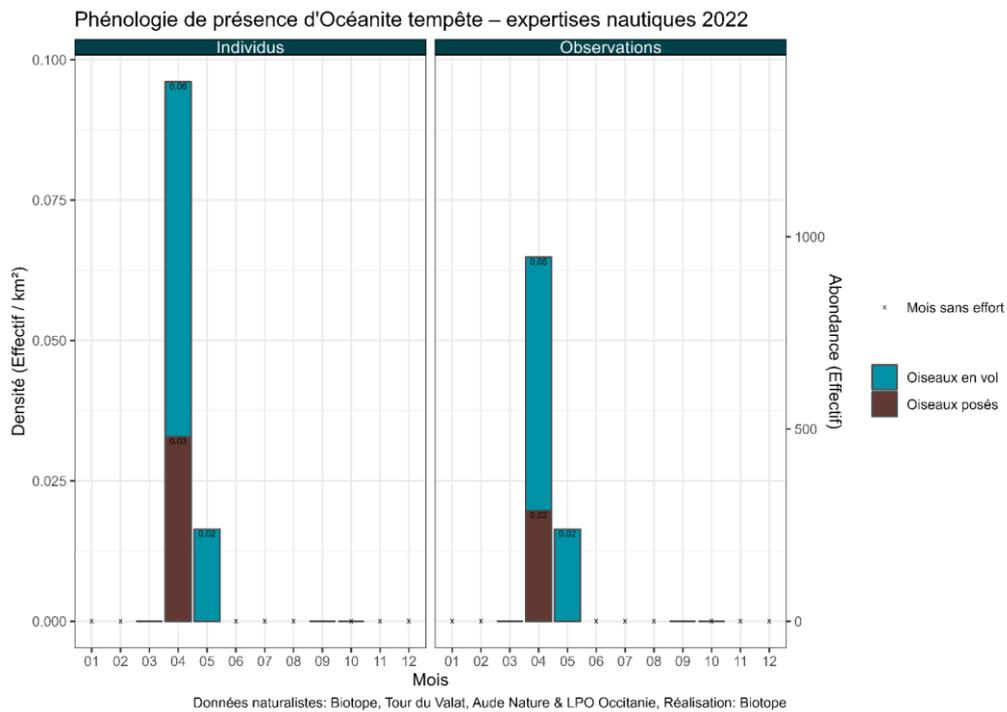


Figure 18 : Phénologie de présence de l'Océanite tempête – Expertises nautiques 2022

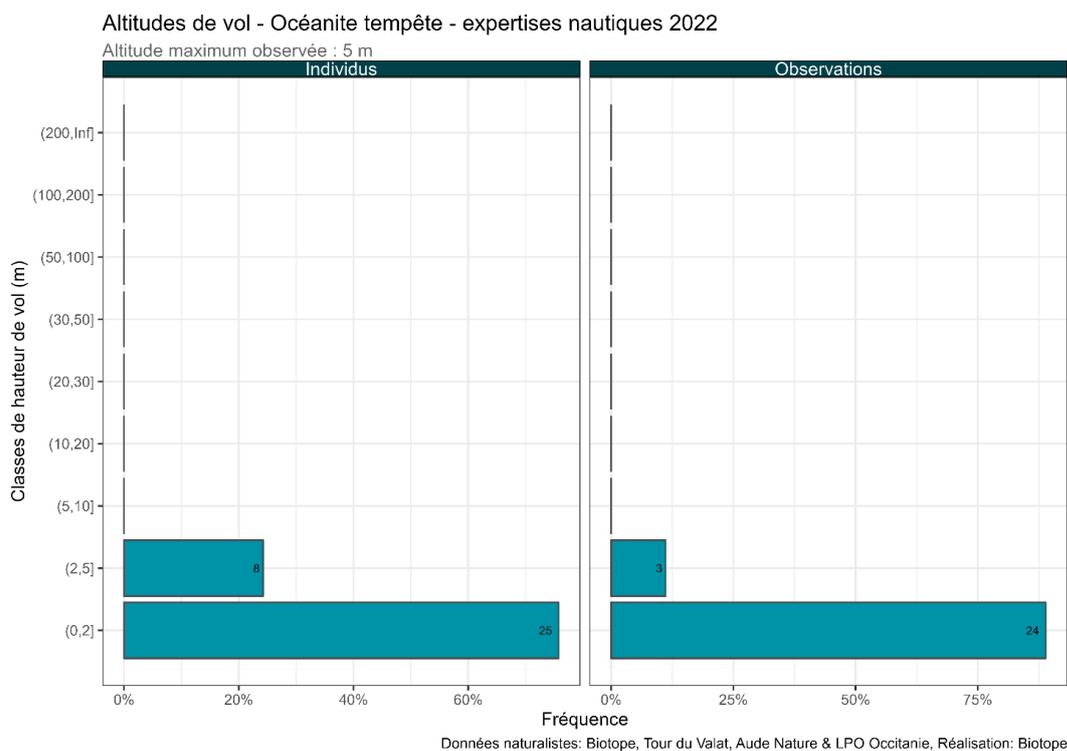


Figure 19 : Altitudes de vol de l'Océanite tempête – Expertises nautiques 2022

Les Laridés (mouettes et goélands)

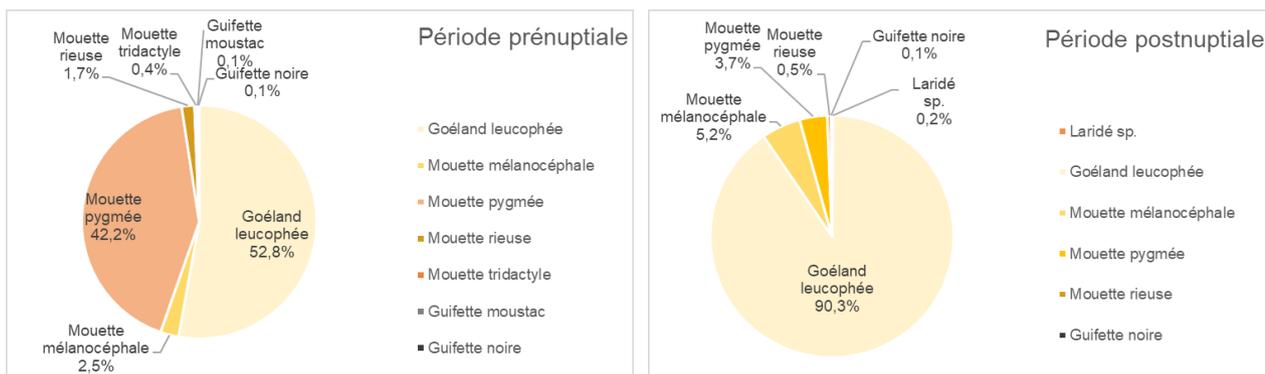


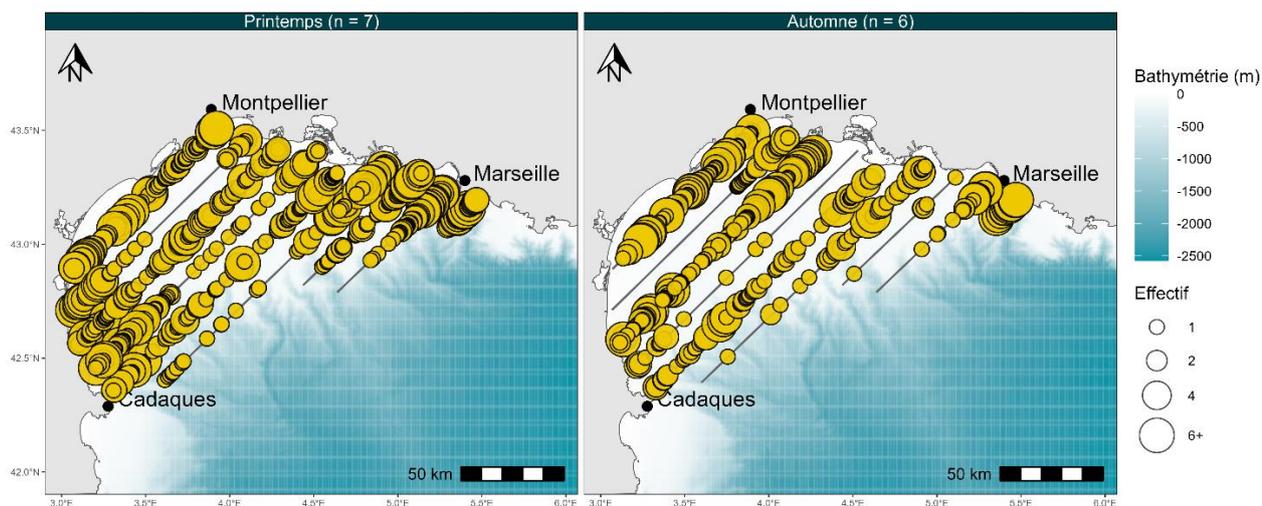
Figure 20 : Répartition des observations pour les Laridés – Campagnes en mer prénuptiale et postnuptiale 2022

- **Le Goéland leucophée**



Programme MIGRALION

Observations de Goéland leucophée - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 21 : Observations de Goéland leucophée – Expertises nautiques 2022

Phénologie de présence de Goéland leucophée – expertises nautiques 2022

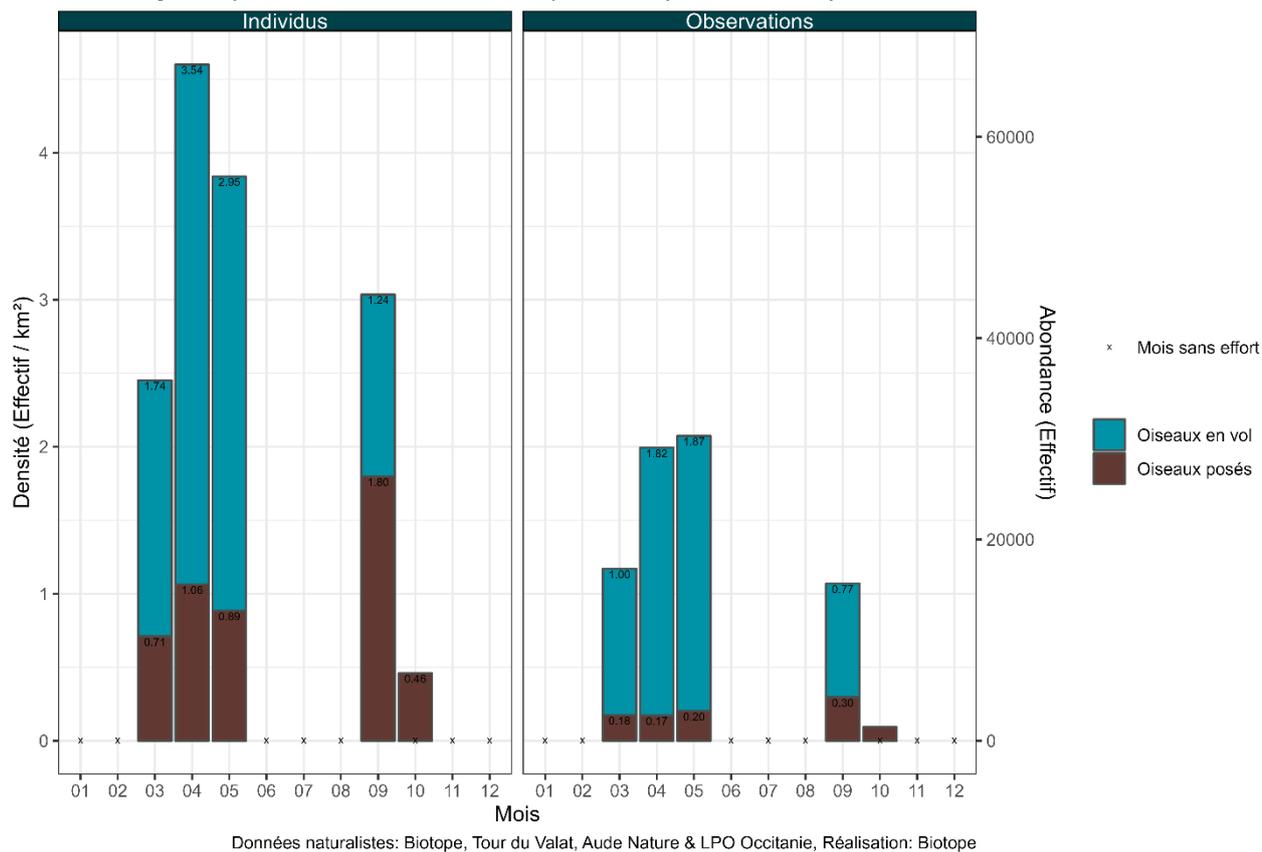
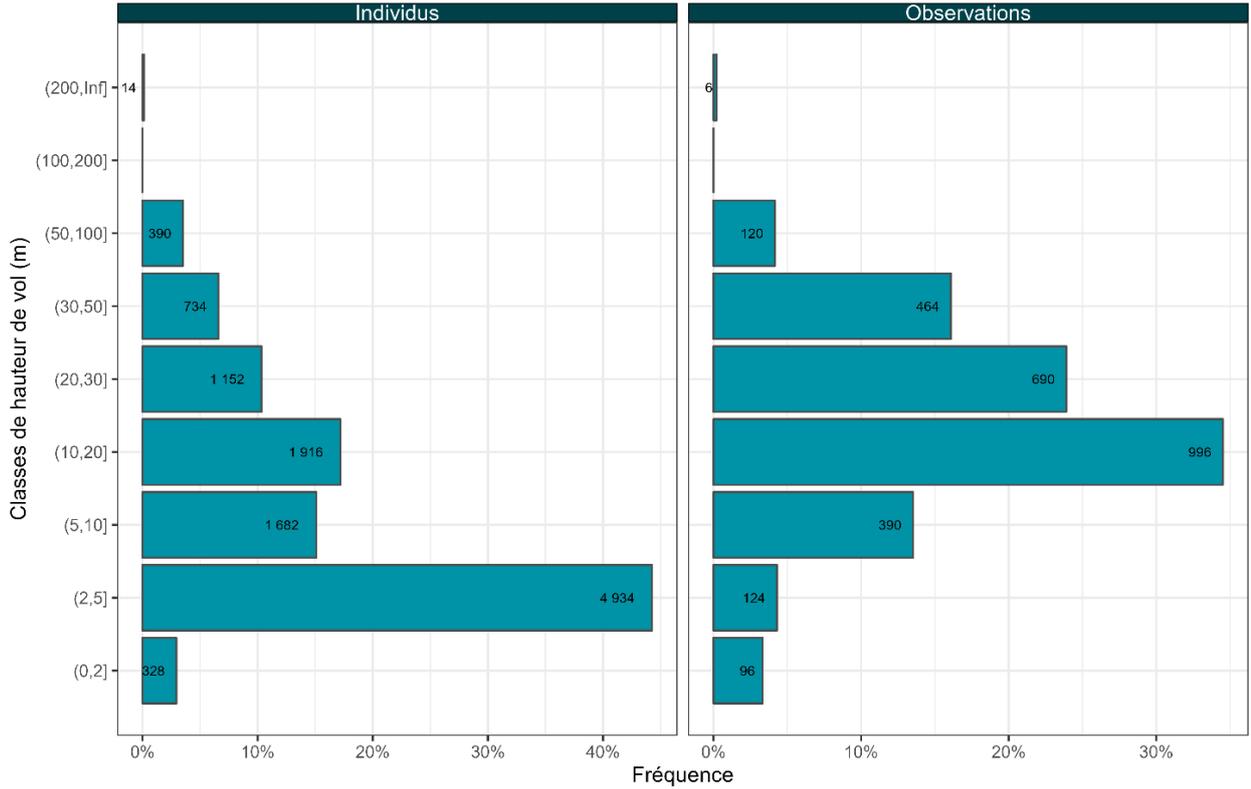


Figure 22 : Phénologie de présence du Goéland leucophée – Expertises nautiques 2022

Altitudes de vol - Goéland leucophée - expertises nautiques 2022

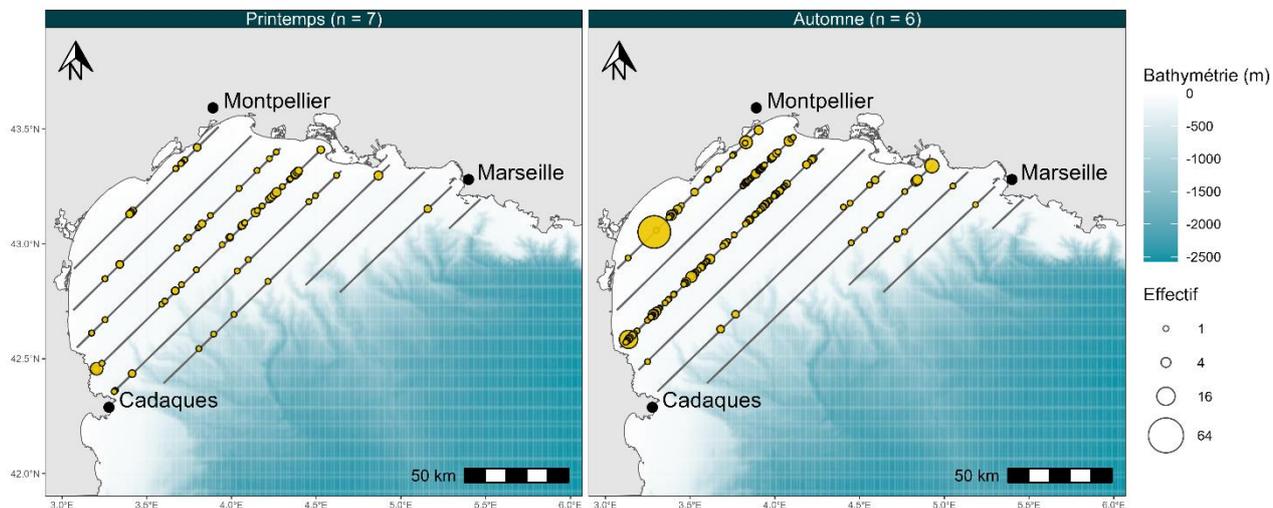
Altitude maximum observée : 400 m



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope

Figure 23 : Altitudes de vol du Goéland leucophée – Expertises nautiques 2022

- **La Mouette mélanocéphale**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 24 : Observations de Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques 2022

Phénologie de présence de Mouette mélanocéphale – expertises nautiques 2022

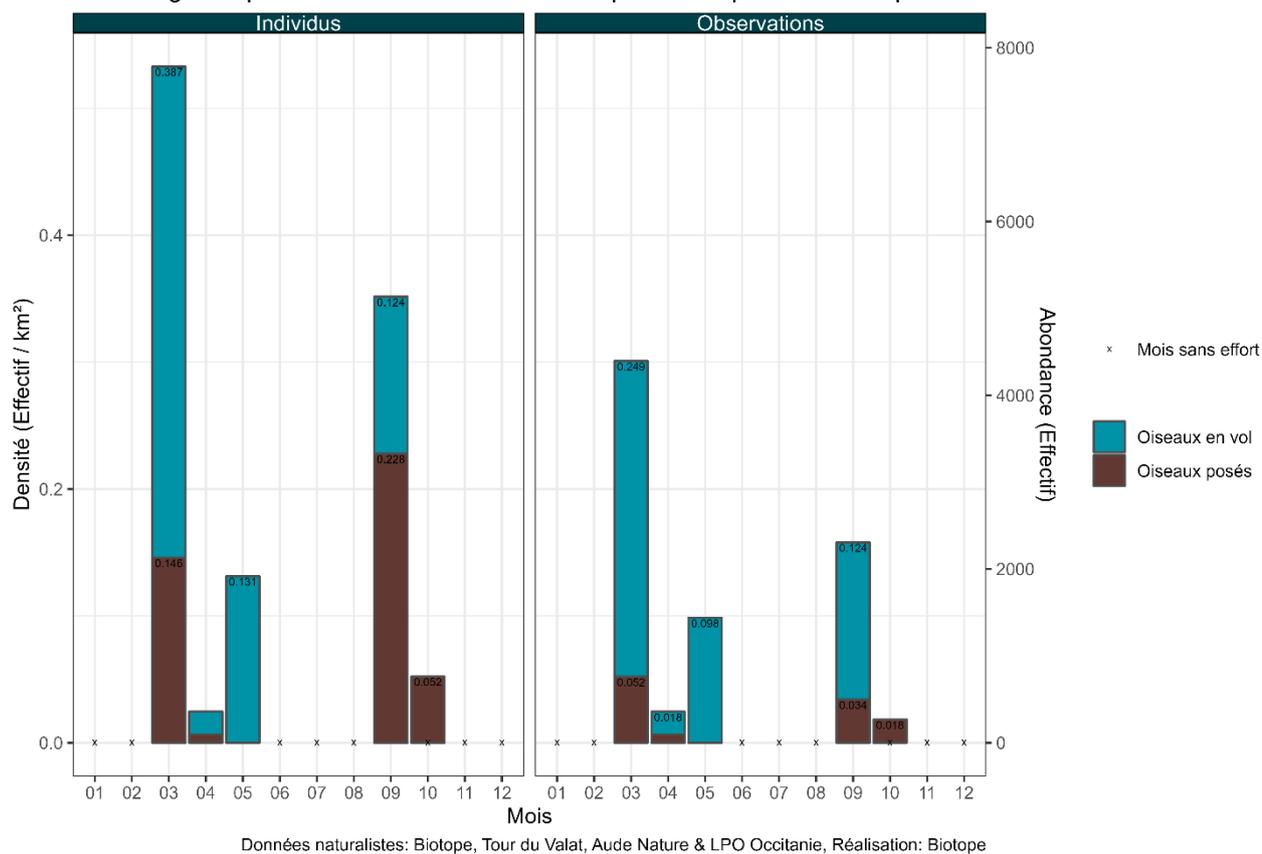
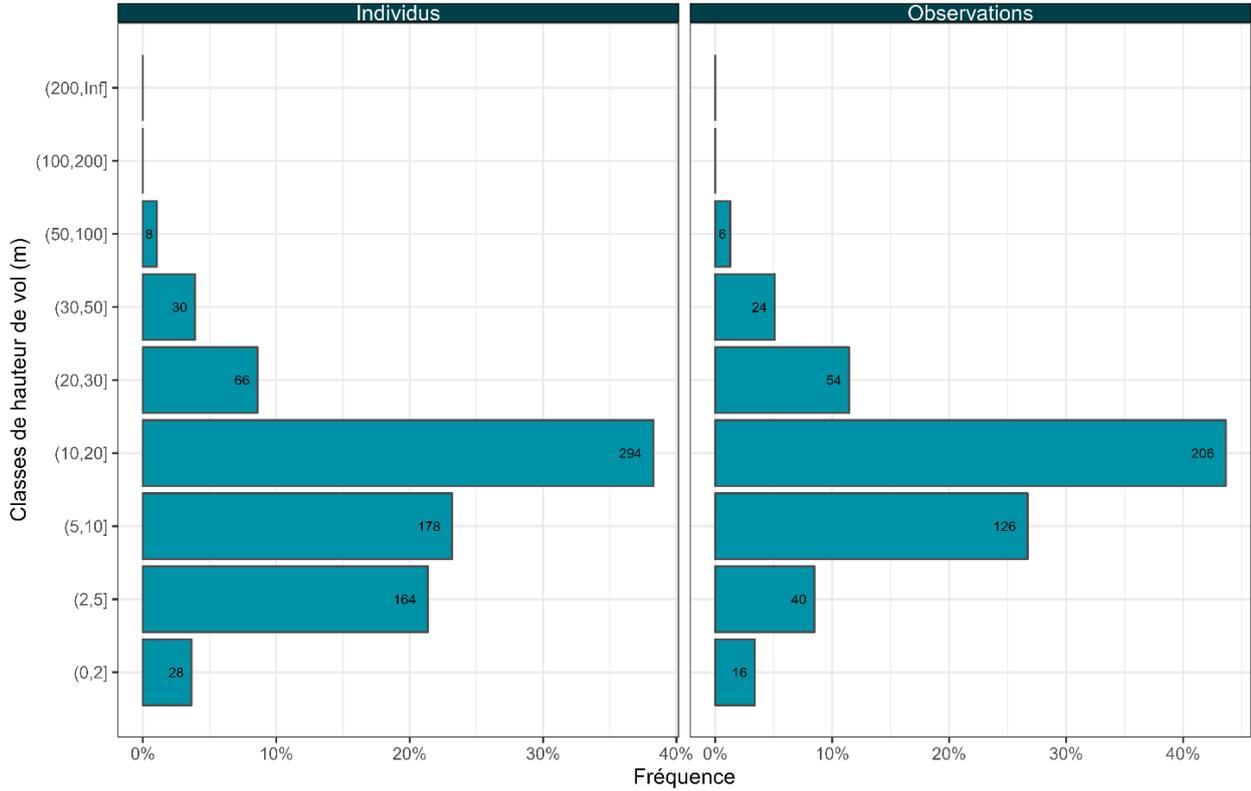


Figure 25 : Phénologie de présence de la Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques 2022

Altitudes de vol - Mouette mélanocéphale - expertises nautiques 2022

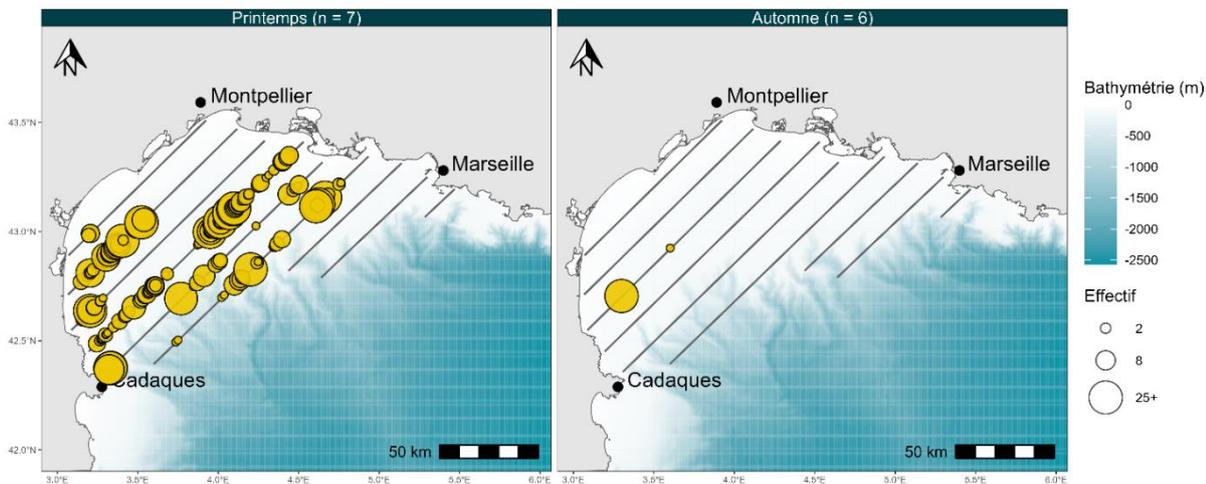
Altitude maximum observée : 100 m



Données naturalistes: Biotopie, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotopie

