


MIGRALION

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

**Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte
Second rapport d'analyse des données acquises (année 2)**

Livrable L29

Mars 2024

Partenaires scientifiques et techniques



Financeurs du programme



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



SUIVI DU DOCUMENT

Auteurs	Vincent DELCOURT Cyprien DAÏDÉ Baptiste SCHMID Alexandre HAMON	Biotope Vogelwarte
Coordination scientifique et technique du projet	Aurélien Besnard Yann Planque	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) – EPHE France Énergies Marines (FEM)
Coordination du projet	Claire Hébert	Office Français de la Biodiversité (OFB)
Titre du document	Migralion – Second rapport d'analyse des données acquises (année 2) – Livrable L29 – Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte	
Citation du document	DELCOURT, V., DAÏDÉ, C., SCHMIDT, B., HAMON, A., 2024. MIGRALION - Caractérisation de l'utilisation du golfe du lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : Second rapport d'analyse des données acquises (année 2). Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte. <i>Rapport pour l'OFB</i> . 66 PP	
Statut du document	Version finale	
Date de sauvegarde	26/04/2024	
Date de diffusion	26/04/2024	
Version du document	3	
Nom du fichier	MIGRALION_Lot5_L29_Rapport_analyse2_2024-03.pdf	
Nombre de pages	66	
Niveau de diffusion	Consortium / Gouvernance/ Public	

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

Version	Date	Modifié par	Modifications / Sections
1	26/03/2024	Vincent Delcourt (Biotope), Cyprien Daïdé (Biotope), Baptiste Schmid (Vogelwarte), Alexandre Hamon (Vogelwarte)	Document initial
2	15/04/2024	Claire HÉBERT (OFB) Jehanne RIVET (FEM)	Relecture de l'ensemble du document, modifications mineures, mise à jour du format
3	25/04/2024	Vincent DELCOURT, Cyprien DAÏDÉ	Prise en compte des commentaires

APPROBATION



Version	Date	Approuvé par	Titre
Finale	26/04/2024	Yann Planque, FEM	Coordinateur scientifique et technique
Signature : 			
Finale	26/04/2024	Claire Hébert, OFB	Coordinatrice du projet
Signature : 			

Table des matières

Objectifs du programme	6
Objectifs de ce rapport	6
Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte.....	7
1 Rappels sur les objectifs du lot	7
1.1 Consortium du lot 5	7
1.2 Objectifs généraux du lot 5.....	7
2 Méthodes et protocole	7
2.1 Espèces visées.....	7
2.1.1 Suivi radar.....	7
2.1.2 Suivi acoustique.....	7
2.1.3 Bagueage.....	7
2.1.4 Suivi visuel	8
2.2 Méthodes employées	8
2.2.1 Suivi radar.....	8
2.2.2 Suivi acoustique.....	10
2.2.3 Bagueage.....	11
2.2.4 Suivi visuel	11
2.3 Plan d'échantillonnage	13
2.3.1 Suivi radar.....	13
2.3.2 Suivi acoustique.....	15
2.3.3 Bagueage.....	16
2.3.4 Suivi visuel	17
2.4 Traitements et analyses menés	18
2.4.1 Suivi radar.....	18
2.4.2 Suivi acoustique.....	20
2.4.3 Bagueage.....	21
2.4.4 Suivi visuel	21
3 Résultats des campagnes	21
3.1 Bilan des données acquises	21
3.1.1 Suivi radar.....	21
3.1.2 Suivi acoustique.....	21

3.1.3	Baguage	22
3.1.4	Suivi visuel	22
3.2	Résultats préliminaires	22
3.2.1	Suivi radar.....	22
3.2.2	Suivi acoustique.....	46
3.2.3	Baguage	51
3.2.4	Suivi visuel	53
4	Bilan et suite du programme	61
	Références bibliographiques.....	62
	Annexes.....	62