Figure 26 : Altitudes de vol de la Mouette mélanocéphale – Expertises nautiques 2022

• **La Mouette pygmée**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histoitt

Figure 27 : Observations de Mouette pygmée – Expertises nautiques 2022

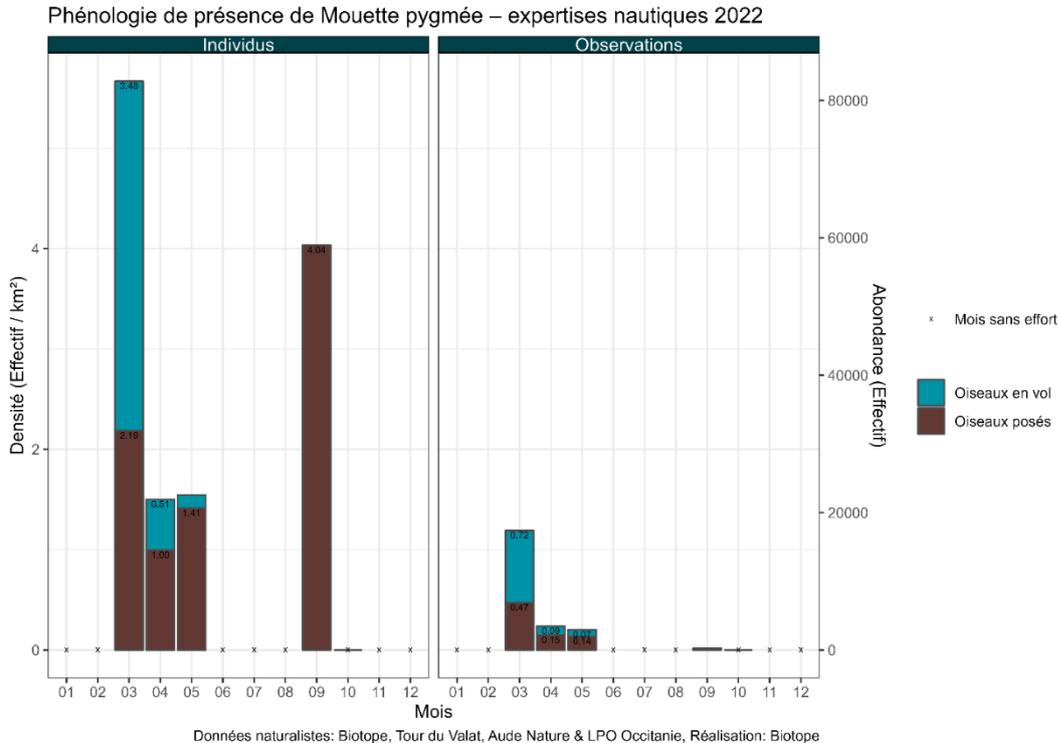


Figure 28 : Phénologie de présence de la Mouette pygmée – Expertises nautiques 2022

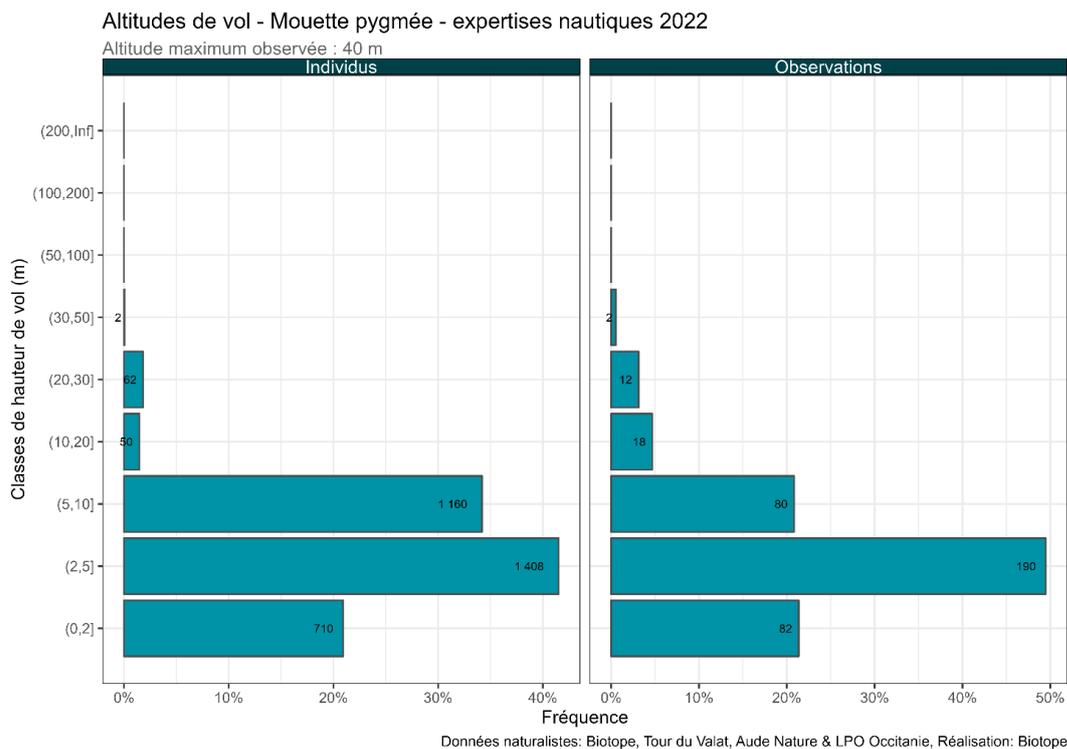


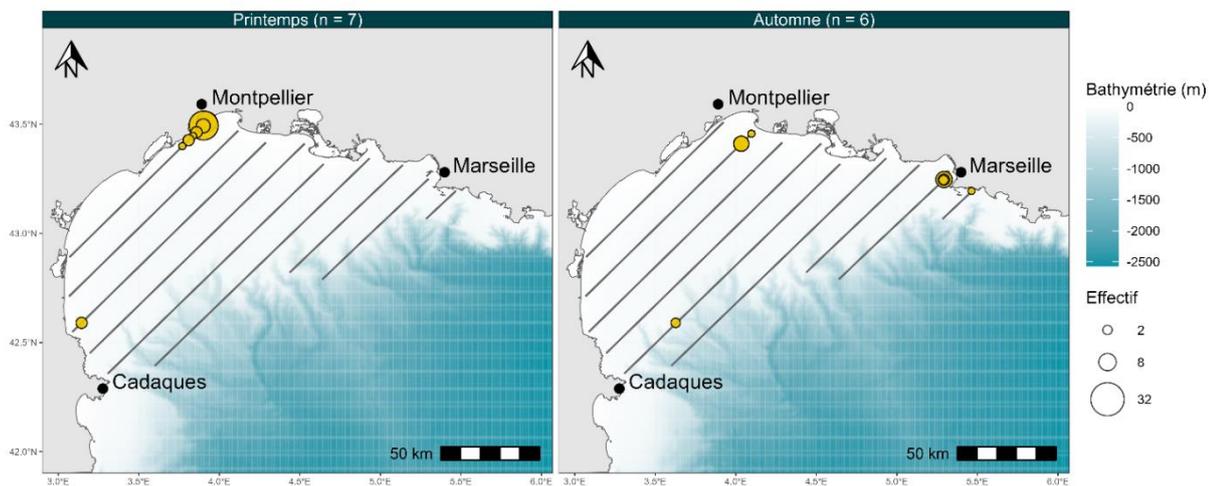
Figure 29 : Altitudes de vol de la Mouette pygmée – Expertises nautiques 2022

• **La Mouette rieuse**



Programme MIGRALION

Observations de Mouette rieuse - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - HistoIitt

Figure 30 : Observations de Mouette rieuse – Expertises nautiques 2022

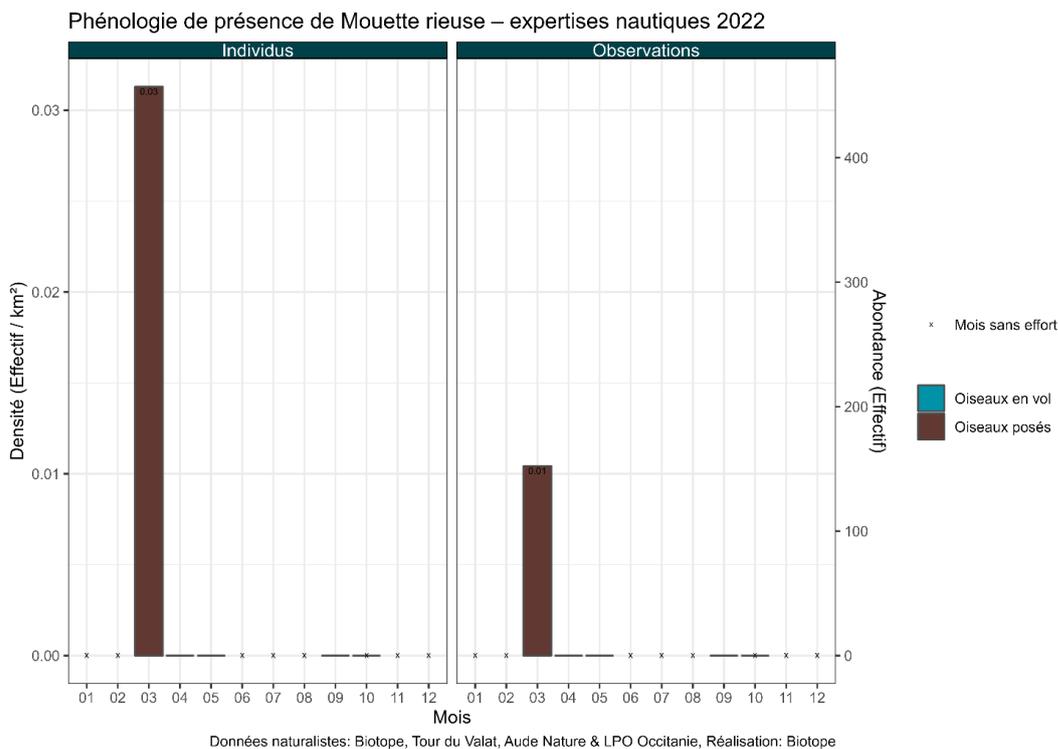


Figure 31 : Phénologie de présence de la Mouette rieuse – Expertises nautiques 2022

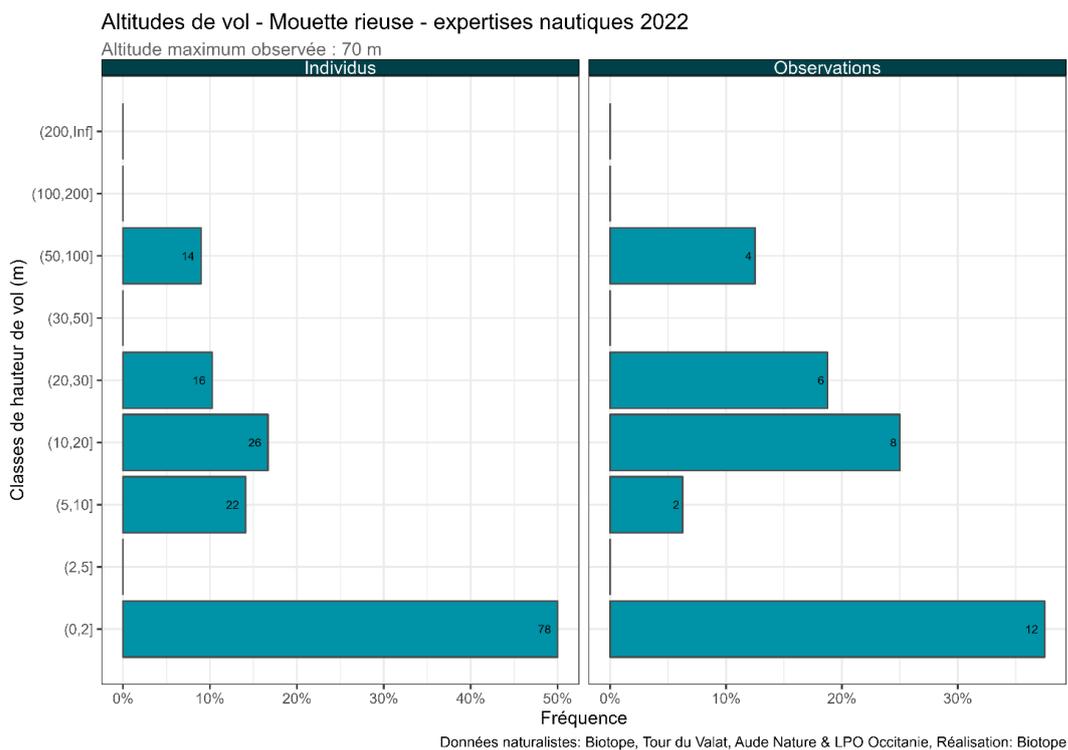
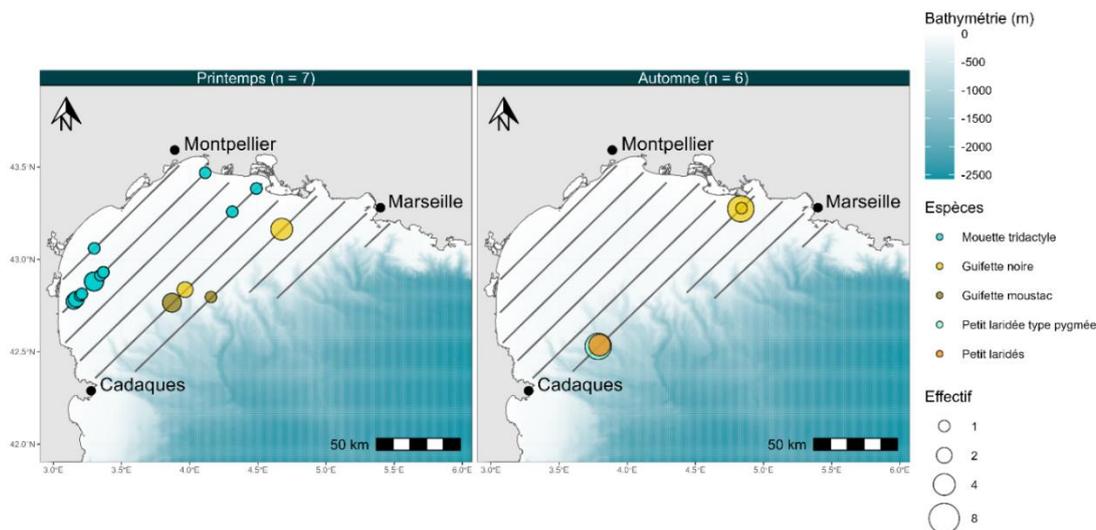


Figure 32 : Altitudes de vol de la Mouette rieuse – Expertises nautiques 2022

• **Autres Laridés**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie. Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 33 : Observations d'autres Laridés – Expertises nautiques 2022

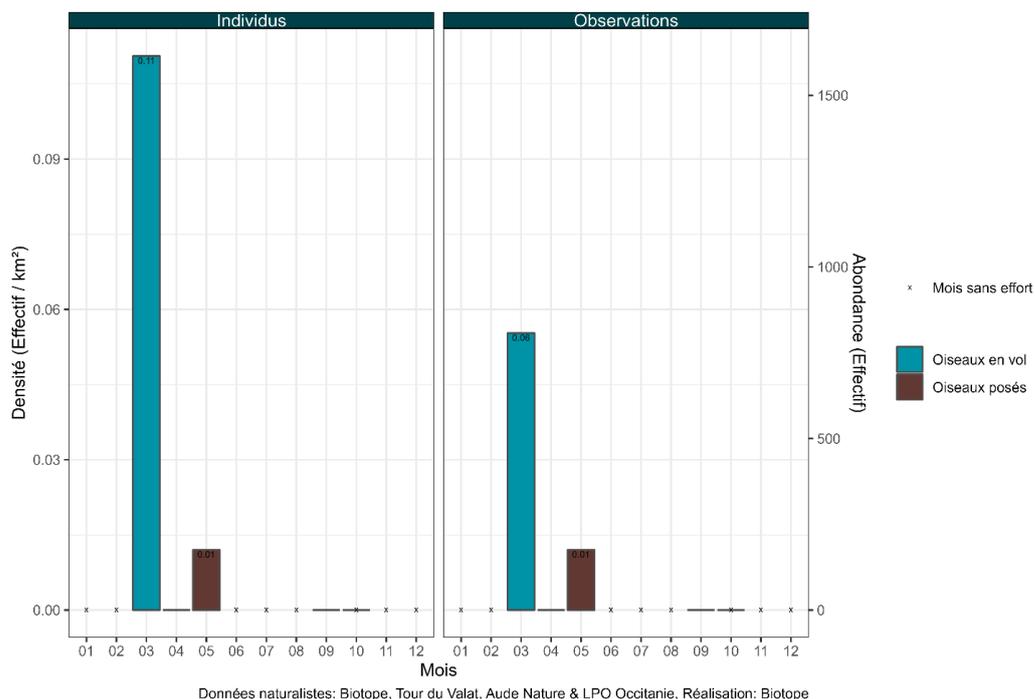
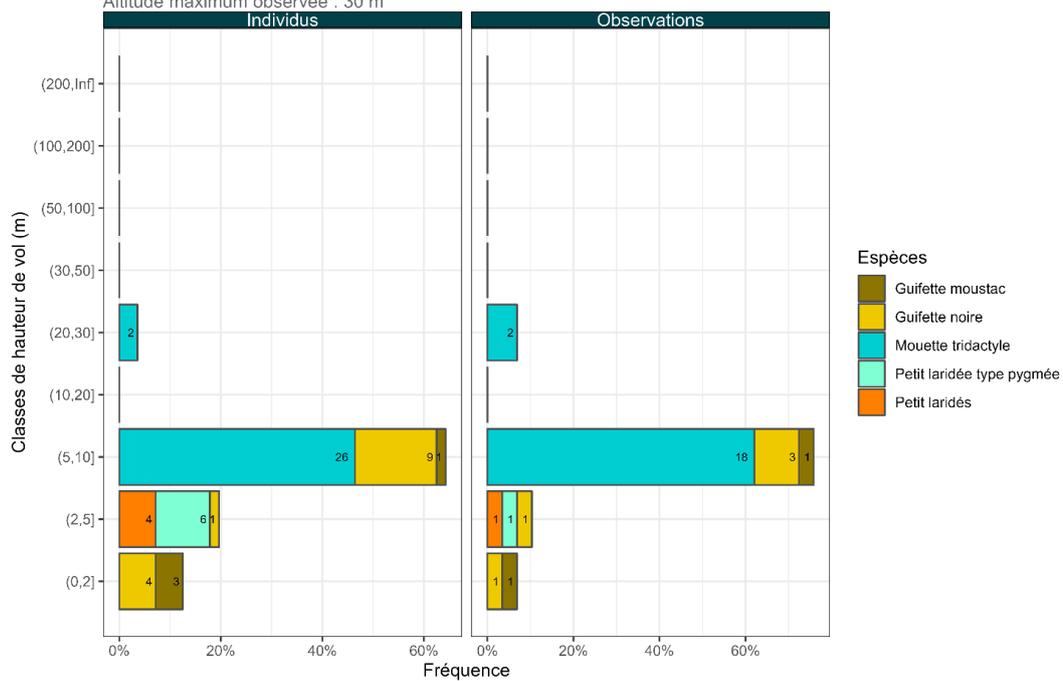


Figure 34 : Phénologie de présence de la Mouette tridactyle Laridés – Expertises nautiques 2022

Dans ce graphique, seule la phénologie de densité de la Mouette tridactyle est représentée ; les observations des autres espèces de Laridés (Guilfette moustac, G. noire, Petit laridés et de type pygmée) ne correspondant pas aux conditions du protocole d'analyses statistiques.

Altitudes de vol - Laridés sp. - expertises nautiques 2022

Altitude maximum observée : 30 m



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope

Figure 35 : Altitudes de vol des autres Laridés – Expertises nautiques 2022

Les Sternidés (sternes)

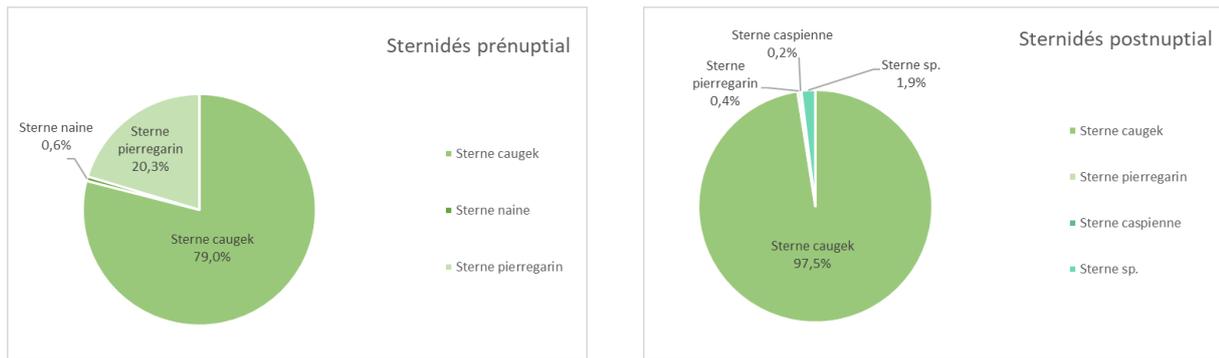


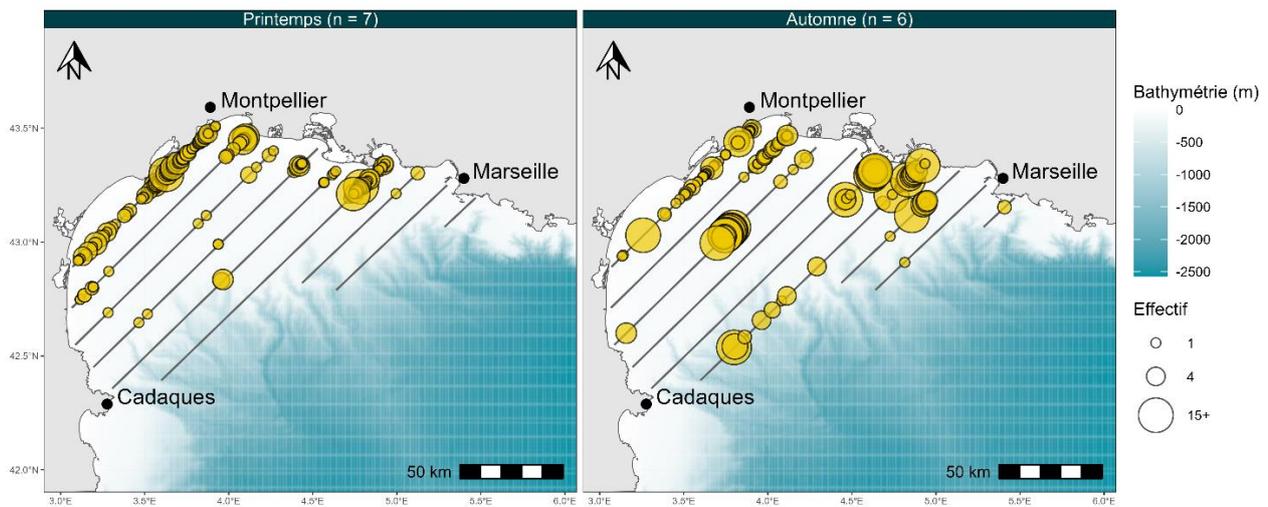
Figure 36 : Répartition des observations pour les Sternidés – Campagnes en mer prénuptiale et postnuptiale 2022

- **La Sterne caugek**



Programme MIGRALION

Observations de Sterne caugek - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 37 : Observations de Sterne caugek – Expertises nautiques 2022

Phénologie de présence de Sterne caugek – expertises nautiques 2022

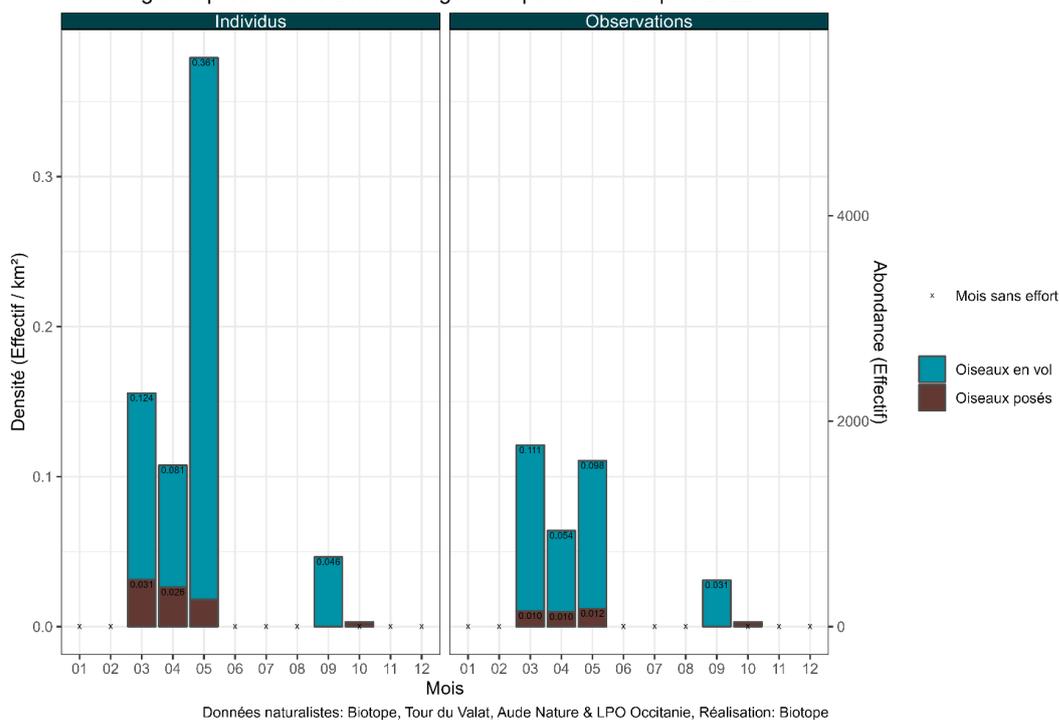


Figure 38 : Phénologie de présence de la Sterne caugek – Expertises nautiques 2022

Altitudes de vol - Sterne caugek - expertises nautiques 2022

Altitude maximum observée : 60 m

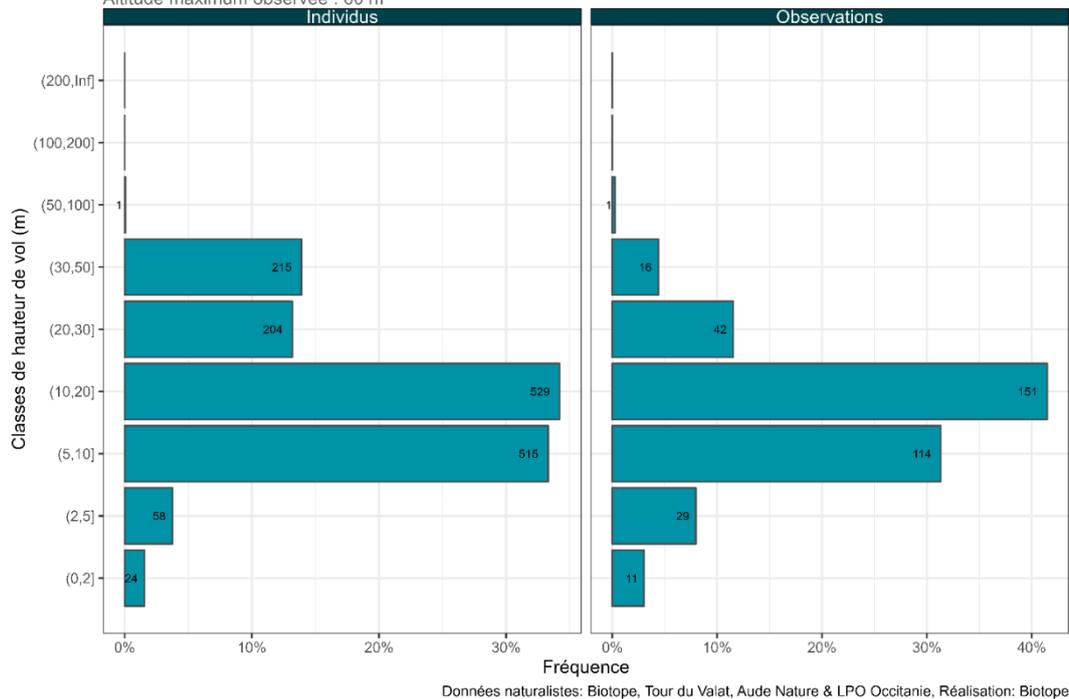
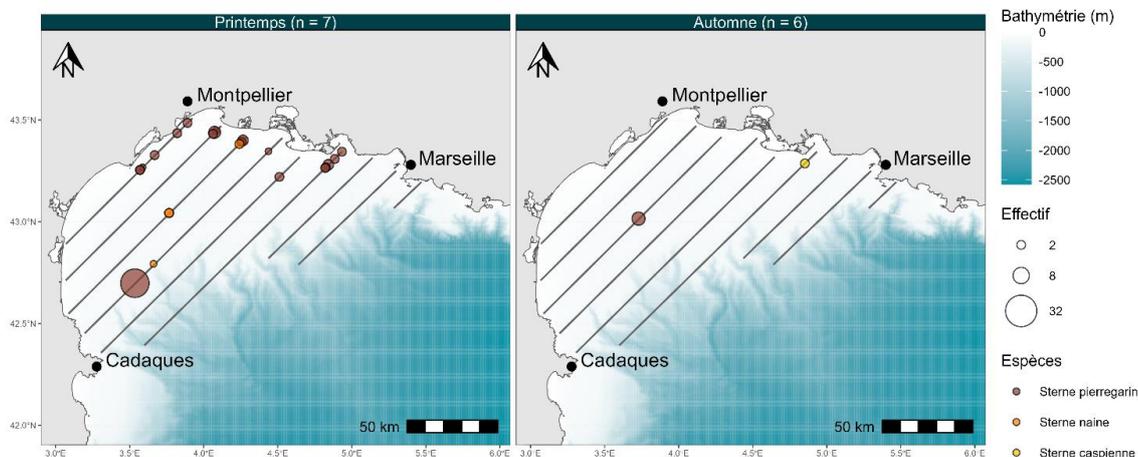


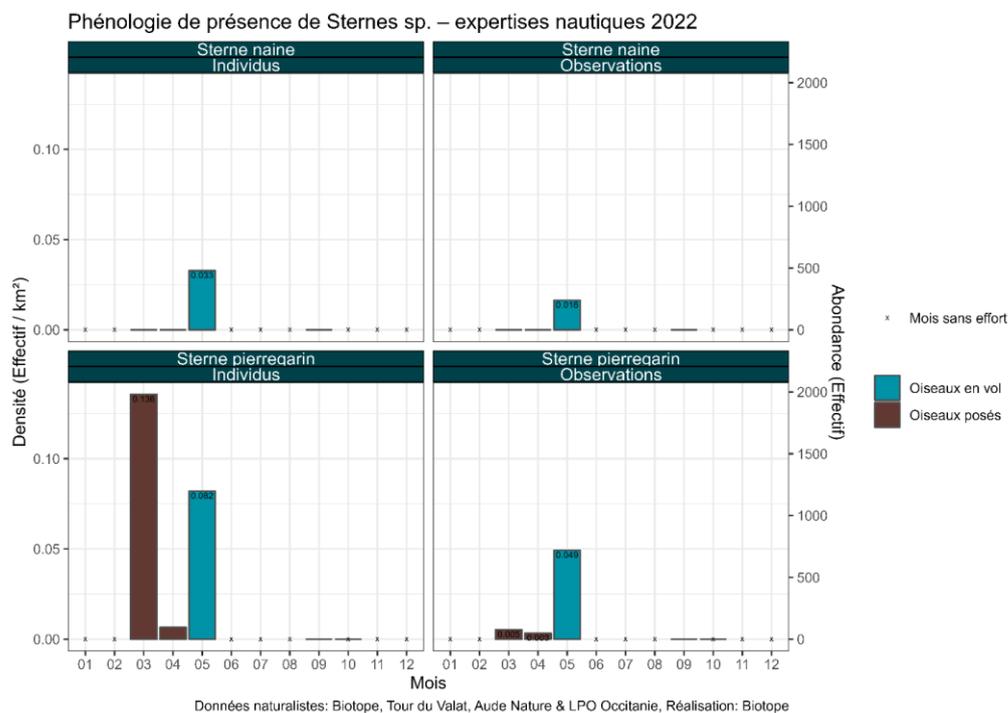
Figure 39 : Altitudes de vol de la Sterne caugek – Expertises nautiques 2022

• **Autres Sternidés : (S. pierregarin, Sternes naine, S. caspienne)**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histofit

Figure 40 : Observations des autres Sternidés – Expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope

Figure 41 : Phénologie de présence des autres Sternidés – Expertises nautiques 2022

Dans ce graphique, la Sterne caspienne n'est pas représentée en raison du non-respect des conditions du protocole d'analyses statistiques de densité (données hors snapshot).

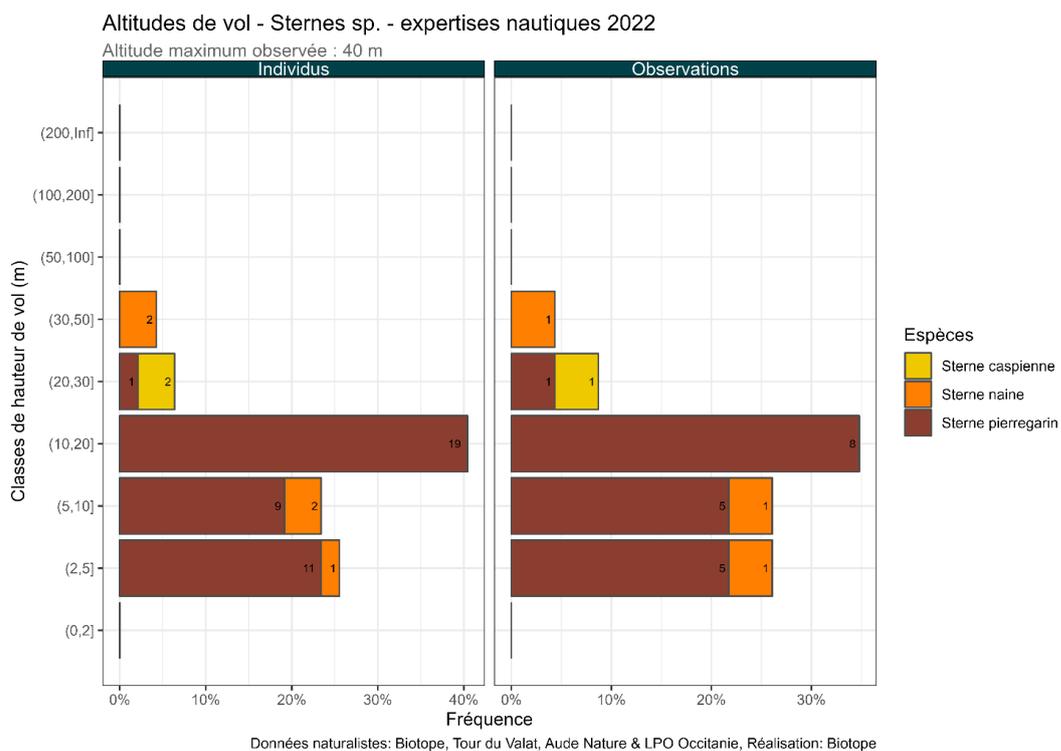


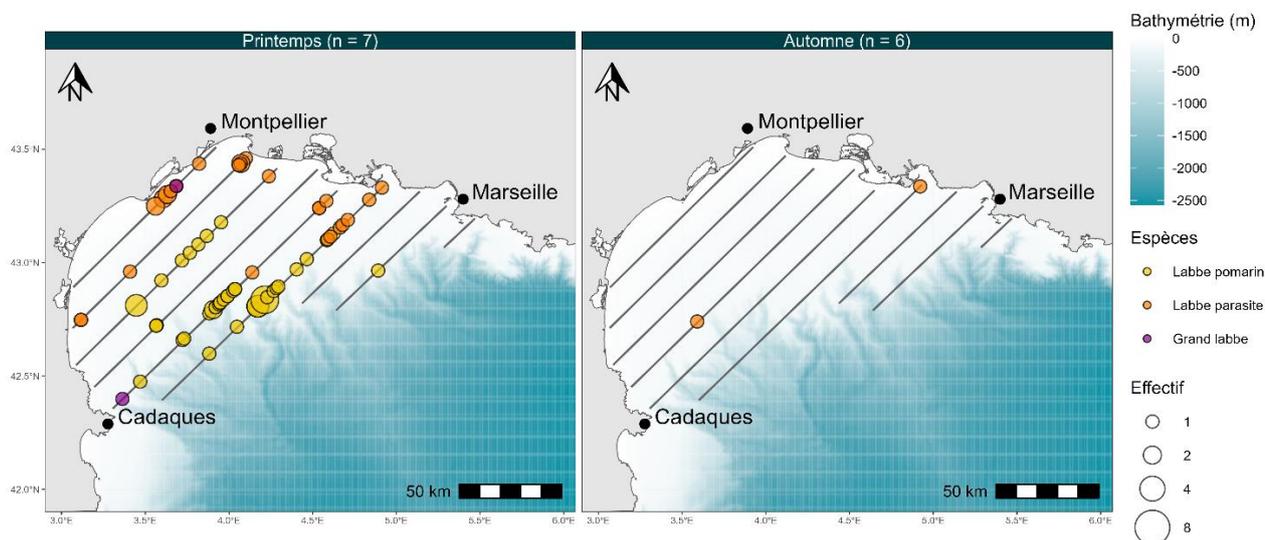
Figure 42 : Altitudes de vol des autres Sternidés – Expertises nautiques 2022

Les Stercoraridés (labbes sp.)

- Le Grand labbe, le Labbe pomarin, et le L. parasite



Programme MIGRALION
Observations de Labbes sp. - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 43 : Observations de Stercoraridés – Expertises nautiques 2022

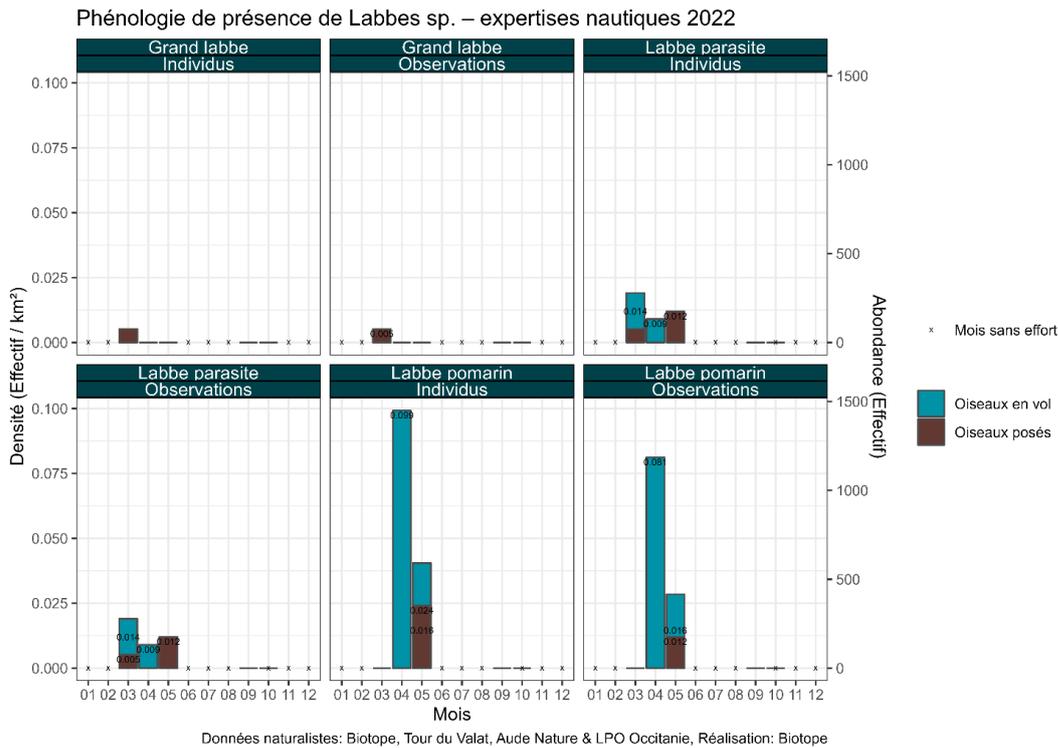


Figure 44 : Phénologie de présence des Stercoraridés – Expertises nautiques 2022

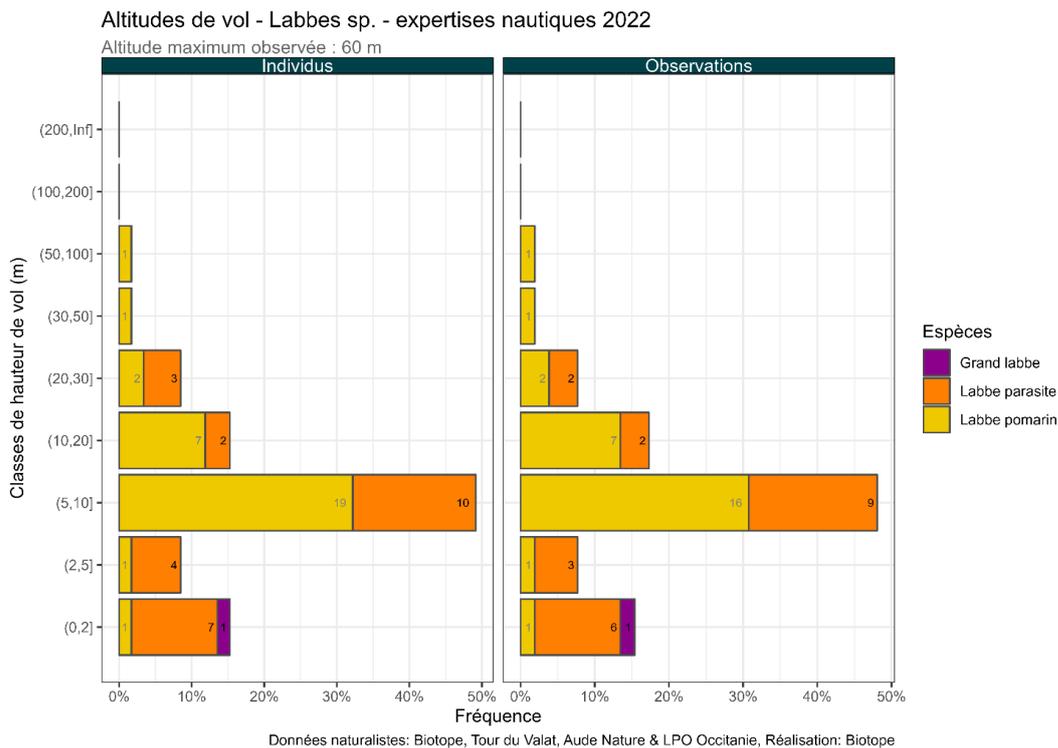


Figure 45 : Altitudes de vol des Stercoraridés – Expertises nautiques 2022

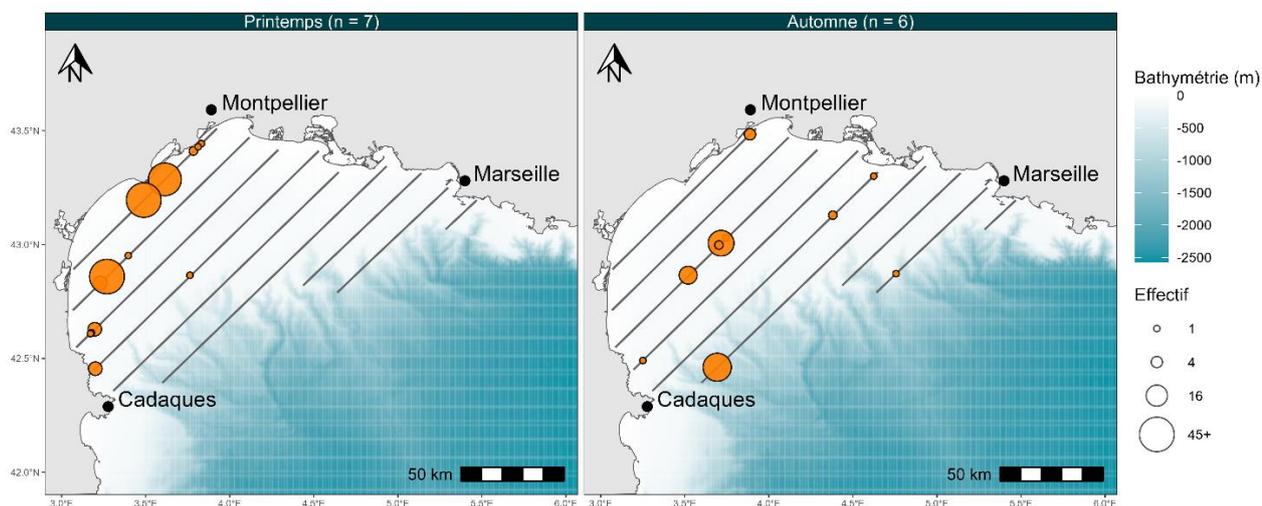
Le *Phalacrocoracidés* (cormorans)

- **Le Grand cormoran**



Programme MIGRALION

Observations de Grand cormoran - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 46 : Observations de Grand cormoran – Expertises nautiques 2022

Phénologie de présence de Grand cormoran – expertises nautiques 2022

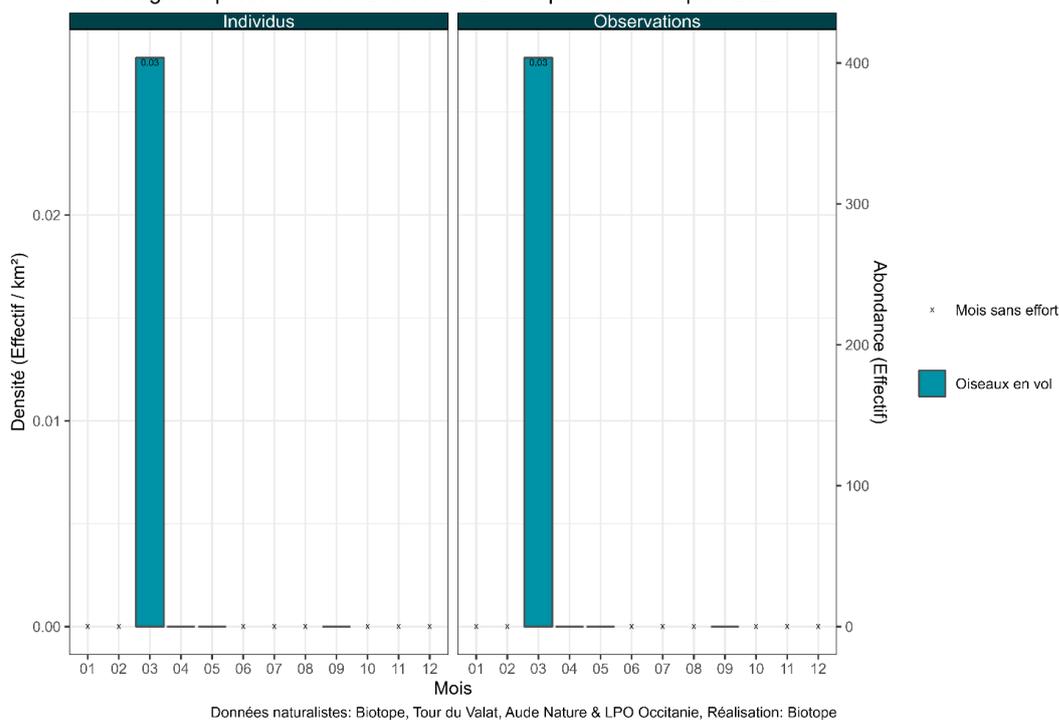


Figure 47 : Phénologie de présence du Grand cormoran – Expertises nautiques 2022

Altitudes de vol - Grand cormoran - expertises nautiques 2022

Altitude maximum observée : 150 m

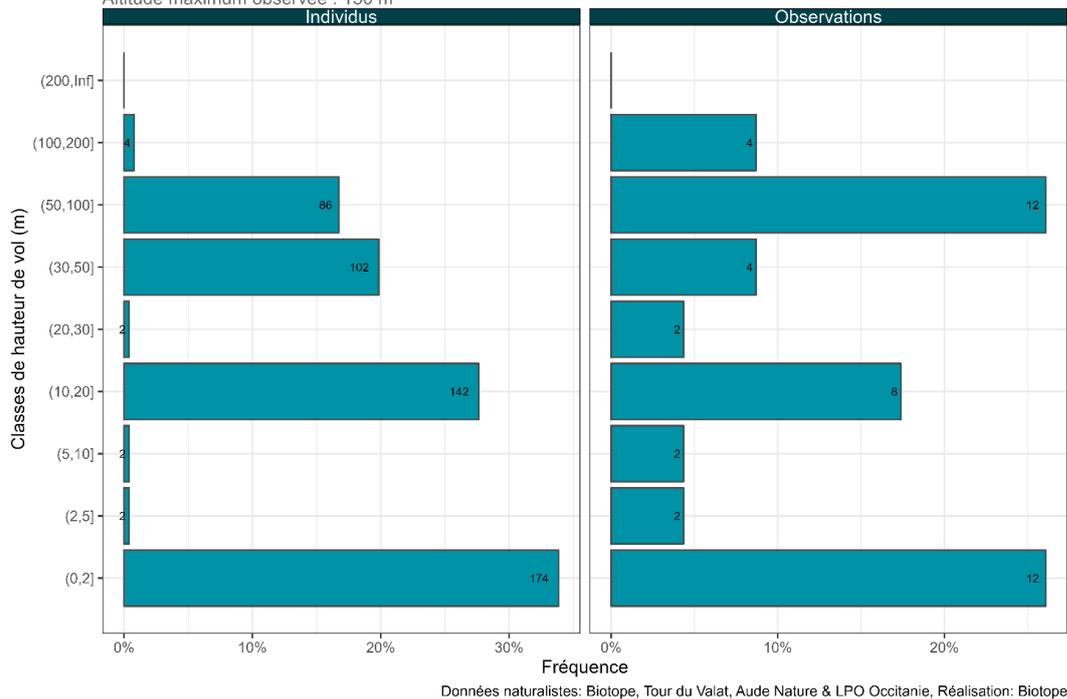
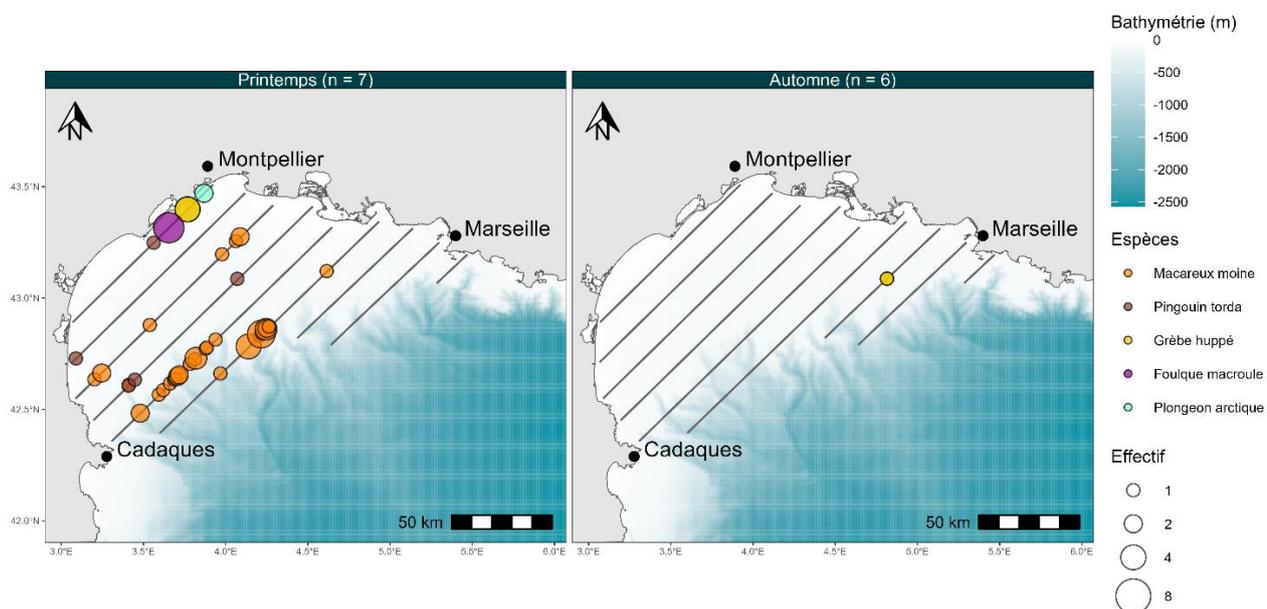


Figure 48 : Altitudes de vol du Grand cormoran – Expertises nautiques 2022

Les Alcidés (pingouin et macareux) et espèces associées (grèbes, plongeurs etc..)