Table des figures

Figure 1	: SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU RADAR BIRDSCAN MR1	9
Figure 2	: DISPOSITIF ACOUSTIQUE OISEAUX AVEC LA PARABOLE (A GAUCHE) ET COFFRET CONTENANT L'ENREGISTREUR (AU CENTRE)	10
Figure 3	: DISPOSITIFS DÉPLOYÉS POUR LES SUIVIS PAR RADARS ORNITHOLOGIQUES À LA CÔTE. EN HAUT, RADAR FIXE, EN BAS, UNITÉ RADAR MOBILE.	13
Figure 4	: SITES DE SUIVI PAR RADAR À LA CÔTE : EN BLEU, STATIONS SUIVIES PAR RADAR MOBILE, EN VERT, STATION SUIVIE PAR RADAR FIXE.	14
Figure 5	: EMBLACEMENT DES FILETS DE BAGUAGE SUR LE SITE DE LA PALISSADE	16
Figure 6	: EXEMPLES DE SONOGRAMMES - DE GAUCHE À DROITE ET DE HAUT EN BAS : BLONGIOS NAIN ; CHEVALIER SYLVAIN ; COURLIS CENDRÉ ; CHEVALIER ARLEQUIN.....	20
Figure 7	: FLUX NOCTURNE AU PRINTEMPS 2023	23
Figure 8	: FLUX NOCTURNE A L'AUTOMNE 2023	25
Figure 9	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE BANYULS EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.....	26
Figure 10	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE LEUCATE EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.....	26
Figure 11	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE SÉRIGNAN EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.	27
Figure 12	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE FRONTIGNAN EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.	28
Figure 13	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DU GRAU-DU-ROI EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.....	28
Figure 14	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE LA PALISSADE EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.....	29
Figure 15	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE CASSIS EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.....	30
Figure 16	: ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE TOULON EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.	31
Figure 17	: PROPORTIONS DE VOL DIURNES ET NOCTURNES EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.	34
Figure 18	: DISTRIBUTIONS DES ALTITUDES DE VOLS EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.	38
Figure 19	: DIRECTIONS DE VOL NOCTURNES EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.....	42
Figure 20	: CARTE DE SYNTHÈSE DES RESULTATS PRELIMINAIRES DES ANALYSES RADAR AU PRINTEMPS 2023	44
Figure 21	: CARTE DE SYNTHÈSE DES RESULTATS PRELIMINAIRES DES ANALYSES RADAR A L'AUTOMNE 2023	45
Figure 22	: NOMBRE DE CAPTURES PAR JOUR SUR LE SITE DE LA PALISSADE	52
Figure 23	: OISEAUX MIGRATEURS OBSERVÉS DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON AU PRINTEMPS 2023.....	53

Figure 24 : OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA COTE SUR LES DIFFERENTS SITES DU RADAR MOBILE AU PRINTEMPS 2023	54
Figure 25 : OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON A L'AUTOMNE 2023	55
Figure 26 : OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA COTE SUR LES DIFFERENTS SITES DU RADAR MOBILE A L'AUTOMNE 2023	56
Figure 27 : OISEAUX OBSERVES A PROXIMITE DU RADAR FIXE DE LA PALISSADE AU PRINTEMPS 2023	57
Figure 28 : OISEAUX OBSERVES SUR LES DIFFERENTS SITES A PROXIMITE DU RADAR MOBILE AU PRINTEMPS 2023	58
Figure 29 : OISEAUX OBSERVES A PROXIMITE DU RADAR FIXE DE LA PALISSADE A L'AUTOMNE 2023	59
Figure 30 : OISEAUX OBSERVES SUR LES DIFFERENTS SITES A PROXIMITE DU RADAR MOBILE A L'AUTOMNE 2023	60

Table des tableaux

Tableau 1 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES RADARS UTILISES	9
Tableau 2 : SYNTHÈSE DES DATES D'ACQUISITION DE DONNÉES RADAR PAR SITE ET PAR SAISON POUR L'ANNÉE 2023	15
Tableau 3 : SYNTHÈSE DES DATES D'ACQUISITION DE DONNÉES ACOUSTIQUES AU PRINTEMPS 2023	15
Tableau 4 : SYNTHÈSE DES DATES D'ACQUISITION DE DONNÉES ACOUSTIQUES A L'AUTOMNE 2023	16
Tableau 5 : SYNTHÈSE DES DATES DE BAGUAGE ET DE CONTRÔLE À LA PALISSADE	17
Tableau 6 : SYNTHÈSE DES DATES DE SUIVI VISUEL SUR LES SITES DU RADAR MOBILE EN 2023	17
Tableau 7 : SYNTHÈSE DES DATES DE SUIVI VISUEL DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON AU PRINTEMPS 2023	18
Tableau 8 : SYNTHÈSE DES DATES DE SUIVI VISUEL DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON À L'AUTOMNE 2023	18
Tableau 9 : SYNTHÈSE DES ESPÈCES CONTACTÉES AU PRINTEMPS 2023	48
Tableau 10 : SYNTHÈSE DES ESPÈCES CONTACTÉES A L'AUTOMNE 2023	50
Tableau 11 : LISTE DES ESPÈCES BAGUÉES (EN BLEU : LES ESPÈCES TRANSSAHARIENNES)	52

Objectifs du programme

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

Le golfe du Lion est à la fois un « hotspot » de biodiversité et un site à fort potentiel éolien envisagé pour l'installation de plusieurs projets. Dans un contexte de développement de projets en mer Méditerranée, notamment de centrales éoliennes offshores dans le golfe du Lion, il est apparu essentiel d'acquérir des connaissances permettant de caractériser les flux migratoires et les fonctionnalités des zones en mer pour l'avifaune et les chiroptères, à l'échelle du golfe du Lion, que ce soit pour des espèces résidentes ou ponctuellement présentes.