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histollit

Figure 49 : Observations d'Alcidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022

Phénologie de présence d'Alcidés et sp associées – expertises nautiques 2022

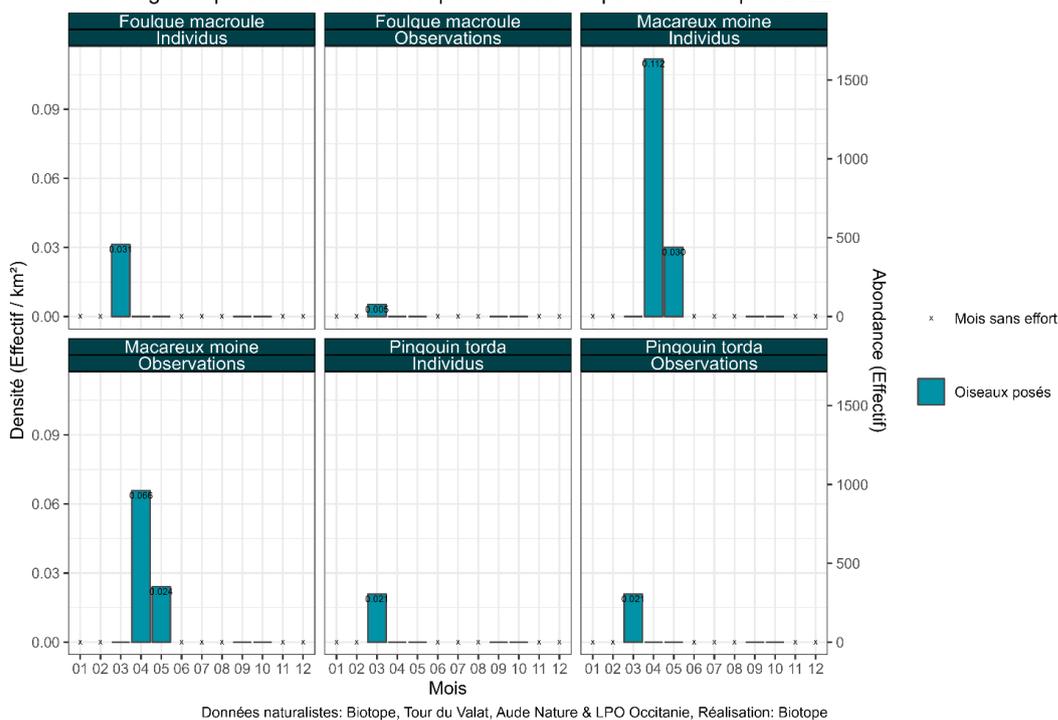


Figure 50 : Phénologie de présence des Alcidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022

Dans ce graphique, les espèces Grèbe huppé et Plongeon arctique ne sont pas représentées en raison du non-respect des conditions du protocole d'analyses statistiques de densité (données hors snapshot).

Altitudes de vol - Alcidés et sp associées - expertises nautiques 2022

Altitude maximum observée : 5 m

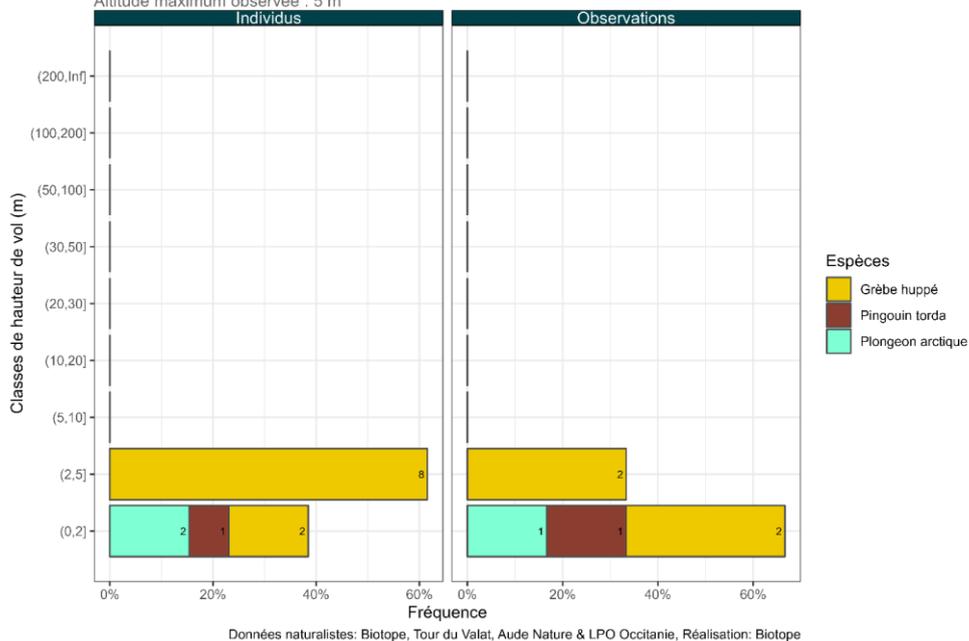


Figure 51 : Altitudes de vol des Alcidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022

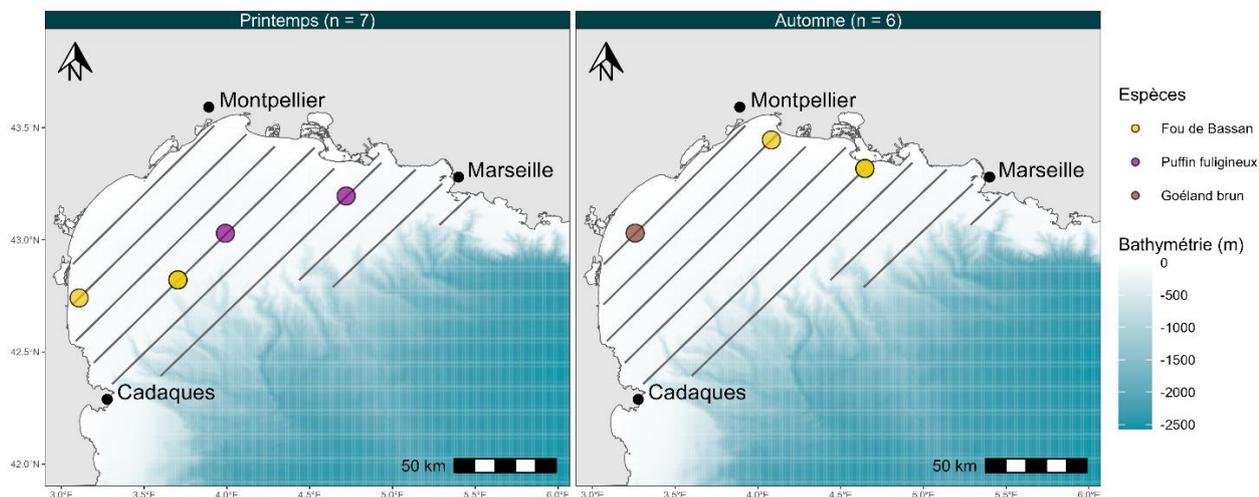
Les autres espèces occasionnelles

- **Le Fou de Bassan, le Puffin fuligineux et le Goéland brun**



Programme MIGRALION

Observations d'Autres espèces occasionnelles - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 52 : Observations d'autres espèces occasionnelles – Expertises nautiques 2022

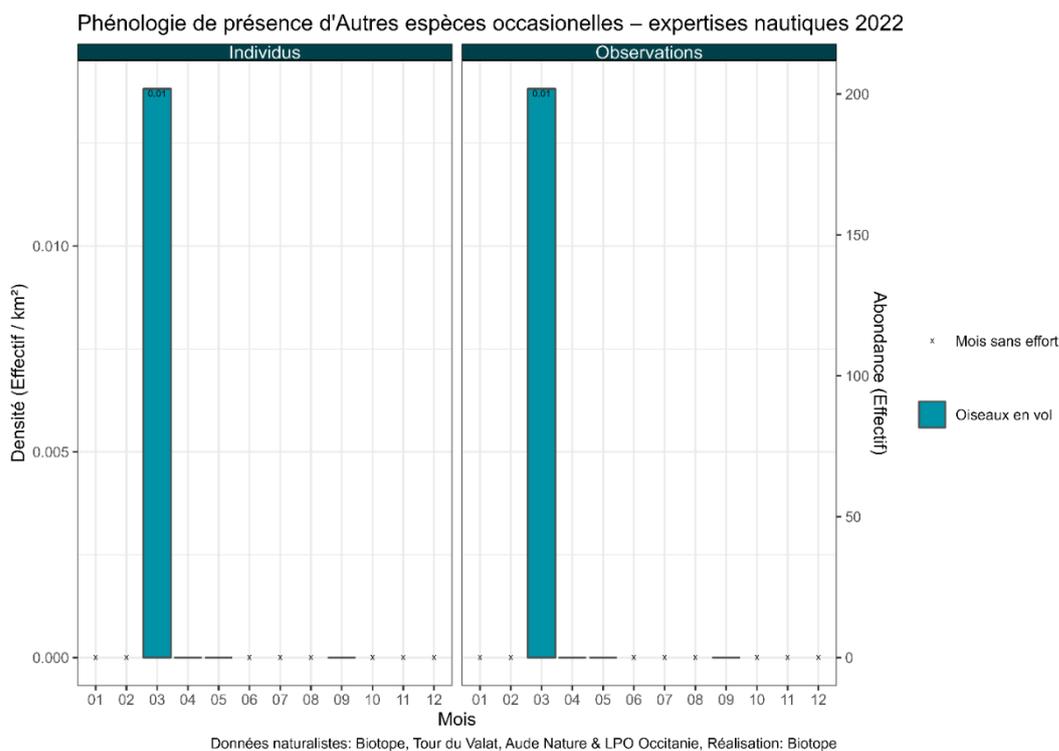


Figure 53 : Phénologie de présence des autres espèces occasionnelles – Expertises nautiques 2022

Dans ce graphique, seule la phénologie de densité du Fou de Bassan est représentée ; les observations des autres espèces (Goéland brun et Puffin fuligineux) ne correspondant pas aux conditions du protocole d'analyses statistiques.

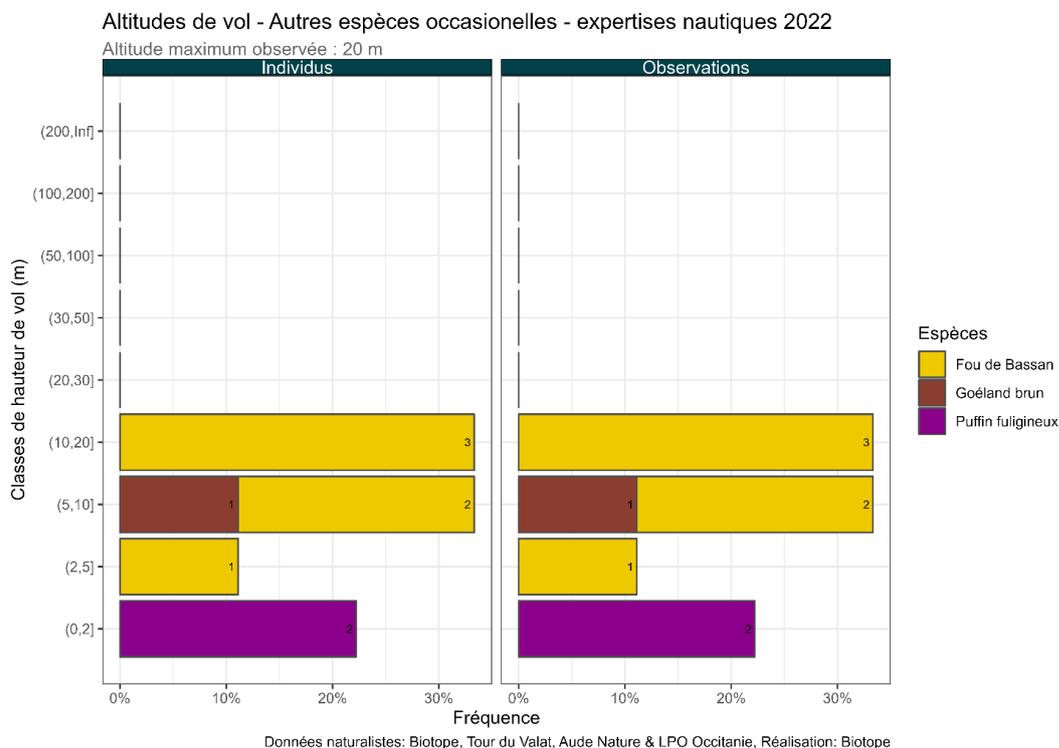


Figure 54 : Altitudes de vol des autres espèces occasionnelles – Expertises nautiques 2022

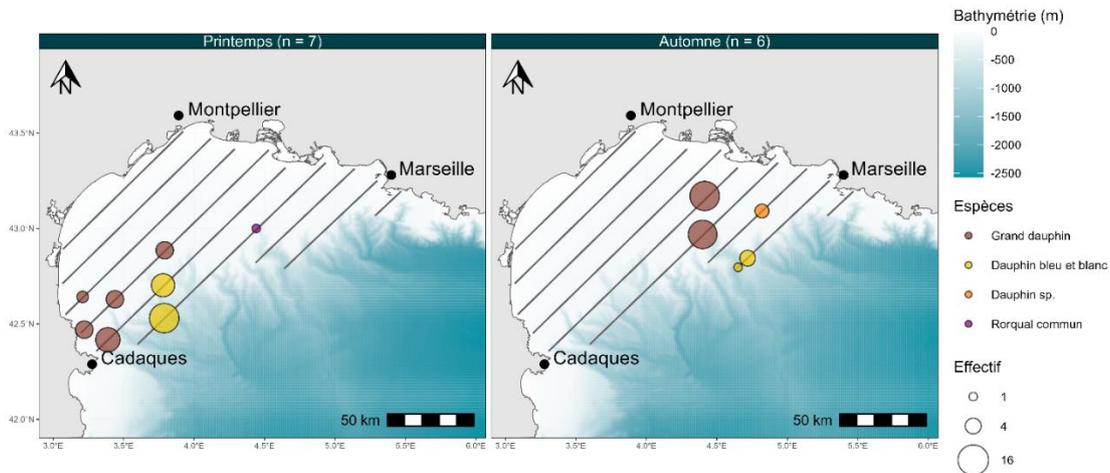
Les mammifères marins

- **Dauphins et Rorqual commun**



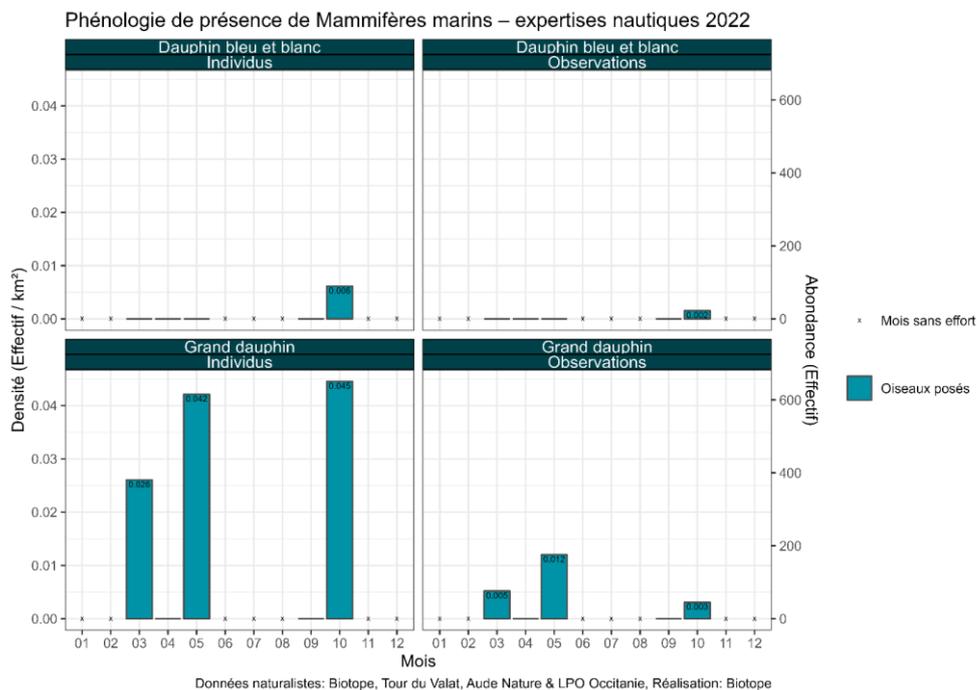
Programme MIGRALION

Observations de Mammifères marins - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 55 : Observations de mammifères marins – Expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope

Figure 56 : Phénologie de présence des mammifères marins – Expertises nautiques 2022

Dans ce graphique, le Rorqual commun et le Dauphin sp. n'ont pas été représentés en raison des distances d'observation hors protocole ; l'analyse statistique de densité n'est donc pas réalisable pour ces espèces.

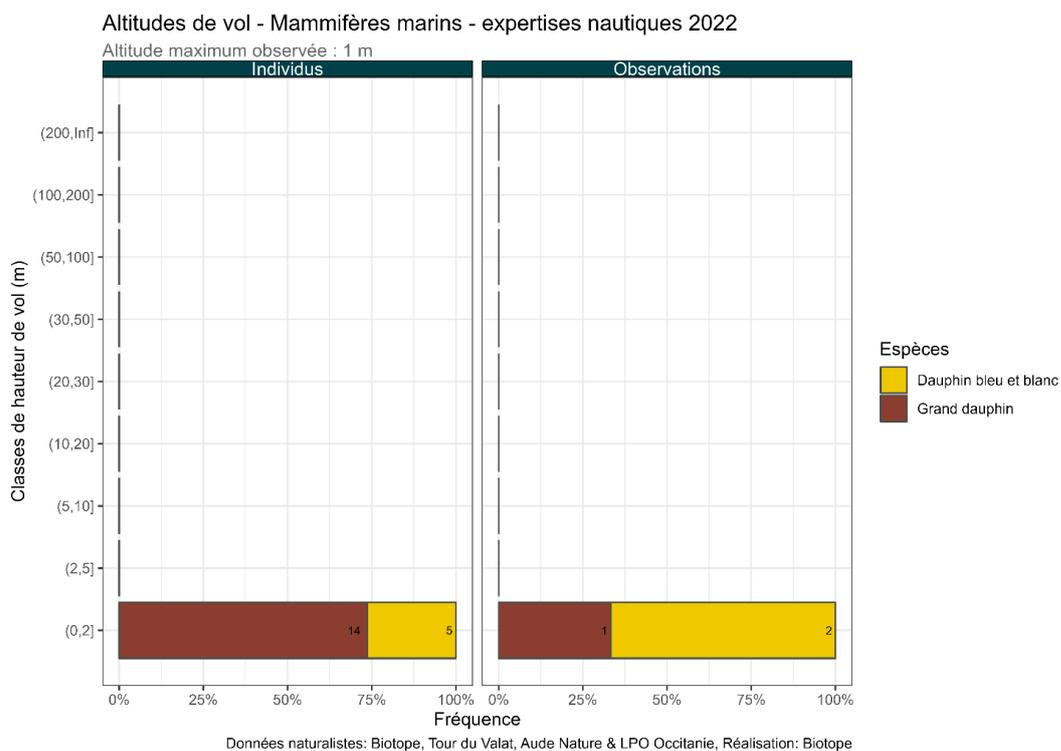


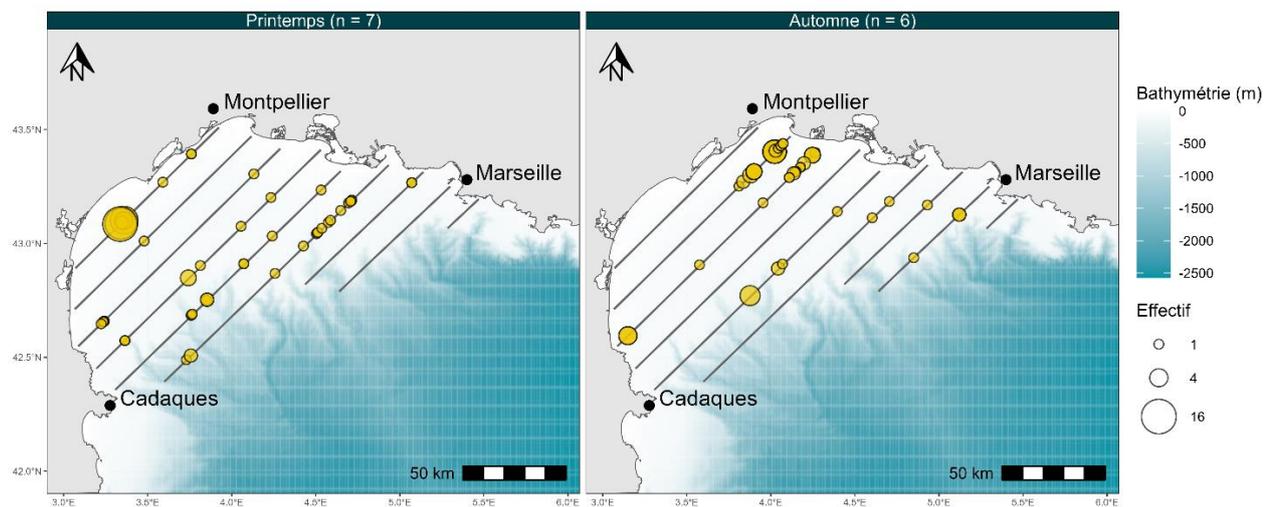
Figure 57 : Altitudes de vol des mammifères marins – Expertises nautiques 2022

5. Présentation des données récoltées pour les migrateurs terrestres

Les passériformes



Programme MIGRALION
Observations de passereaux sp. - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 58 : Observations de passériformes – Expertises nautiques 2022

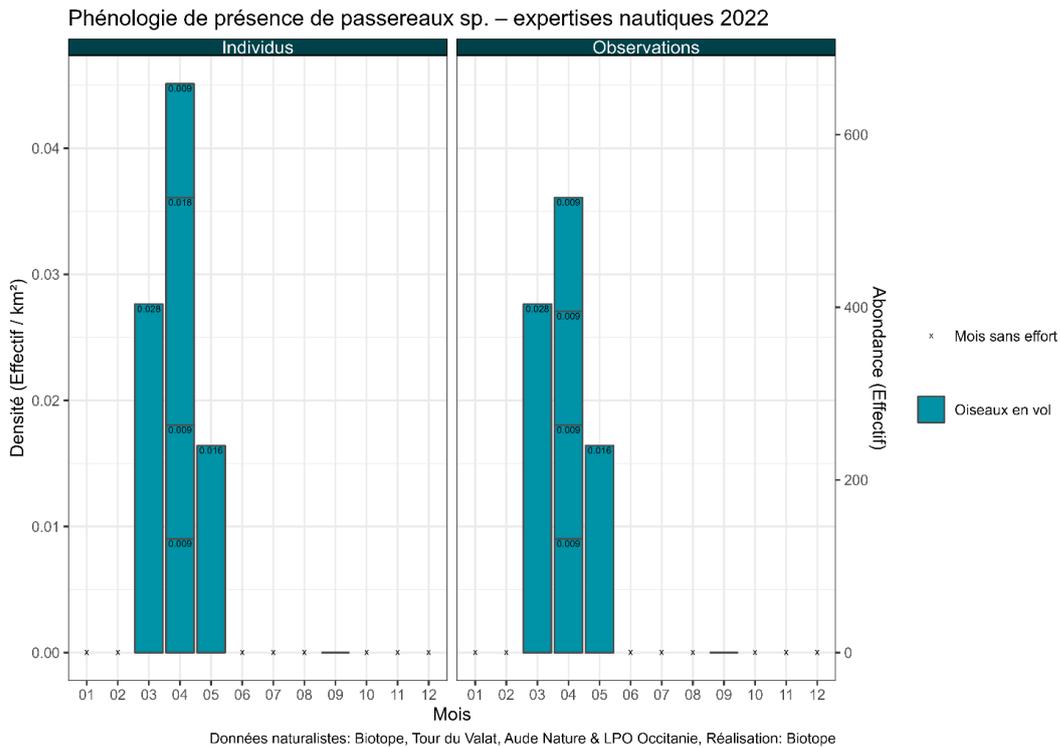


Figure 59 : Phénologie de présence des passereaux – Expertises nautiques 2022

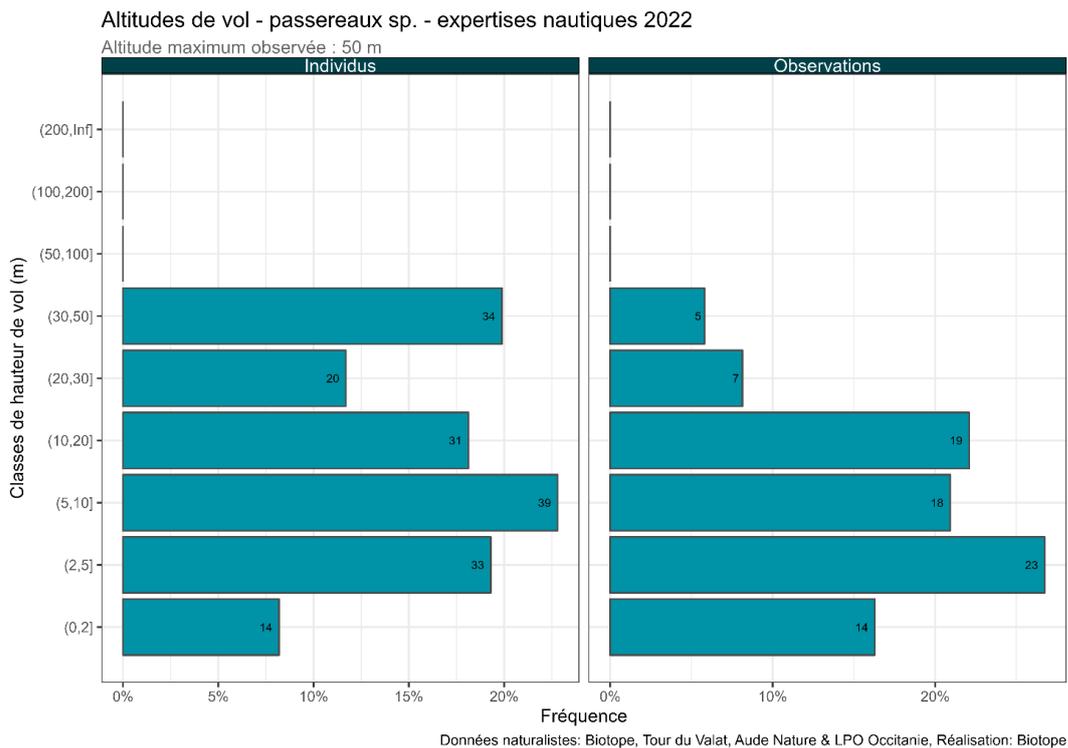


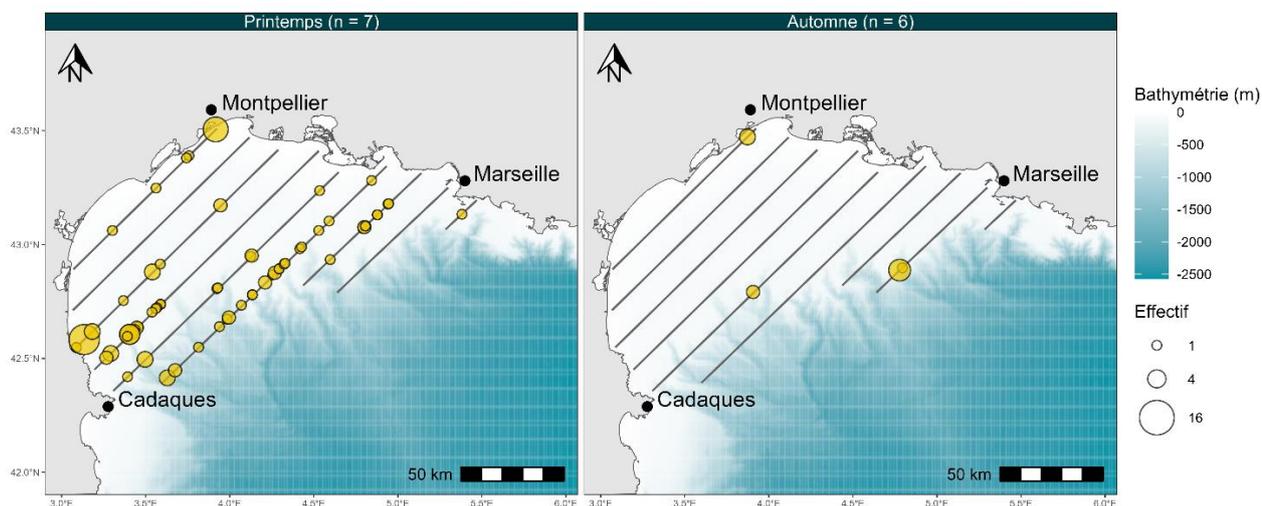
Figure 60 : Altitudes de vol des passereaux – Expertises nautiques 2022

Les Hirundinidés (hirondelles) et espèces associées (martinets)

- **L'Hirondelle rustique**



Programme MIGRALION
Observations de Hirondelle rustique - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 61 : Observations de l'Hirondelle rustique – Expertises nautiques 2022

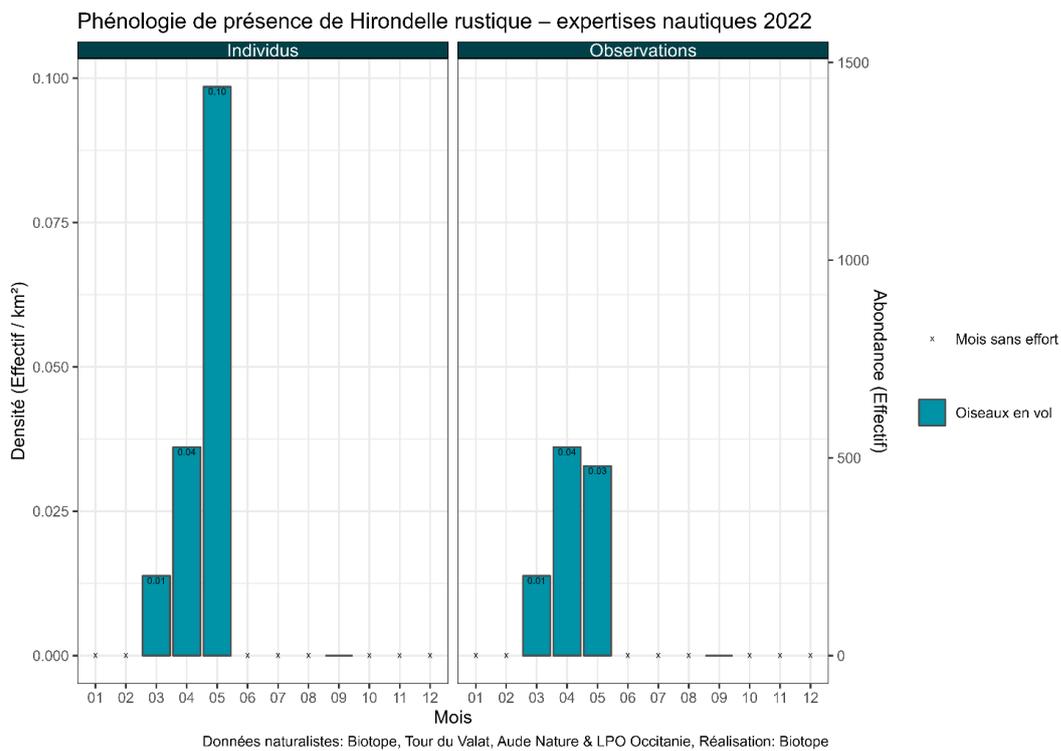


Figure 62 : Phénologie de présence de l’Hirondelle rustique – Expertises nautiques 2022

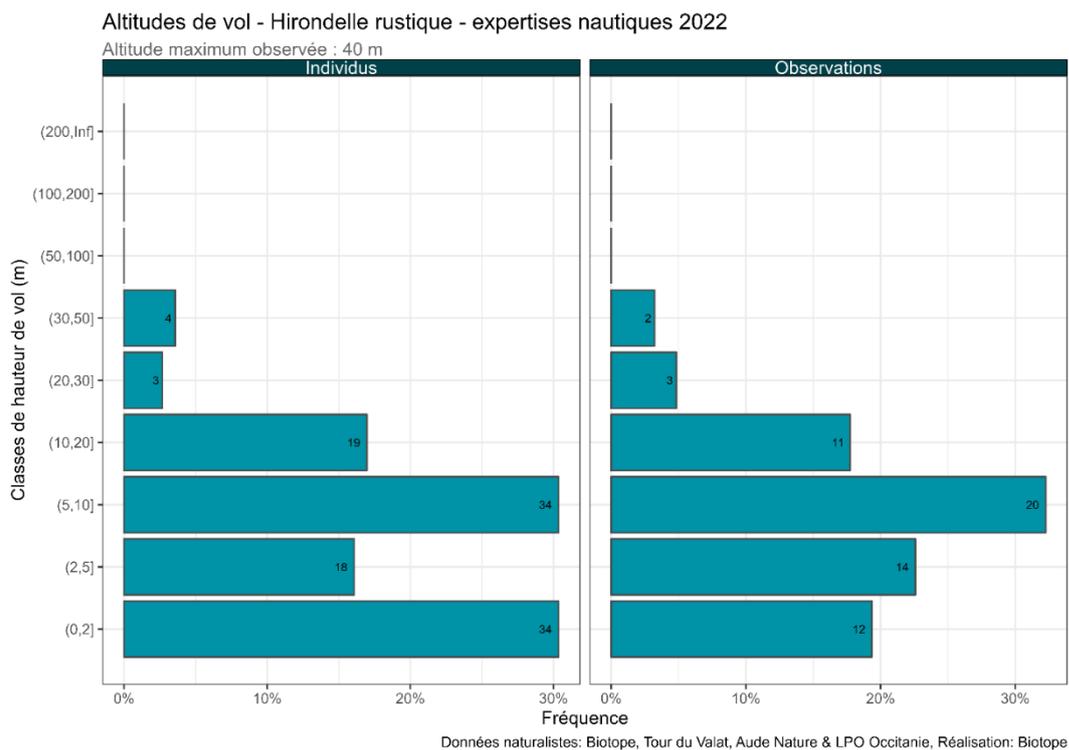
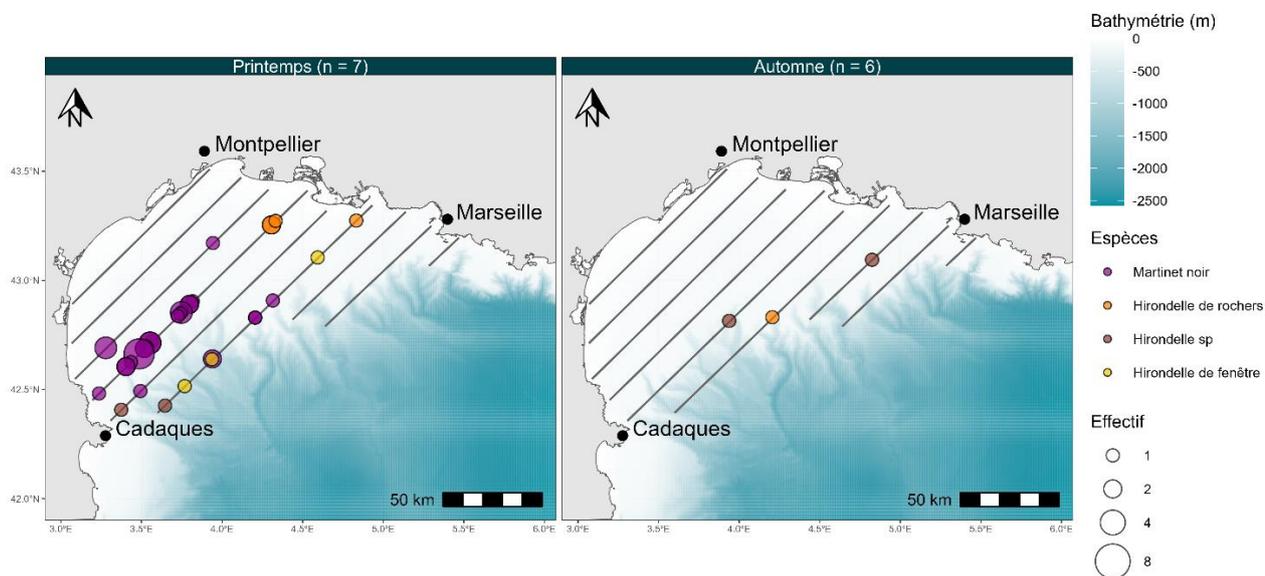


Figure 63 : Altitudes de vol de l’Hirondelle rustique – Expertises nautiques 2022

- **Autres hirondelles et martinets**



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 64 : Observations d'autres hirondelles et de martinets – Expertises nautiques 2022

Phénologie de présence de Hirondelles et Martinets – expertises nautiques 2022

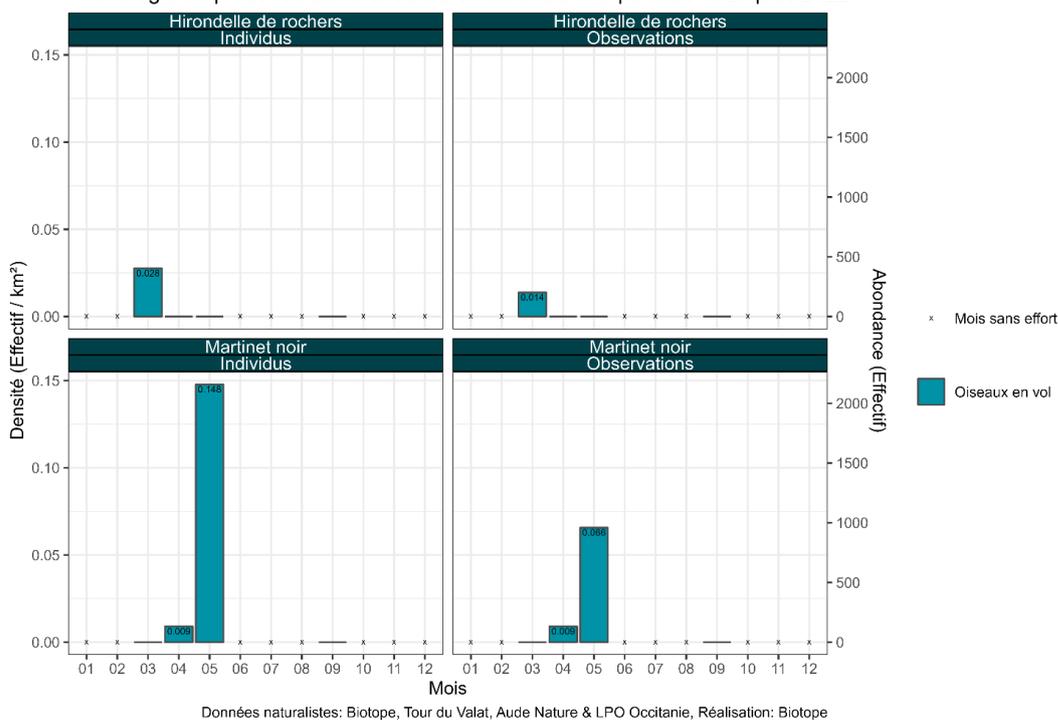


Figure 65 : Phénologie de présence des autres hirondelles et martinets – Expertises nautiques 2022
 Dans ce graphique, l'Hirondelle de fenêtre et l'hirondelles sp. ne sont pas représentées en raison du non-respect des conditions du protocole d'analyses statistiques de densité (données hors snapshot).

Altitudes de vol - Hirondelles et Martinets - expertises nautiques 2022

Altitude maximum observée : 500 m

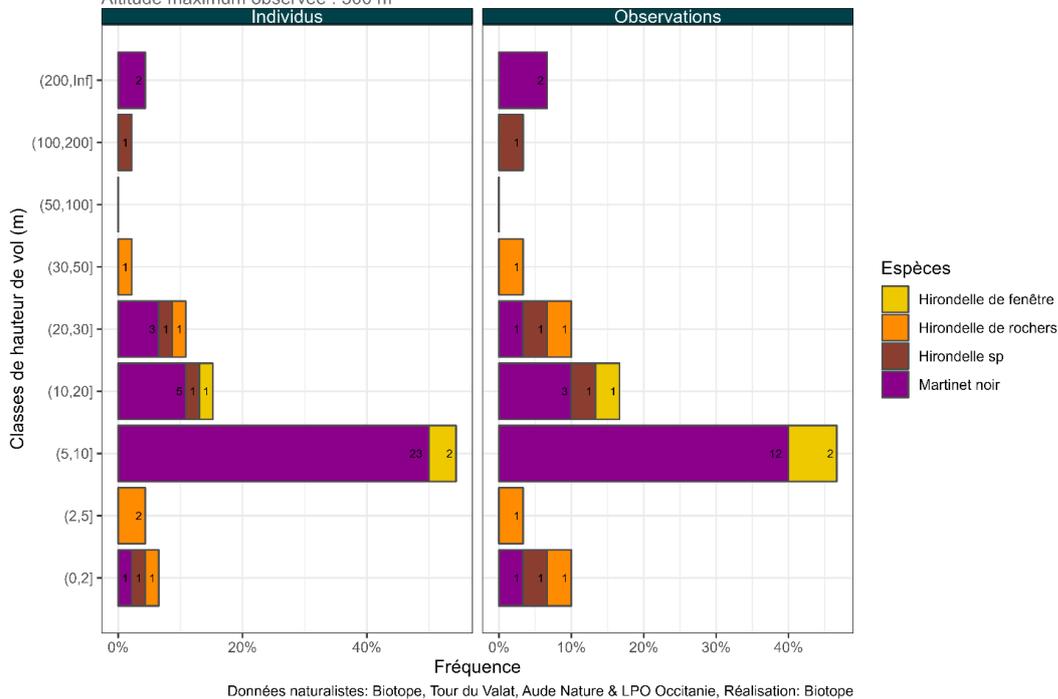
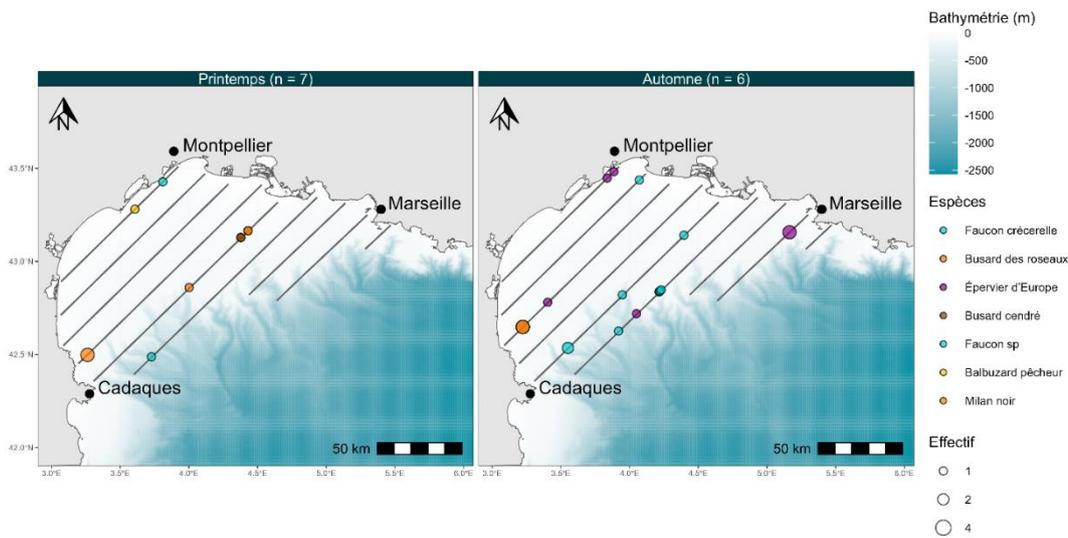


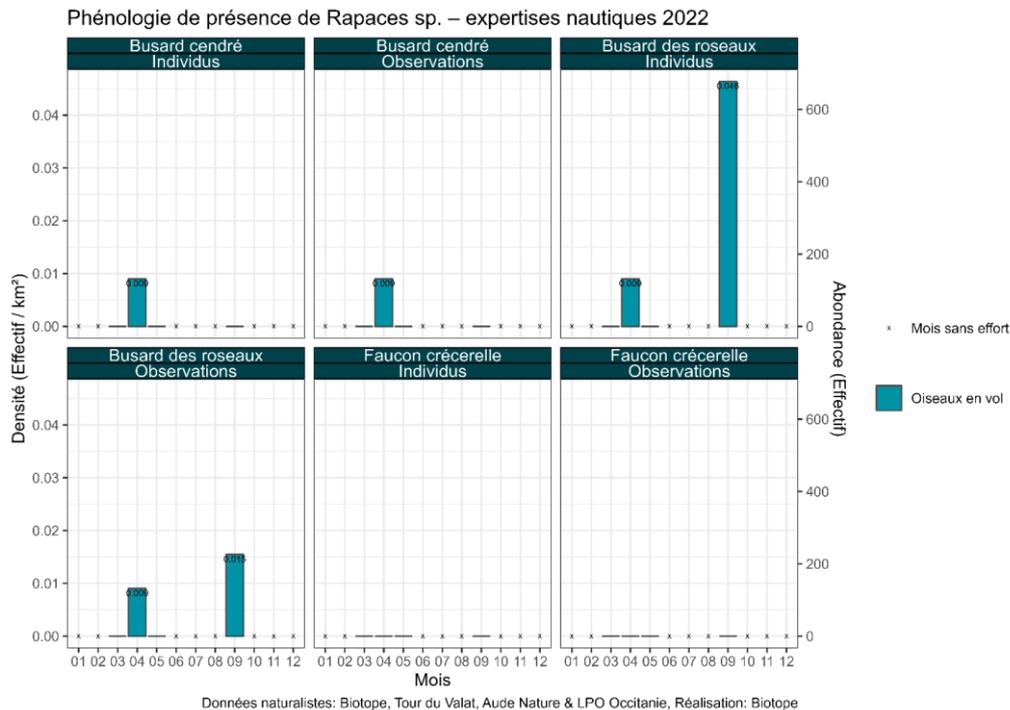
Figure 66 : Altitudes de vol des autres hirondelles et martinets – Expertises nautiques 2022

Les Falconiformes (faucons, busards etc...)



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - HistoIt

Figure 67 : Observations des Falconiformes – Expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope

Figure 68 : Phénologie de présence des Falconiformes – Expertises nautiques 2022

Dans ce graphique, les espèces Balbuzard pêcheur, Epervier d'Europe, Faucon sp et Milan noir ne sont pas représentées en raison du non-respect des conditions du protocole d'analyses statistiques de densité (données hors snapshot).

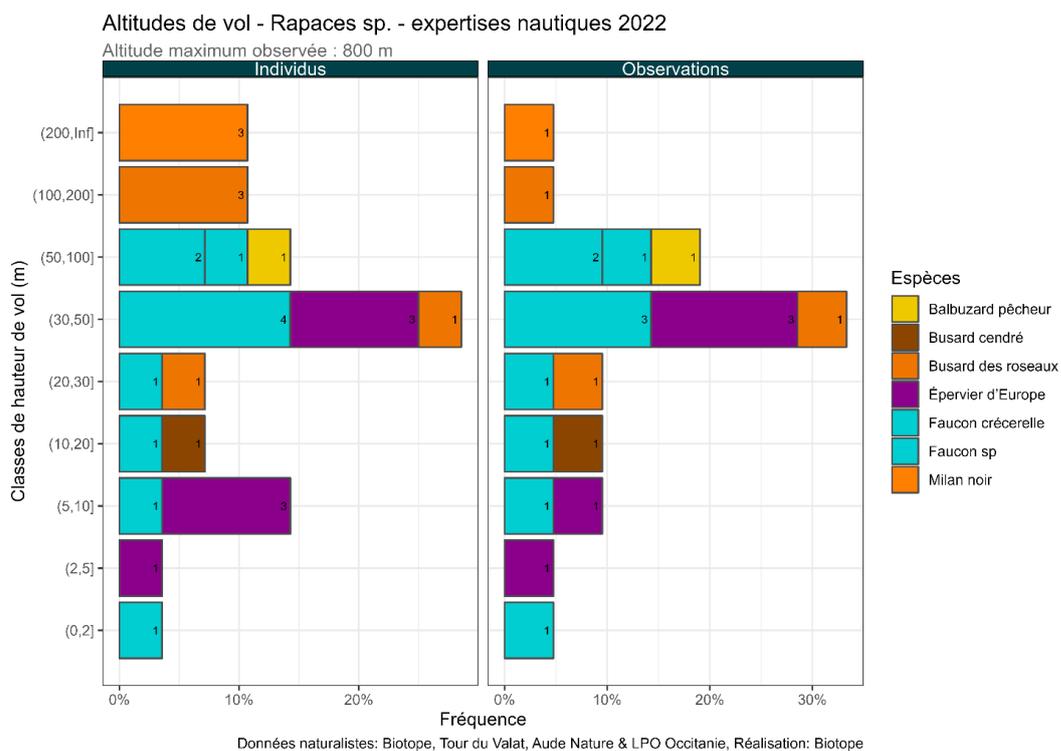
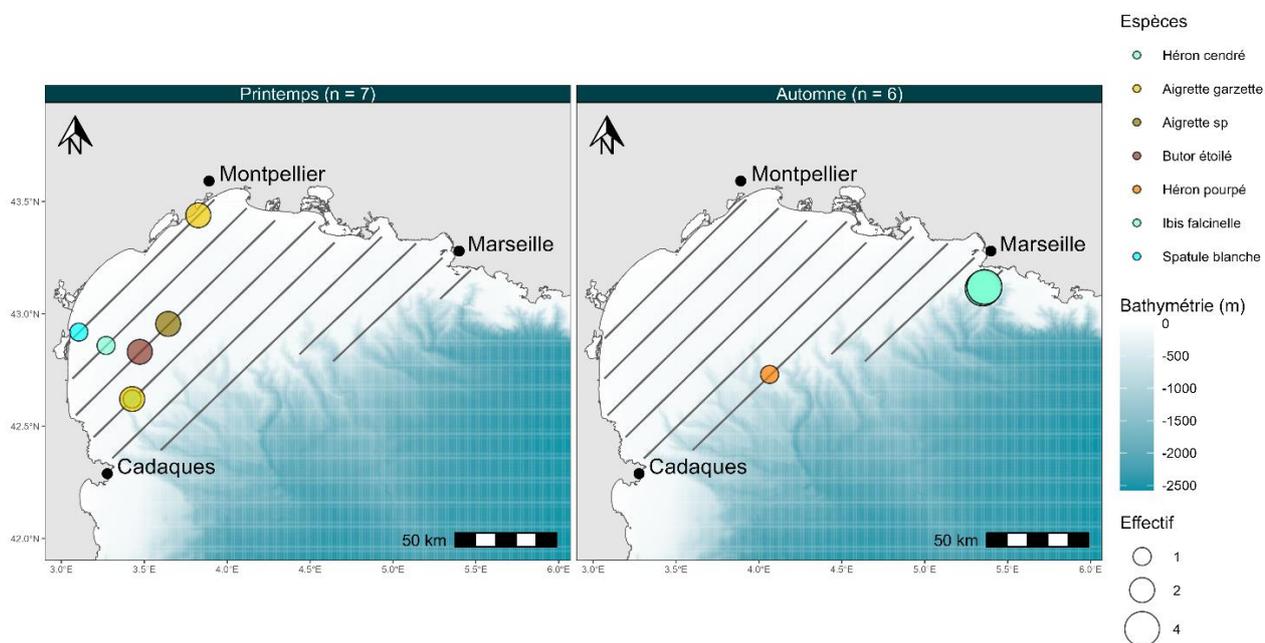


Figure 69 : Altitudes de vol des Falconiformes – Expertises nautiques 2022

Les Ardéidés et espèces associées



Données naturalistes: Biotopie, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotopie, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 70 : Observations d'Ardéidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022

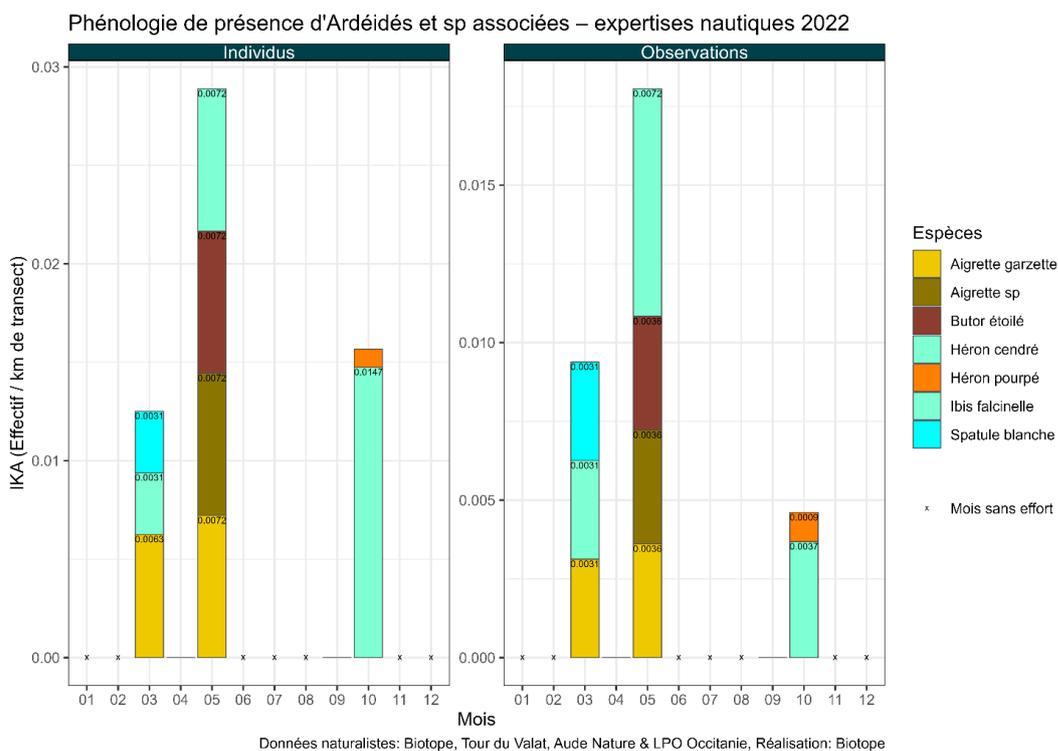


Figure 71 : Phénologie de présence des Ardéidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022

Ce graphique ne représente pas une densité mais des observations d'oiseaux en vol ; hors protocole d'estimation statistique de densité (cf. Méthodologie :

Distributions temporelles : Phénologie de présence par saison

Distributions temporelles : Phénologie de présence par saison).

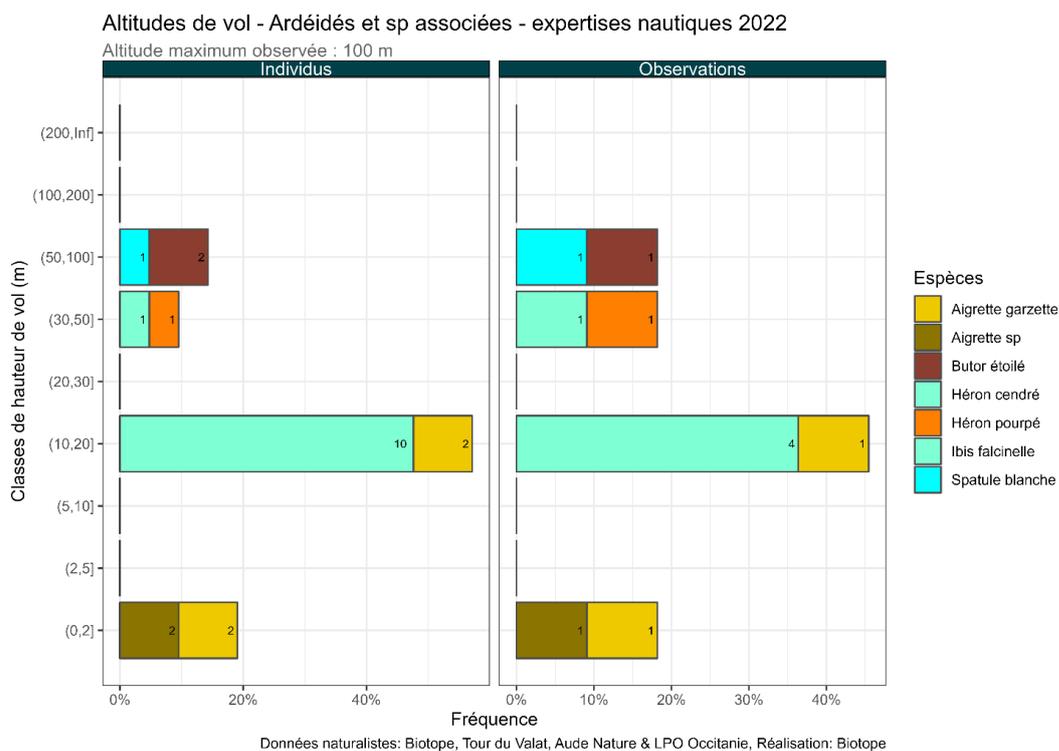
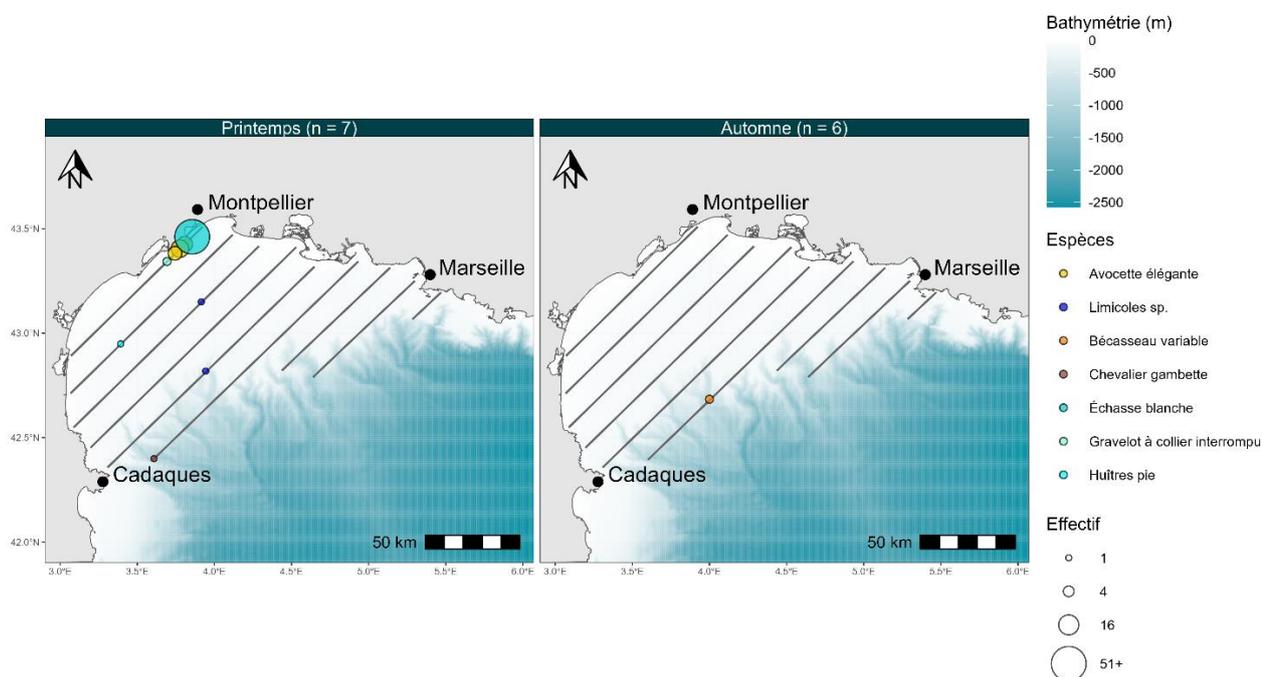


Figure 72 : Altitudes de vol des Ardéidés et des espèces associées – Expertises nautiques 2022

Les petits échassiers (bécasseaux, chevaliers etc...)



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 73 : Observations de petits échassiers – Expertises nautiques 2022

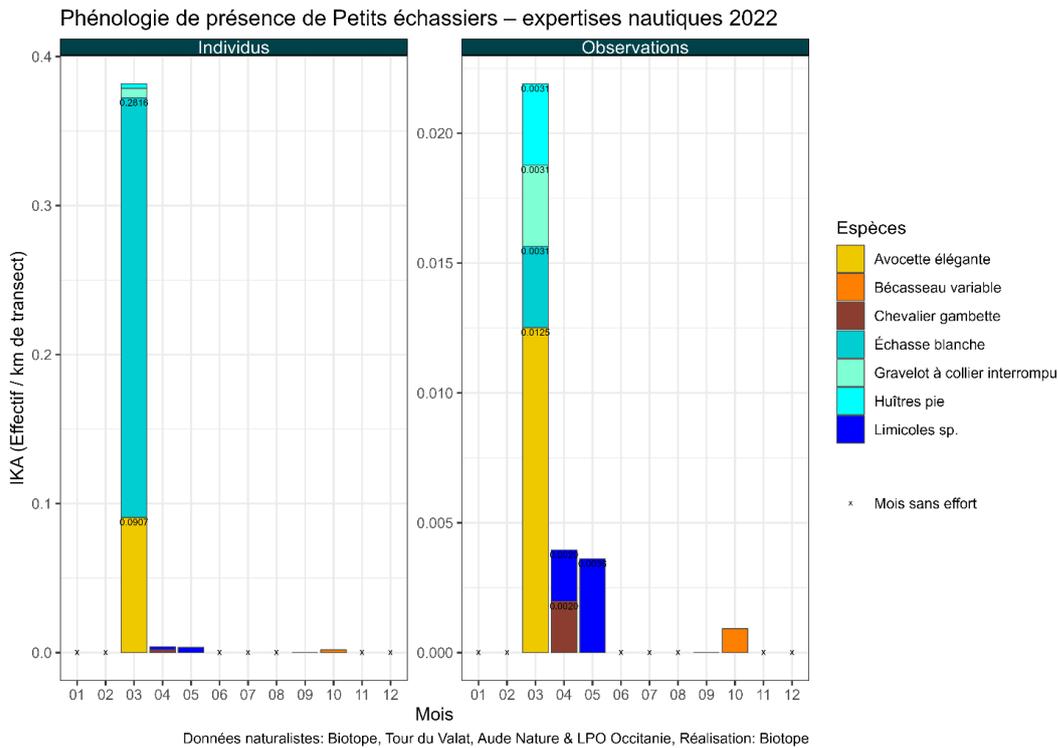


Figure 74 : Phénologie de présence des petits échassiers – Expertises nautiques 2022

Ce graphique ne représente pas une densité mais des observations d'oiseaux en vol ; hors protocole d'estimation statistique de densité (cf. Méthodologie :

Distributions temporelles : Phénologie de présence par saison).

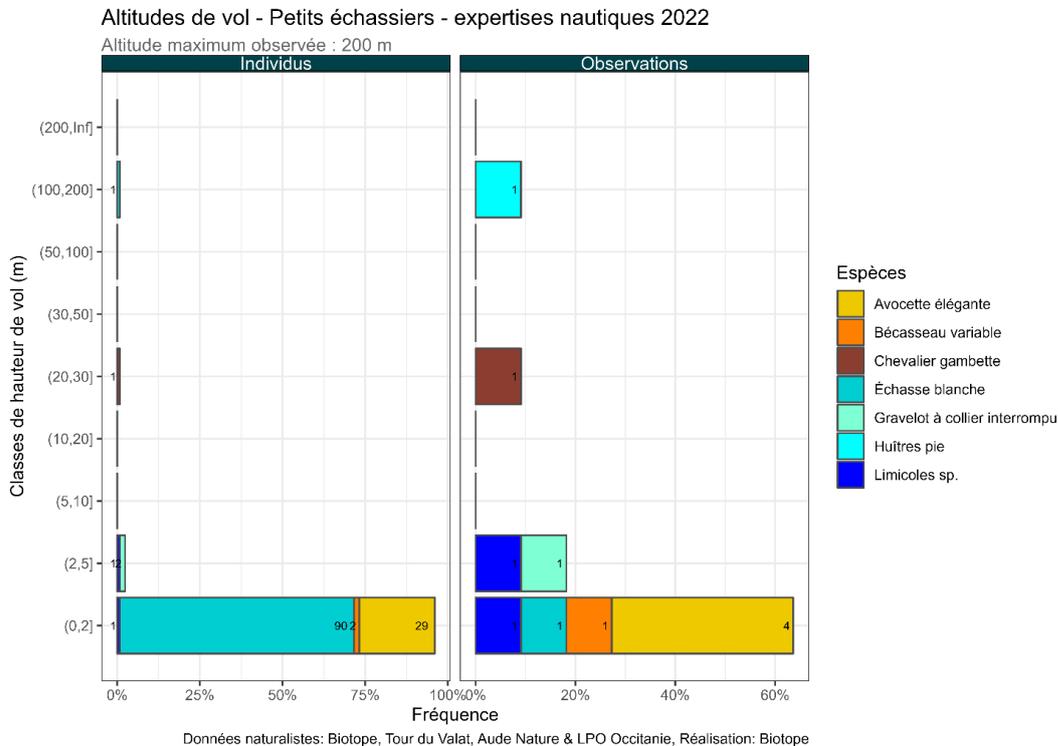


Figure 75 : Altitudes de vol des petits échassiers – Expertises nautiques 2022

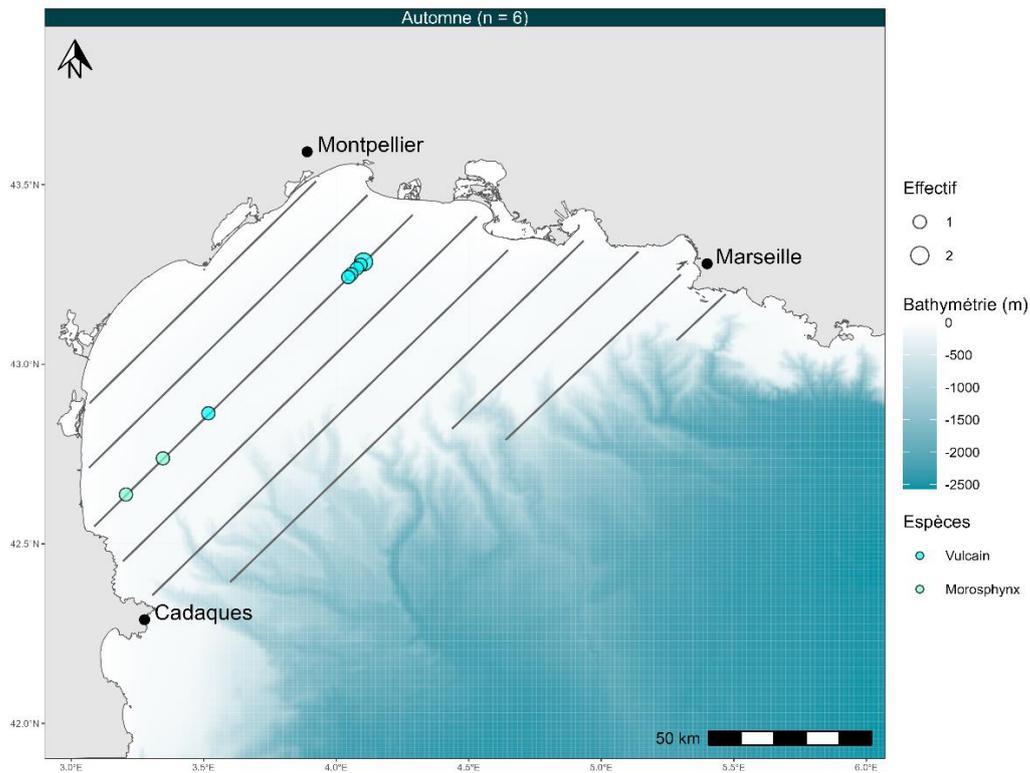
Autres espèces migratrices observées (lépidoptères)

- **Le Vulcain et le Moro-Sphinx**



Programme MIGRALION

Observations de Lépidoptères - expertises nautiques 2022



Données naturalistes: Biotope, Tour du Valat, Aude Nature & LPO Occitanie, Réalisation: Biotope, bathymétrie: SHOM - HOMONIM, trait de côte: SHOM - Histolitt

Figure 76 : Observations de Vulcain et Moro-Sphinx – Expertises nautiques 2022

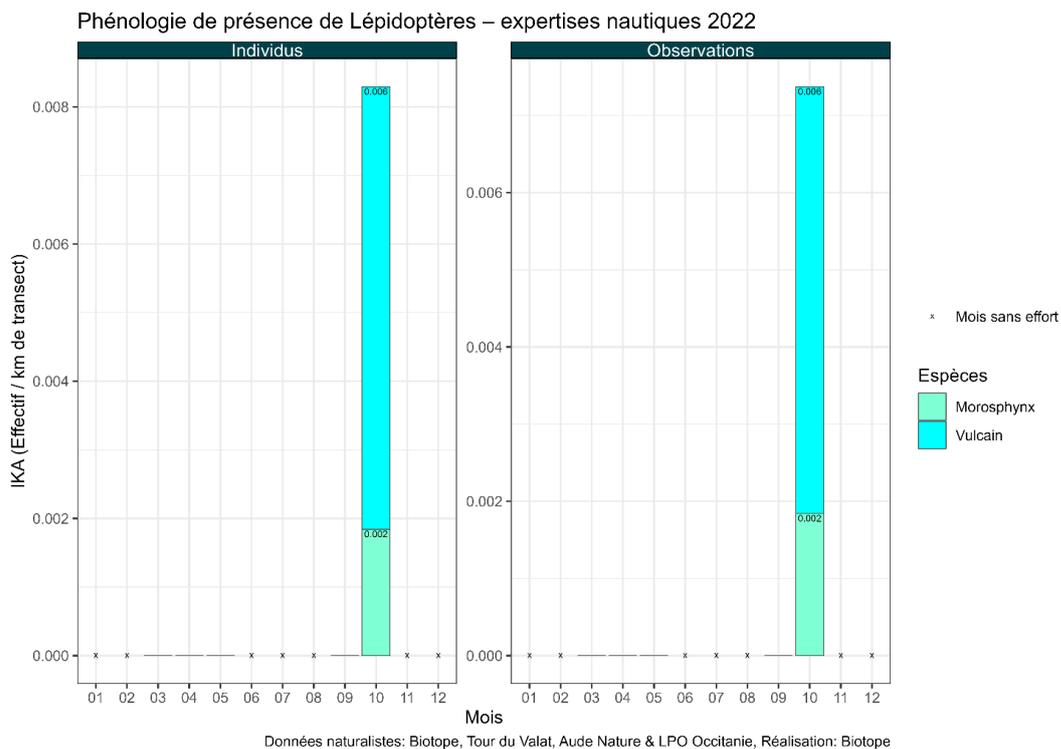


Figure 77 : Phénologie de présence de Vulcain et Moro-Sphinx – Expertises nautiques 2022
 Ce graphique ne représente pas une densité mais des observations d'espèces en vol ; hors protocole d'estimation statistique de densité (cf. Méthodologie :
 Distributions temporelles : Phénologie de présence par saison).

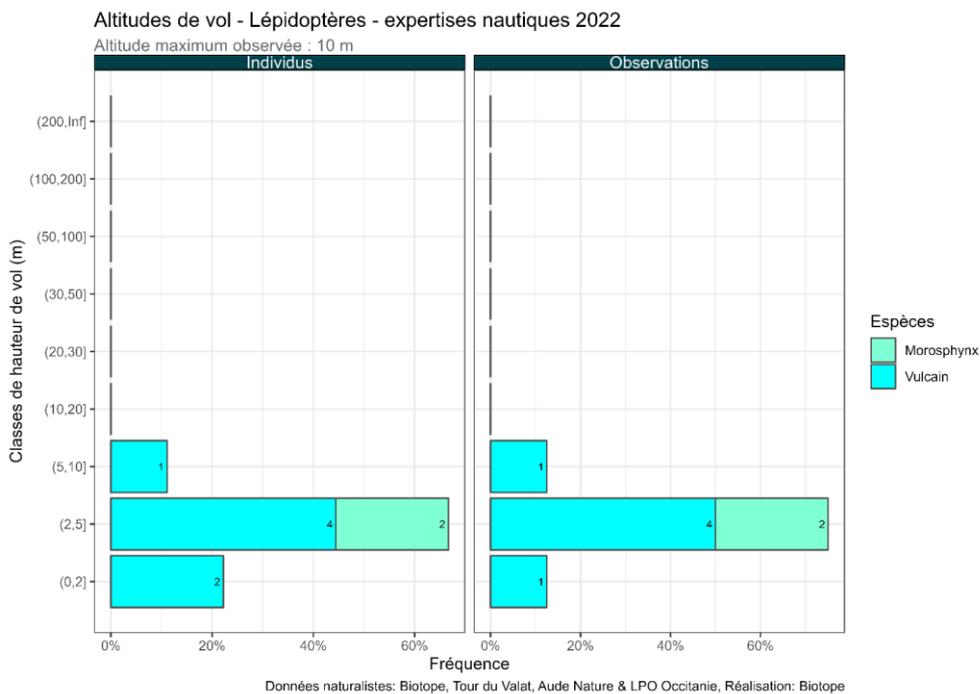


Figure 78 : Altitudes de vol de Vulcain et Moro-Sphinx – Expertises nautiques 2022

II.2 Résultats des enregistrements acoustiques oiseaux

En parallèle des observations visuelles et des suivis par radar, des enregistrements par acoustique passive ont été réalisés pour la détection des oiseaux et des chauves-souris.

Pour les oiseaux, le dispositif a été initialement installé au niveau du nid de pie pour sa position en hauteur et le faible bruit environnant. Les données obtenues présentent toutefois des niveaux de saturation importants, liés aux vibrations du bateau.

Afin de diminuer l'enregistrement de ces bruits parasites, le dispositif acoustique « avifaune » a été déplacé à l'avant du bateau lors de la campagne de mai 2022. Bien que la qualité des sons soit meilleure, le niveau de bruit résiduel reste important. Des tests ont donc été effectués à terre à l'été 2022 pour trouver des solutions afin de limiter les bruits parasites liés au bateau. Le caisson de la parabole a été démonté, un nouveau support a été préparé, et un second micro (omnidirectionnel) a été ajouté. La qualité des données a ainsi été nettement améliorée pour la campagne d'automne 2022. Les données récoltées restent néanmoins fortement contraintes par les conditions de vent, le bruit ambiant et autres bruits parasites présents au large et qui viennent altérer les capacités de détection du micro et de la parabole.

1. Bilan des observations

Lors des transects réalisés à l'automne 2022, 1050 cris d'oiseaux ont été enregistrés et identifiés et ont permis de mettre en évidence **7 espèces migratrices au large du golfe du Lion. Le nombre d'individus estimés s'élèvent à 120** avec une prédominance pour les turridés (grives, merles et rougegorges).

La prédominance de ces espèces est probablement liée à l'abondance des espèces citées et de leurs caractéristiques de vol (de nuit et à basse altitude).

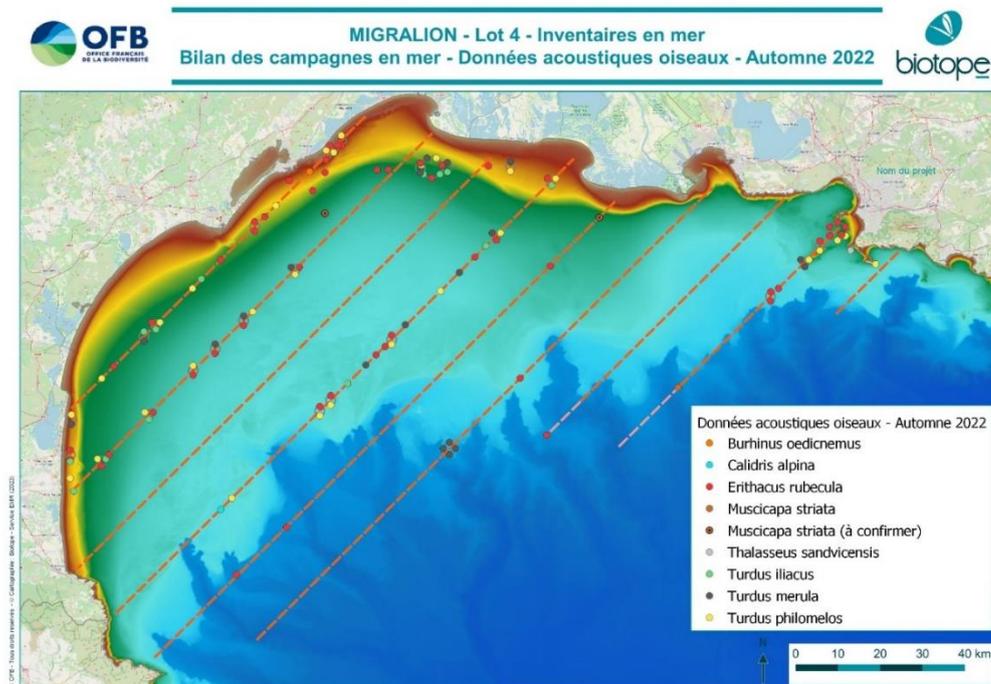


Figure 79 : Observations par enregistrement acoustiques réalisées au cours des campagnes 2022 pour les oiseaux. (image ©Biotope). * Chaque point correspond à une observation.

2. Espèces contactées

Tableau 4 : Synthèse des espèces contactées lors des campagnes d'automne 2022 – Acoustique oiseaux

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nombre de cris	Éléments d'écologie	Remarques relatives aux passages observés
Oedicneme criard <i>Burhinus oedicnemus</i>	21	L'Œdicnème criard est un nicheur commun en France, migrateur commun et hivernant occasionnel. Il fréquente les landes, plaines sablonneuses ou à végétation pauvre, les champs pierreux et culture. Il hiverne majoritairement dans le Sud-Ouest de l'Europe et en Afrique.	
Grive mauvis <i>Turdus iliacus</i>	60	La Grive mauvis est une migratrice et hivernante abondante en France. L'aire d'hivernage de l'espèce <i>iliacus</i> comprend l'Europe de l'Ouest et le pourtour Méditerranéen, jusqu'à la Mer Caspienne. Elle fréquente les zones boisées, de conifères, bois mixtes ou saulaies.	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre
Merle noir <i>Turdus merula</i>	155	Le Merle noir est présent dans l'ensemble du Paléarctique occidentale. C'est un migrateur partiel plus ou moins abondant selon sa latitude (plus important dans le Nord). Les populations finlandaises peuvent migrer jusque dans le sud-est de la France, Italie et Balkans. Cette espèce fréquente de nombreux milieux, comme les haies, zones arbustives, lisières, parcs, jardins et même zones urbaines.	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre
Rougegorge <i>Erithacus rubecula</i>	358	Espèce très commune. Le Rougegorge familier est un hivernant et migrateur, très commun. Il est très répandu sur les côtes atlantiques européennes et du Maroc jusqu'en Oural. C'est un des oiseaux les plus abondants en France. Cette espèce fréquente la plupart du temps les zones humides, les environnements forestiers et buissonnants mais aussi dans les parcs, jardins et campagnes. Les populations se trouvant en France peuvent alors hiverner jusqu'au Maghreb.	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre
Grive muscicienne <i>Turdus philomelos</i>	454	La Grive muscicienne se trouve dans une grande variété de milieux, comme les boisements, bocages, maquis et zones cultivées. Une importante partie des individus migre la nuit. Cette espèce est répandue sur tout le Paléarctique occidental. C'est une nicheuse abondante en France, et aussi migratrice et hivernante abondante.	Passage très important dans les nuits du 27/28 et 28/29 octobre

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Nombre de cris	Éléments d'écologie	Remarques relatives aux passages observés
Bécasseau variable <i>Calidris alpina</i>	1	Le Bécasseau variable est une espèce holarctique. On retrouve cette espèce en hiver sur l'ensemble d'Europe de l'Ouest jusqu'au Maghreb pour la sous-espèce alpina. En période de migration c'est un des limicoles les plus commun. Il fréquente les milieux aquatiques variés, comme les littoraux, les vasières, marais salés.	

Les nuits du 27-28 et 28-29 octobre ont été particulièrement riches en détections d'oiseaux migrateurs, indiquant un passage important d'oiseaux volant bas.

II.3 Résultats des enregistrements acoustiques chiroptères

Les données du suivi acoustique « chiroptères » sont plus facilement analysables étant donnée la gamme de fréquences utilisée par ces espèces. Les chauves-souris émettent en effet des ultrasons à des fréquences plus élevées que le bruit ambiant, ce qui permet de s'affranchir du bruit du bateau.

1. Bilan des observations

Lors des transects réalisés au printemps et à l'automne 2022, 53 contacts (en minutes positives) de chiroptères ont été enregistrés et ont permis de mettre en évidence **5 espèces et 2 groupes d'espèces**. Le nombre d'individus estimés s'élèvent à **39** avec une prédominance pour la **Pipistrelle pygmée** (11 individus) et la **Noctule de Leisler** (8 individus).

La quasi-totalité des observations ont été réalisées à l'automne 2022. Cette différence de volume de données récoltées est probablement à mettre en lien avec la plus forte activité migratoire des chiroptères à cette saison. En effet, les expertises mises en œuvre au début du printemps 2022 apparaissent trop précoces et peu adaptées au pic d'activité des chiroptères pour cette période de l'année.

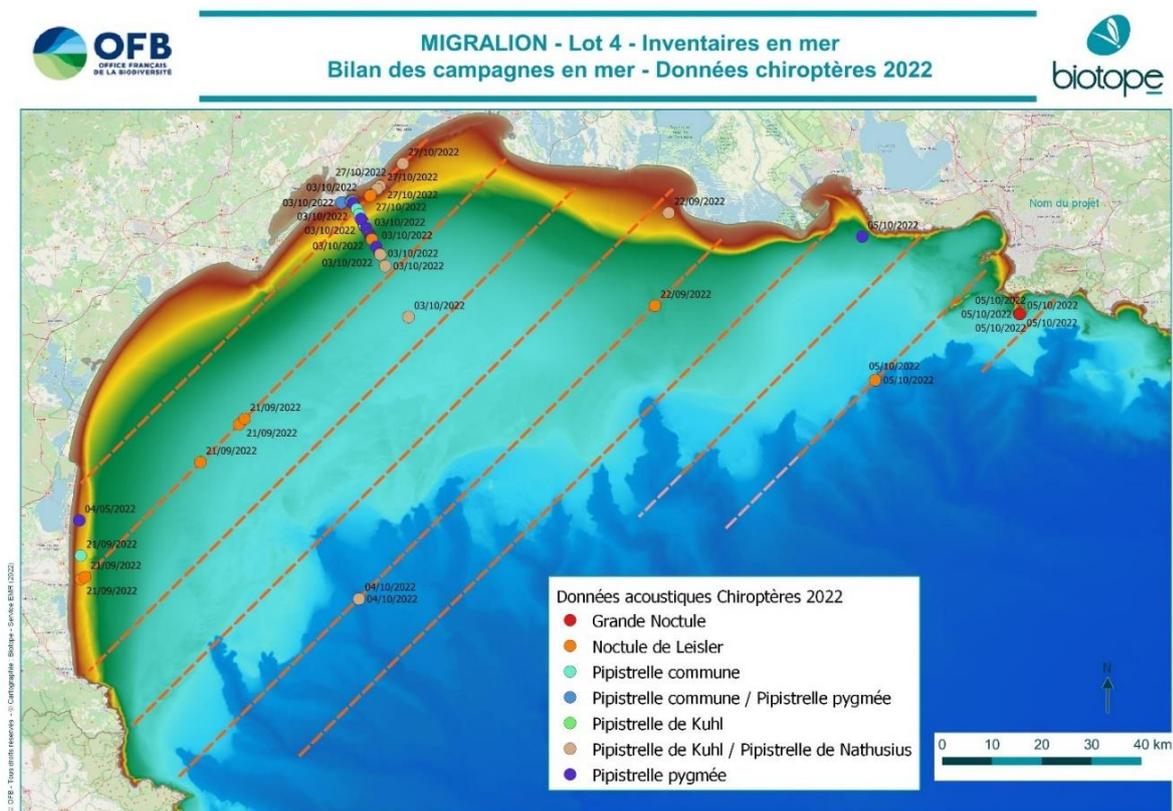


Figure 80 : Observations par enregistrement acoustiques réalisées au cours des campagnes 2022 pour les chiroptères. (image ©Biotope).* Chaque point correspond à une observation.

2. Espèces contactées

Le tableau présenté ci-dessous synthétise les espèces mises en évidence lors des campagnes de 2022.

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nombre de contacts (minutes positives)			Nb individus estimé	Éléments d'écologie
	Print	Aut	Print et Aut		
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	0	1	1	2	Espèce peu documentée, la Grande Noctule est une grande migratrice arboricole et forestière qui semble passer l'hiver au sud de l'Europe (Espagne) et remonter vers le nord-est pour mettre bas. C'est une espèce de très haut vol qui peut chasser jusqu'à 2000 m d'altitude et parcourir jusqu'à 130 km en une nuit. C'est la seule espèce européenne carnivore qui consomme à la fois des insectes et des passereaux. La chasse de ces derniers semble plutôt saisonnière (printemps et automne) en lien avec leur flux migratoire. Remarque : 2 individus contactés en même temps et en chasse.
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	0	9	9	8	Espèce forestière qui s'adapte à la vie urbaine, la Noctule de Leisler est migratrice sur la quasi-totalité de son aire de distribution. Ce sont majoritairement les femelles qui migrent, sur un axe nord-est/sud-ouest, avec un record établi de 1567 km entre le nord de l'Allemagne et l'Espagne. Quelques migrations ont été notées sur un axe nord/sud entre la Russie et la Turquie. La Noctule de Leisler, opportuniste dans le choix de ses proies, a tendance à s'alimenter au niveau des essaimages d'insectes. Remarque : Un individu observé et contacté en plein jour (vers midi) Individus contactés en chasse
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0	8	8	5	Espèce anthropophile et ubiquiste, la Pipistrelle commune n'est pas considérée comme migratrice. Elle ne s'éloigne que rarement de son domaine vital et parcourt des distances inférieures à 20 km entre ses gîtes d'été et d'hiver (quelques cas exceptionnels à 100 km). Très ubiquiste dans le choix de ses terrains de chasse, elle chasse partout tant que des insectes s'y trouvent (milieux boisés ou humides, villes etc...).
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1	18	19	11	Espèce anthropophile, la Pipistrelle pygmée marque une préférence pour les milieux humides et boisés mais chasse aussi en zone lagunaire, au-dessus-de la mer ou des baies. Elle est considérée comme partiellement migratrice mais plusieurs reprises montrent de

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nombre de contacts (minutes positives)			Nb individus estimé	Éléments d'écologie
	Print	Aut	Print et Aut		
					longs déplacements (775 km entre la Saxe et la Croatie). Des observations en fin de saison de grand groupe d'individus dans des régions où il n'y en a habituellement que très peu (haute vallée du Rhin, nord-ouest de la Suisse et de la Drôme) pourraient être l'indice d'un possible comportement migratoire en lien avec leur cycle de vie (accouplements, hibernation) ou le changement climatique.
Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pipistrellus</i> / <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0	2	2	2	-
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	0	2	2	2	Espèce ubiquiste et anthropophile, la Pipistrelle de Kuhl est la plus thermophile des pipistrelles et chasse préférentiellement dans les endroits secs (lisières des pinèdes et chênaies, garrigues, espaces agricoles...), domine au sein des villes et les villages, le long des haies et dans les parcs, et fréquente parfois les zones humides. Elle est considérée comme sédentaire mais étend de plus en plus son aire de répartition vers le nord, sans doute en lien avec le changement climatique.
Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>Pipistrellus nathusii</i>	0	12	12	9	Espèce migratrice et principalement arboricole, la Pipistrelle de Nathusius apprécie particulièrement les massifs boisés, les haies et les lisières, mais aussi les zones humides (cours d'eau, étangs, prairies humides, bordures des lagunes etc...) et peut chasser jusqu'à 3 km des côtes. Elle migre sur de longues distances (au-delà de 1000 km avec un record établi de 2224 km entre la Lettonie et le nord de l'Espagne) sur un axe sud-ouest/nord-est, à une altitude de vol de 30 à 50 m et une vitesse de 29 à 48 km/h. Trois voies principales migratoires ont été identifiées : un axe longeant la mer du Nord et la Manche puis coupant la Bretagne jusqu'au littoral Atlantique, un second longeant les fleuves et grandes rivières de la Meuse au Rhin jusqu'à la Saône et le Rhône puis les rivages méditerranéens, et un axe alpin franchissant les cols suisses et français.

Tableau 5 : Espèces de chiroptères contactées en mer en 2022 et éléments d'écologie

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		Nombre de contacts (minutes positives)			Nb individus estimés
	Europe	France	Liste Rouge Nationale	Dét. ZNIEFF	Printemps	Automne	Printemps et automne	
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	An. IV DH	Art. 2	VU	DZ	0	1	1	2
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV DH	Art. 2	NT	-	0	9	9	8
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV DH	Art. 2	NT	-	0	8	8	5
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	An. IV DH	Art. 2	LC	-	1	18	19	11
Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pipistrellus / Pipistrellus pygmaeus</i>	-	-	-	-	0	2	2	2
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV DH	Art. 2	LC	-	0	2	2	2
Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de <i>Nathusius pipistrellus kuhlii / Pipistrellus nathusii</i>	An. IV DH	Art. 2	NT (<i>P. nathusii</i>)	-	0	12	12	9



Tableau 6 : Statut réglementaire et de conservation des espèces de chiroptères contactées en mer en 2022

II.4 Résultats des expertises Radar

1. Rappel du protocole d'acquisition des données radars en mer

Deux radars dédiés au suivi des oiseaux complètent les observations visuelles.

Un radar vertical permet de renseigner les flux et les hauteurs de vol, et un radar horizontal permet de renseigner les déplacements aviaires à proximité du bateau.

Les radars sont paramétrés pour le suivi de l'avifaune en mer, et sont équipés de moyens d'enregistrement de données en continu, de jour comme de nuit, tout au long des campagnes menées.

Le radar vertical a été installé sur le pont arrière du bateau et orienté au moyen d'une grue lui servant de support. Il enregistre tous les mouvements d'oiseaux jusque 1500 mètres d'altitude. L'acquisition de données radar en mode vertical en mer est inédite à ces échelles spatiales et temporelles, et représente une source d'informations considérable au regard des déplacements de l'avifaune migratrice (notamment les altitudes de vol) et des flux associés.

En parallèle, un radar dédié au suivi en mode horizontal (6 km de rayon) a permis l'acquisition de données renseignant la distribution et les déplacements des oiseaux en mer (notamment les directions de vol). Ce mode de fonctionnement est toutefois beaucoup plus sensible à l'état de la mer.

Les données des radars vertical et horizontal sont en cours d'analyse.

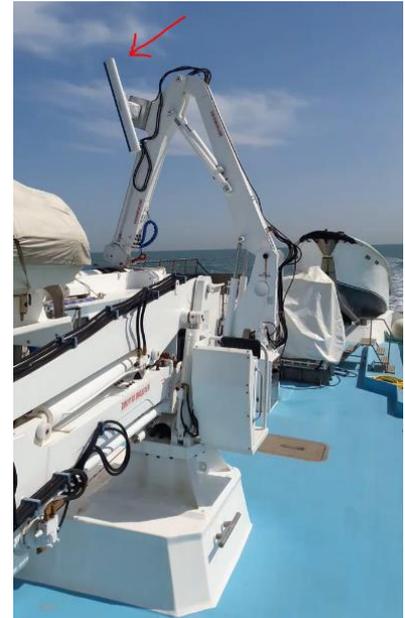


Figure 81: Installation du radar vertical sur la grue du bateau (flèche rouge). Image et photo ©Biotope

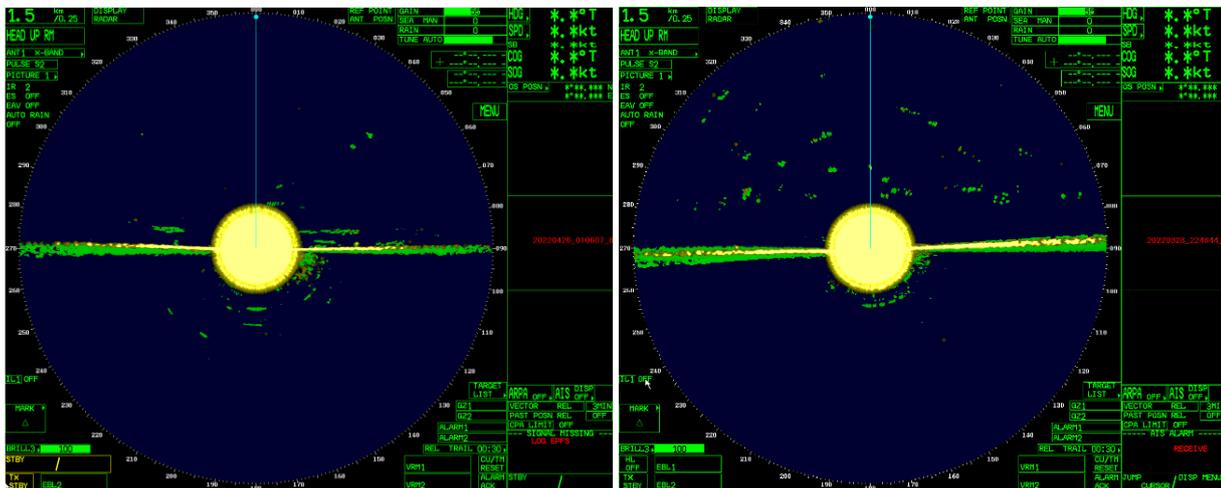


Figure 82 : Exemples de données radar obtenues en mode vertical.

Le disque jaune central est la zone saturée (aveugle) proche du radar, la ligne jaune horizontale correspond à la réflexion du signal par les vagues. Les points brun-jaune au-dessus de cette ligne correspondent à des oiseaux. Les traces vertes correspondent aux positions antécédentes des échos, dans un historique de 30 s. Rayon du disque radar : 1 500 m.

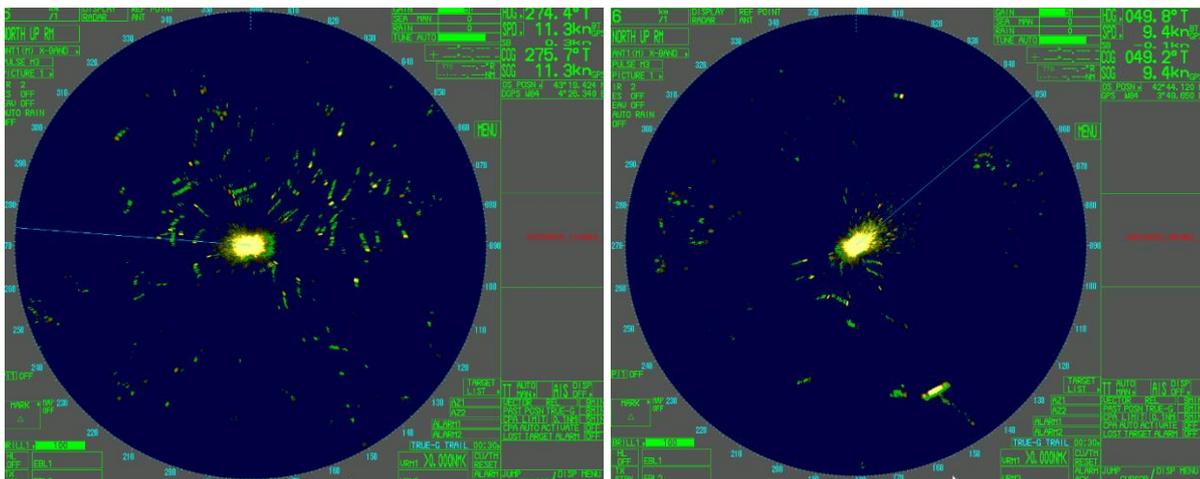


Figure 83: Exemples de données radar obtenues en mode horizontal.

La tache jaune centrale est une zone saturée du fait de la réflexion du signal par les éléments proches du radar (vagues), la ligne cyan correspond au cap du bateau. Les points brun-jaune autour du bateau (lui-même au centre du disque radar) correspondent à des échos d'oiseaux et du bruit de mer. Les traces vertes correspondent aux positions antérieures des échos, dans un historique de 30 s. Rayon du disque radar : 6 km.

2. Bilan des acquisitions par radars embarqués – année 2022

Bilan des acquisitions par radars embarqués – migration prénuptiale 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 postnuptiale 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

3. Analyse descriptive des données de radars embarqués – année 2022

Conditions de mer rencontrées et qualité des données

La qualité des données acquises par radar étant très sensible aux conditions de mer (houle et

vaguelettes) et aux conditions météorologiques (pluie), les campagnes ont été conduites en conditions favorables de façon à assurer la bonne acquisition des données radar et une qualité optimale des observations visuelles.

Parmi les 6 sessions d'observation menées en 2022, ont pu être distingués 4 régimes distincts correspondant à différentes conditions de mer. Ces 4 régimes doivent être considérés lors de l'analyse des données afin de prendre en compte :

- l'évolution du nombre d'échos de « bruit » générés par un état de mer variable (radar vertical et radar horizontal) ;
- la gîte du navire qui implique une rotation des images acquises par radar vertical et une augmentation de l'incertitude sur les altitudes de vol liée à cette rotation.

Le tableau suivant fait état de la proportion d'images acquises selon ces différents régimes lors des transects réalisés (transits et intertransects exclus) :

Conditions rencontrées en transect et qualité des données associées – 2022				
Session	Régime 1 : mer d'huile ; les oiseaux posés sur l'eau sont visibles au radar vertical ; la surface de la mer disparaît au moins partiellement au radar vertical ; il y a très peu de bruit de mer au radar horizontal	Régime 2 : vaguelettes ; la surface de la mer est visible en continu au radar vertical ; il y a peu de bruit de mer au radar horizontal	Régime 3 : houle modérée qui entraîne une légère rotation des images (radar vertical) ; présence d'un léger bruit à proximité du radar vertical et de bruit de mer au radar horizontal	Régime 4 : houle élevée entraînant une rotation marquée des images (radar vertical) ; présence de bruit prononcé autour des deux radars
Mars 2022	2.3% des données en transect	15.9% des données en transect	63.2% des données en transect	18.6% des données en transect
Avril 2022	19.8% des données en transect	39.6% des données en transect	26.9% des données en transect	13.7% des données en transect
Mai 2022	25.2% des données en transect	44.0% des données en transect	13.7% des données en transect	17.1% des données en transect
Sept. 2022	0.0% des données en transect	19.4% des données en transect	22.6% des données en transect	58.0% des données en transect
Oct. 2022 – session 1	10.3% des données en transect	32.4% des données en transect	23.7% des données en transect	33.6% des données en transect
Oct. 2022 – session 2	0.0% des données en transect	28.7% des données en transect	57.8% des données en transect	13.5% des données en transect

Les images radar subissent un traitement spécifique selon le régime sous lequel elles ont été acquises. Les données du radar vertical sont exploitables quel que soit le régime rencontré, dès lors qu'il n'y

a pas de précipitations. Pour les conditions les plus dégradées (régime 4), l'incertitude sur l'altitude des échos - liée à la forte rotation des images due à la houle - est encore à estimer. Les données du radar horizontal ne sont exploitables que lorsque les conditions sont optimales (mer d'huile – régime 1, et vaguelettes – régime 2) et en l'absence de précipitations. L'exploitation des données acquises en conditions légèrement dégradées (régime 3) est hypothétique à ce stade des analyses. Un exemple d'image représentative de chacun de ces régimes est représenté dans la figure suivante, pour les deux radars.

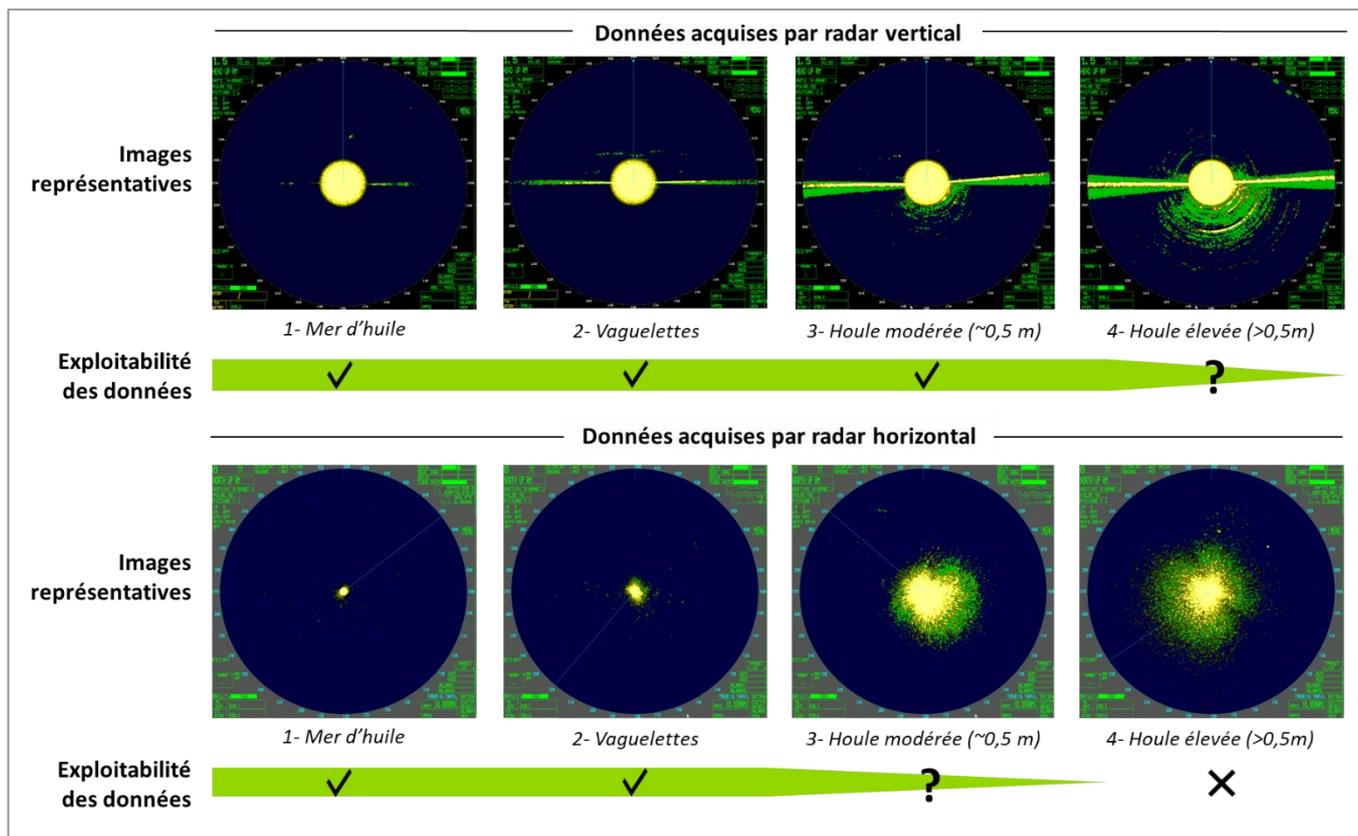


Figure 84: Exemples d'images représentatives des différentes conditions de mer rencontrées et de leurs conséquences sur l'exploitabilité des données.

Radar vertical

Observations générales

La qualité des données acquises par radar vertical en 2022 est globalement très satisfaisante. Le suivi par radar a permis l'enregistrement d'importants mouvements migratoires (exemple : nuits du 27 au 28 octobre 2022 et du 28 au 29 octobre, ci-après).

Tableau 7: Extrait d'images acquises au radar vertical au cours de la nuit du 27 au 28 octobre 2022, durant laquelle d'importants mouvements migratoires ont eu lieu (heure UTC).

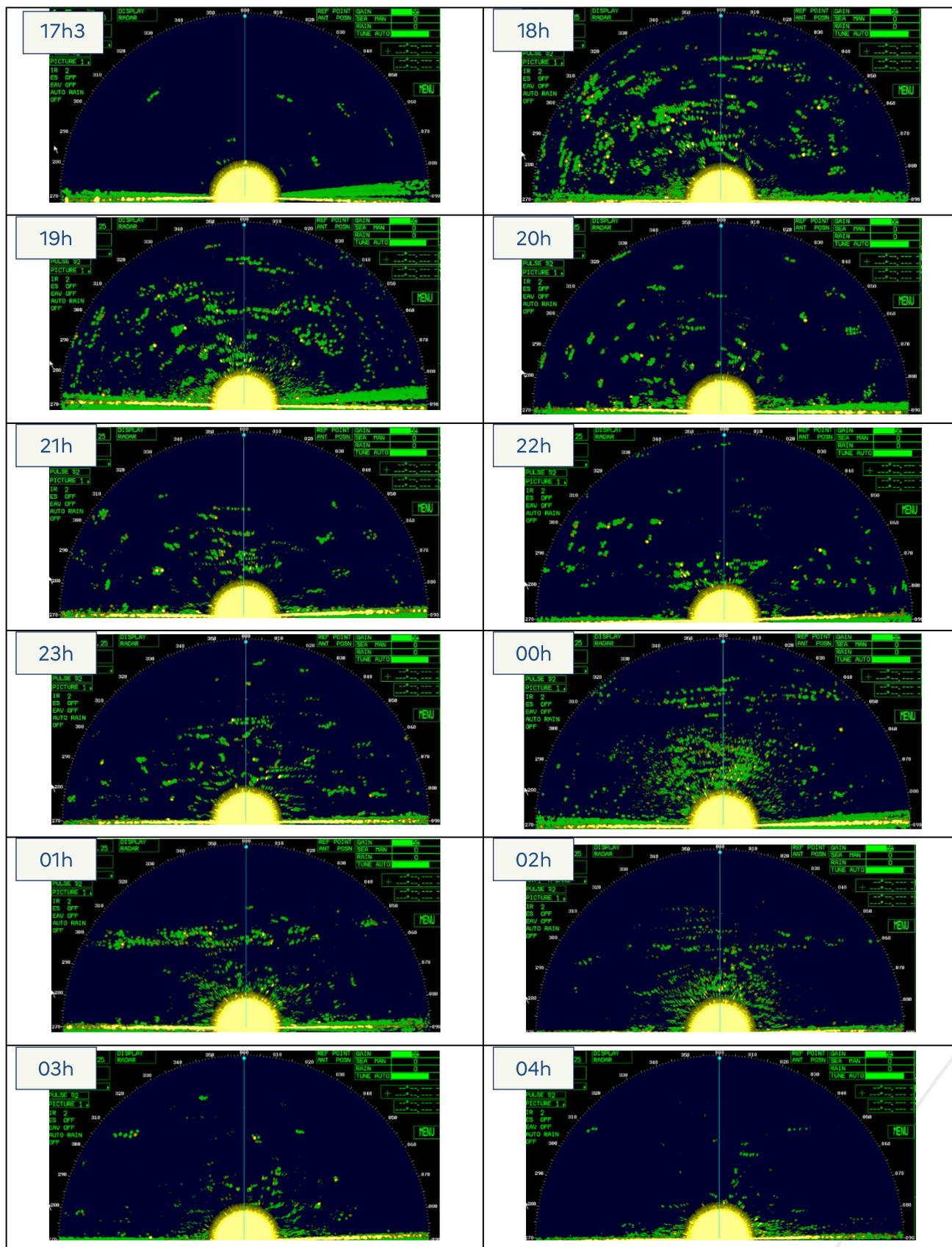
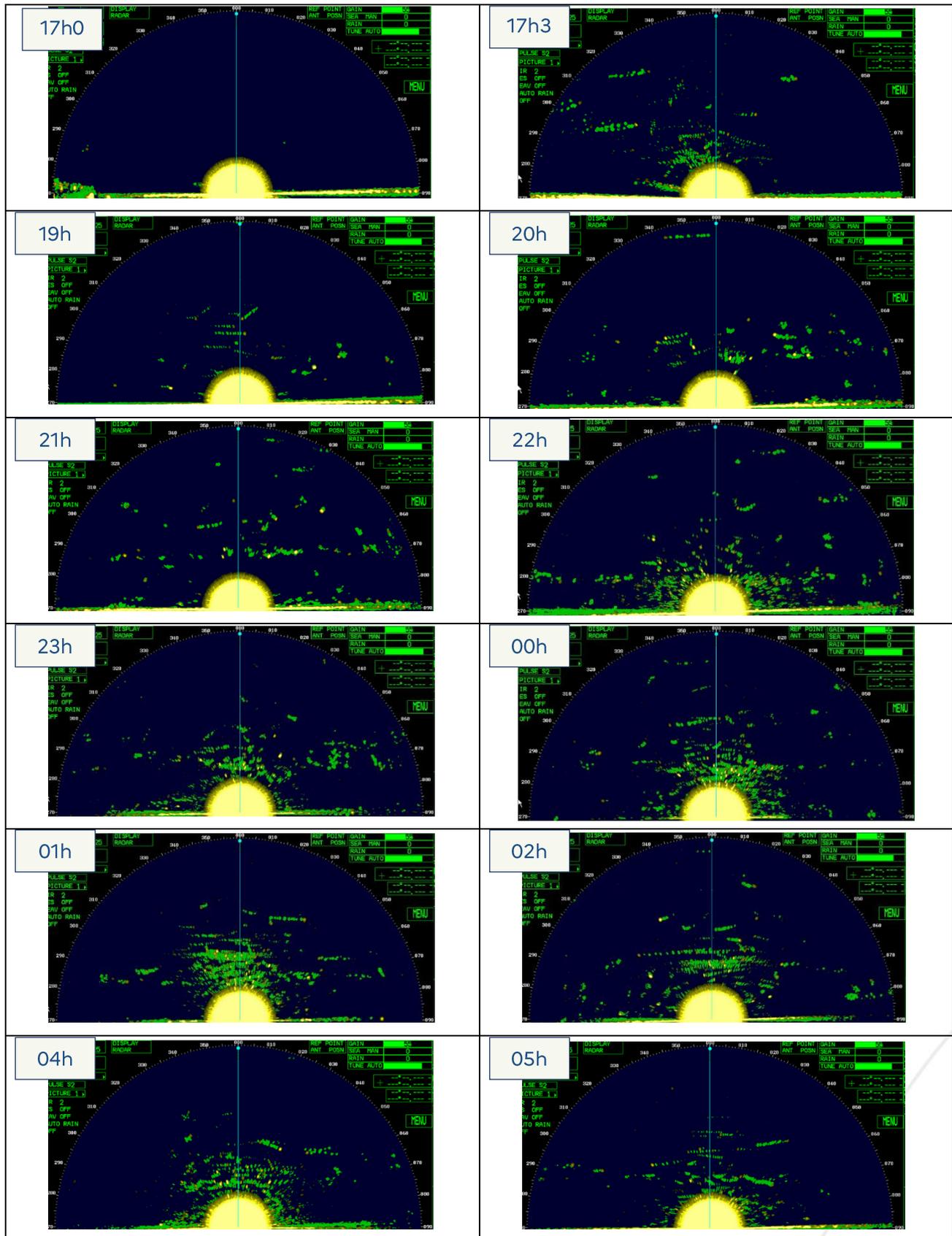


Tableau 8: Extrait d'images acquises au radar vertical au cours de la nuit du 28 au 29 octobre 2022, durant laquelle d'importants mouvements migratoires ont eu lieu (heure UTC).



Premiers résultats

Les étapes de traitement des données qui consistent à extraire les échos des images, à calculer leurs propriétés (nombre de pixels, élongation, intensité, etc.) et à localiser leur barycentre (en altitude et par rapport au bateau) ont été réalisées.

Lorsque l'on projette l'ensemble des échos enregistrés par le radar vertical au sein d'une séquence (cf. figure suivante), les échos qui présentent une cohérence spatiale et temporelle apparaissent nettement et permettent de visualiser les premiers déplacements d'oiseaux (directions ici biaisées par le déplacement du bateau). Lors des passages importants de migrateurs comme ceux enregistrés les nuits du 27-28 et 28-29 octobre 2022, la densité d'échos est très élevée.

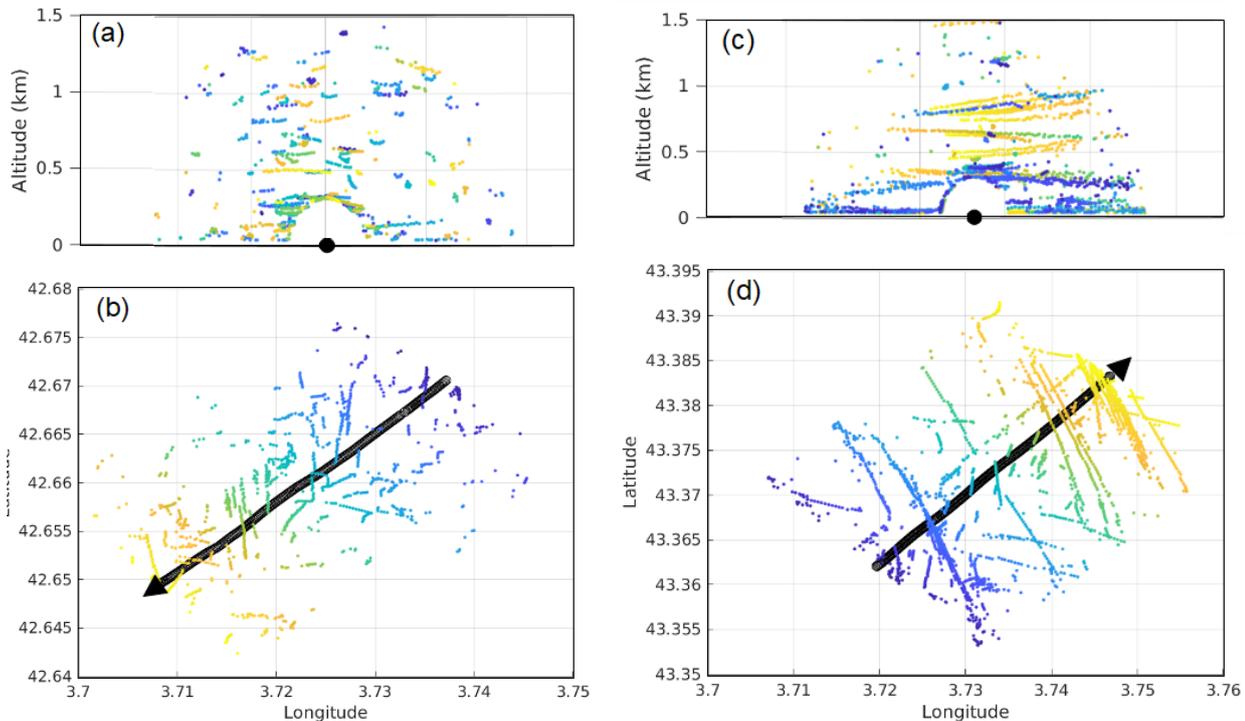


Figure 85: Projection des échos d'oiseaux enregistrés pendant deux séquences de **10 min**, respectivement le 26 avril 2022 (a et b) et le 4 mai 2022 (c et d).

Les graphiques (a) et (c) représentent les échos dans le plan vertical (rayon du radar : 1500 m), la position du bateau étant symbolisée par le point noir central sur l'axe des abscisses. Les graphiques (b) et (d) représentent leur projection virtuelle sur le plan horizontal (comme une « vue aérienne ») le long du trajet du bateau représenté par une flèche noire. La couleur des échos correspond à leur ordre d'apparition à l'écran radar, soit du bleu foncé en début de séquence – au jaune en fin de séquence.

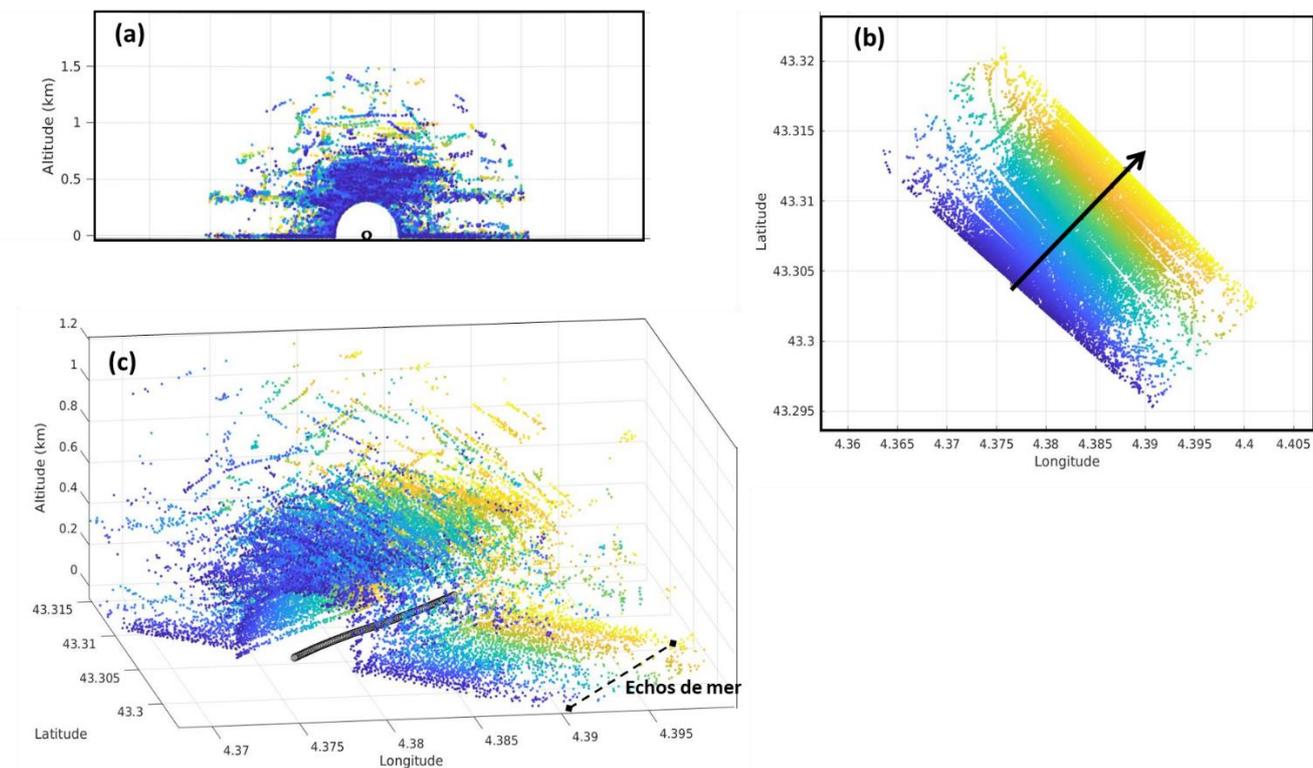


Figure 86: Projection des échos d'oiseaux enregistrés pendant une séquence de **5 min**, la nuit du 28 au 29 octobre 2022.

Le graphique (a) représente les échos dans le plan vertical (rayon du radar : 1500 m), la position du bateau étant symbolisée par le point noir central sur l'axe des abscisses. Le graphique (b) représente leur projection virtuelle sur le plan horizontal (comme une « vue aérienne ») le long du trajet du bateau représenté par une flèche noire. Les quelques secteurs angulaires sans échos sont des artefacts dus à de légers changements de cap du bateau. Enfin, le graphique (c) représente une projection en 3 dimensions des échos enregistrés. La couleur des échos correspond à leur ordre d'apparition à l'écran radar, soit du bleu foncé en début de séquence – au jaune en fin de séquence.

Dans le graphique (c) de cette dernière figure, les échos à la base du nuage de points correspondent à des échos de mer, et, les autres correspondent en majorité à des oiseaux en migration volant à proximité du radar. La densité d'échos enregistrée en 5 minutes est très élevée en comparaison aux séquences de 10 minutes représentées plus tôt (Figure 85).

Si l'altitude des échos est absolue, leurs positions dans le plan horizontal (latitude, longitude) sont ici relatives à la position du bateau, donc approximatives, mais permettent de visualiser des premiers déplacements d'oiseaux.

Radar horizontal

Observations générales

En 2022, la qualité des images enregistrées par radar horizontal est moyenne et rend leur analyse d'autant plus complexe. L'effet significatif de l'état de la mer sur leur exploitabilité peut entraîner un échantillonnage inégal au sein du golfe du Lion (dépendamment des conditions de mer rencontrées le long des transects). L'enregistrement des données via un autre radar (bande S) en 2023 permettra d'améliorer la qualité des données acquises en mode horizontal.

Premiers résultats

Les étapes de traitement des données qui consistent à extraire les échos des images, à calculer leurs

propriétés (nombre de pixels, élongation, intensité, etc.) et à localiser leur barycentre (latitude et longitude) sont en cours de réalisation. Les images sont bruitées et la sélection performante des échos d'oiseaux parmi ceux générés par les vagues et les autres cibles (bateaux, bouées, etc.) constituera une étape-clé dans la valorisation de ces données.

Travaux en cours et perspectives d'analyses

Représentation des densités d'échos

Les échos enregistrés peuvent être de différentes natures (e.g. échos de bateaux, bouées, vagues, oiseaux isolés ou groupes d'oiseaux, chiroptères, côte, pluie, etc.). L'étape de sélection des « échos d'oiseaux » est donc primordiale pour la suite des analyses, que ce soit pour les données acquises par radar vertical ou par radar horizontal. Elle est menée dans un premier temps sur les propriétés des objets « échos » eux-mêmes (par exemple, les très grands échos sont écartés car relatifs à des cibles réfléchissant fortement le signal, telles que les bateaux ou la côte), et dans un second temps selon la cohérence de l'écho dans le temps et l'espace (via la reconstruction des trajectoires, cf. paragraphe suivant).

Cette exploration des propriétés des échos d'oiseaux est en cours et est nécessaire à leur discrimination vis-à-vis des échos d'autre nature. Leur validation permettra de représenter, à la manière de « snapshots » indépendants les uns des autres, une première visualisation des densités d'échos d'oiseaux enregistrés lors des campagnes.

Reconstruction des trajectoires d'échos

Afin d'estimer l'intensité des flux migratoires (soit le *Migration Traffic Rate*, en nombre d'oiseaux par heure et par kilomètre), il est nécessaire de reconstituer les trajectoires d'échos. Cette étape de traitement repose sur la cohérence des échos d'oiseaux d'image en image et se complexifie lorsque les conditions de houle se dégradent (bruit parasite, rotation des images).

L'algorithme de reconstruction des trajectoires, déjà développé pour les données obtenues par radar en mode horizontal, est en cours d'adaptation pour application (1) à des images obtenues en radar vertical et (2) selon différentes conditions de houle. Les échos qui ne présentent pas de cohérence spatiale et/ou temporelle correspondent à du bruit et sont écartés des analyses.

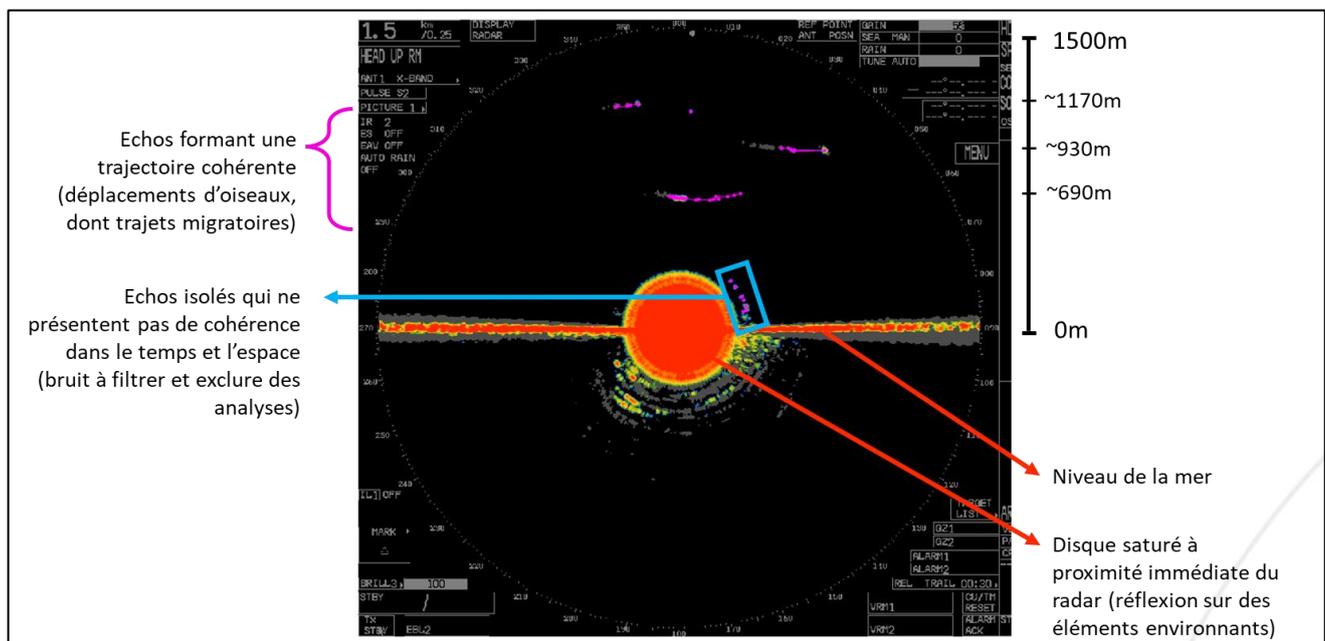


Figure 87: Exemple de visualisation de trajectoires reconstruites par l'algorithme qui est en cours d'adaptation pour les données radar verticales.

III. Bilan et perspectives

Conformément aux objectifs fixés dans le cahier des charges, quatre campagnes d'acquisition des données en mer par différentes méthodes (observations, visuelles, expertises radars, acoustiques chiroptères et oiseaux) ont été réalisées en 2022.

La mise en œuvre de ces missions a nécessité une forte adaptation de la part de Biotope et de ses partenaires (Fondation Tour du Valat, LPO Occitanie et Aude Nature). En effet, la recherche de conditions météo-océaniques favorables à l'acquisition de données de qualité a nécessité des délais de mobilisation du navire et une mise à disposition des observateurs et du navire dans des délais particulièrement réduits.

Le jeu de données acquis en 2022 sera consolidé par de nouvelles campagnes en mer en 2023 et 2024.

Du fait du changement de navire en 2023 et de la présence à bord d'un radar bande S, la qualité des données récoltées en mer devrait être améliorée.

L'ensemble des données collectées alimenteront le jeu de données disponibles et feront l'objet d'une analyse combinée développée spécifiquement dans le cadre du programme (lot 6 du programme MIGRALION).

Annexes

Annexe 1 : Détail analyse statistique

1. Distance Sampling

Le distance sampling est à la fois un protocole de terrain et une méthodologie d'analyse statistique des données. Le distance sampling a été développé dans les années 80 et 90 afin d'estimer la probabilité de détection (et par conséquent la densité absolue) et constitue une méthode standard depuis.

Si le plan d'échantillonnage est conçu de façon orthodoxe, selon le principe de l'échantillonnage simple ou systématique, la distance orthogonale des animaux vis-à-vis des transects peut être supposée uniforme. Si, de plus, le transect est surveillé attentivement sur le terrain de façon à assurer une probabilité de détection de 100% sur cette ligne et que les individus sont repérés à leur position initiale (avant de fuir ou d'être attirés par l'observateur) alors la distance des observations par rapport à la ligne de transect permet d'estimer la probabilité de détection.

Cela consiste à modéliser la « fonction de détection » qui décrit selon la distance la probabilité de détection d'un groupe¹. Par définition, celle-ci vaut 1 à la distance 0 (détection parfaite sur la ligne de transect) puis elle décroît plus ou moins rapidement avec la distance en vertu de paramètres que l'on estime statistiquement. Il est possible de modéliser l'effet de différentes variables sur la détection en introduisant des paramètres supplémentaires. Dans le cadre cette étude, nous n'avons modéliser l'effet d'aucune variable. Nous avons conditionné les jours de suivis en mer les jours où le niveau de vent et de houle était favorable à une bonne ou très bonne détection des oiseaux.

La fonction de détection modélisée est toujours une simplification de la réalité, l'histoire du *distance sampling* montre que les fonctions de détection de type « demi-normale » (**half-normal**) et « taux de défaillance » (**hazard rate**) sont généralement bien adaptées aux données collectées lors de suivi en mer par bateau, et constituent à ce titre les fonctions de détection les plus usuelles. Ces deux types de fonctions, plus une fonction de type « uniforme » ont été ajustées aux données avec le package R "Distance". La fonction de détection ayant le **moindre AIC** (outil statistique qui permet d'identifier le meilleur compromis entre nombre de paramètre et qualité d'ajustement) a été retenue.

L'application de la méthode distance sampling suppose que les distances sont mesurées de façon exacte. Lors de l'état de référence, les distances estimées sur le terrain avaient une précision limitée et étaient caractérisées par la sur-représentation de certaines valeurs arrondies telles que 10, 50, 100 etc. qui ont tendance à être favorisées lors de la lecture de graduations ou au cours de la saisie des données. Lors des suivis pendant l'année de construction, les observateurs ont pu utiliser une tablette sur laquelle ils pointent sur un écran gradué la distance et la position de l'oiseau par rapport au bateau. Le résultat est une distribution plus continue des distances relevées et ainsi une meilleure estimation des fonctions de détections. Afin de ne pas intégrer dans les calculs des distances extrêmes qui peuvent résulter d'erreur ou d'anormalité, il est recommandé (Buckland et al 2007) de ne considérer que les observations avec distance inférieure à une **distance de troncature contenant 95%** des données observés.

Comme dans toute analyse statistique la fiabilité des estimations augmente avec la quantité des données disponibles et il est aussi recommandé d'utiliser la technique de distance sampling avec un minimum de 60 observations sur l'ensemble du suivis pour une espèce. Pour les espèces ayant moins d'observation c'est la technique du strip-transect qui est utilisée.

¹ Noter que l'unité d'échantillonnage est bien le groupe et non pas les individus.

La probabilité de détecter un oiseau posé ou en vol n'est pas la même, ainsi cette méthode n'a été utilisée que pour les oiseaux posés. Les oiseaux en vol hors protocole snapshot ne sont pas intégrés dans le calcul des densités.

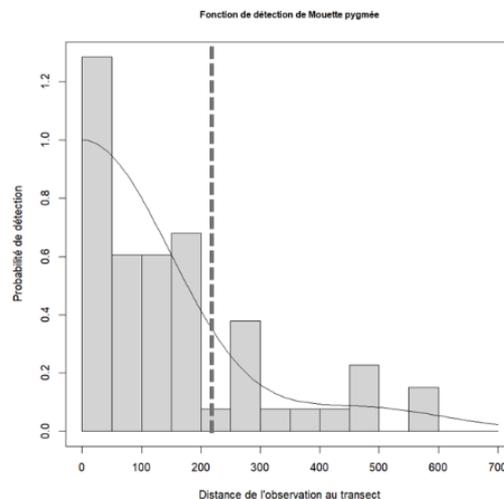


Figure 88. Exemple d’histogramme du nombre de détection par classe de distance et fonction de détection de type « taux de défaillance » pour la Mouette pygmée. La ligne en pointillée verticale souligne la portée efficace de détection (esw) associée à la courbe.

Une fois la fonction de détection estimée, la probabilité de détection correspond à l’intégrale de la fonction de détection entre 0 et la distance de troncature divisée par la distance de troncature. On peut résumer cette information sur l’efficacité du processus de détection de façon équivalente en utilisant la notion de « portée efficace de détection »² (Efficient Strip Width, ESW). Cette dernière est simplement l’intégrale de la fonction de détection entre 0 et la distance de troncature (dans l’exemple ci-dessus de la (Figure 88)Figure 88., la portée efficace de détection est de 54 m).

2. Strip-transect

La *strip-transect* est une méthode d’estimation de densité et d’abondance utilisée quand il n’est pas possible d’utiliser la méthode de distance sampling. Cette méthode considère que les observateurs ont la même probabilité de détecter un animal jusqu’à une distance définie. Cette probabilité étant de 1. Ainsi tout animal présent dans une bande de 300m de part et d’autre de la ligne de transect a été intégré dans les estimations de densités.

3. Snapshot

Le *snapshot* est une méthode d’analyse mise en place afin d’estimer la densité d’oiseau en vol. Cette méthode permet de compter un nombre instantané d’oiseaux, « fixant » les individus dans le temps et dans l’espace. Cette méthode a été conçue pour compenser la vitesse lente du bateau par rapport à la vitesse de l’oiseau. Ainsi il est possible de calculer la densité absolue d’oiseau en vol. Si on considérait tous les oiseaux en vols comme on le fait pour les oiseaux posés, c’est-à-dire comme des individus « statiques », alors c’est une mesure relative du flux qui serait mesurée et corrélée à une densité, qui sera surestimée, et non une mesure de densité absolue. Lors des suivis digitaux, ce biais n’existe plus, car l’avion va plus vite que les oiseaux en vol, il n’y a plus de notion de flux.

² Il s’agit de la distance pour laquelle le nombre d’observation avec une détection de 100% serait identique au nombre de détection effectivement observé avec des distances comprises entre 0 et la distance de troncature.

Au cours d'une procédure *snapshot*, l'ensemble des oiseaux en vol à un instant t (le plus instantané possible) est noté dans un rayon défini autour de l'observateur (ici, 300 mètres autour de l'observateur dans toutes les directions) et à pas de temps régulier (ici, tous les 300 m).

Ce qui permet d'avoir une image "statique" des oiseaux en vol et de supprimer l'effet de cumul des flux évoqué plus haut.

4. Indice Kilométrique d'Abondance (IKA)

L'indice kilométrique d'abondance (ou IKA) est une méthode permettant de mesurer une abondance relative d'espèces le long d'un trajet. Elle correspond au nombre d'individus ou d'observation par distance parcourue (ind./km), indépendamment de la surface observée.