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

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

Objectifs de ce rapport

Ce rapport est le 2^{ème} rapport intermédiaire du lot 5 « Radars ornithologiques à la côte » du programme MIGRALION. Il présente l'acquisition des données réalisée au cours de l'année 2023, et les premiers résultats préliminaires associés.

Il concerne principalement le suivi radar depuis la côte qui est l'objectif prioritaire du lot 5, mais aussi les suivis parallèles qui ont été déployés lors de cette seconde année.

Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

1 Rappels sur les objectifs du lot

1.1 Consortium du lot 5

Le lot 5 « Radars ornithologiques à la côte » est coordonné par Biotope, en partenariat avec la Station ornithologique suisse pour le suivi radar, les LPO PACA & OCCITANIE et Aude Nature pour les suivis depuis la côte, et la Tour du Valat pour le baguage.

1.2 Objectifs généraux du lot 5

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

Cette étude est principalement basée sur les données radar, qui ont cumulé plus de 13 000 heures d'enregistrement de jour comme de nuit au cours de l'année 2023.

Ces données ont par ailleurs été complétées en 2023 par des suivis réalisés en parallèle au sein du lot 5, permettant d'apporter des informations complémentaires sur l'identification des espèces en migration. Ces suivis concernent des enregistrements acoustiques, des observations depuis la côte, et une campagne de baguage des oiseaux (pose de bagues métalliques).

2 Méthodes et protocole

2.1 Espèces visées

2.1.1 Suivi radar

Les espèces détectées par le radar sont toutes les espèces d'oiseaux en vol traversant le volume du radar, entre 50 et 1500 mètres d'altitude. Le radar détecte toutes les espèces, des plus petites (*telles que les Roitelets*) aux plus grandes, de jour comme de nuit.

Il est à noter que le radar détecte aussi les insectes, mais ce groupe n'est pas étudié dans le cadre de cette étude.

2.1.2 Suivi acoustique

Les espèces détectées par le suivi acoustique sont les espèces qui émettent des cris en migration et qui volent suffisamment bas pour être captées par les microphones.

Ces espèces font par exemple partie des familles des Passereaux, Anatidés, Ardéidés, Gruidés, Rallidés, Sternidés, Laridés ou encore Limicoles.

2.1.3 Bagueage

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

2.1.4 Suivi visuel

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

2.2 Méthodes employées

2.2.1 Suivi radar

2.2.1.1 Équipe



Biotope est mandataire du lot 5, et assure la gestion de ce lot, l'acquisition et l'analyse des données, la rédaction des rapports, la présentation des résultats, et les relations avec les partenaires des autres lots et avec le maître d'ouvrage.

Intervenant	Rôle
Vincent DELCOURT	Coordination, acquisition des données, analyses, rédaction du rapport
Cyprien DAÏDÉ	Acquisition des données, analyses, rédaction du rapport
Alexandre HAMON	Acquisition des données, analyses, rédaction du rapport



La Station ornithologique suisse apporte son expérience dans l'acquisition et l'analyse des données par radar BirdScan MR1. Le plan d'échantillonnage, le paramétrage des radars et l'analyse de données ont été réalisés en équipe entre Biotope et la Station ornithologique suisse.

Intervenant	Rôle
Baptiste SCHMID	Acquisition des données, analyses



L'acquisition des données a été réalisée en lien étroit avec le fournisseur des radars pour s'assurer de la qualité des données.

2.2.1.2 Matériel et méthode

Le suivi de la migration par radar est effectué à partir de 2 radars BirdScan MR1, développés par la société Swiss Birdradar en partenariat avec la Station ornithologique suisse.

Le radar BirdScan MR1 est un système radar compact conçu pour la surveillance quantitative à long terme des oiseaux, mais aussi des insectes. Il utilise une antenne de forme conique dirigée verticalement et mise en rotation (**Figure 1**).

Cette configuration permet d'enregistrer pour chaque cible les caractéristiques suivantes :

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

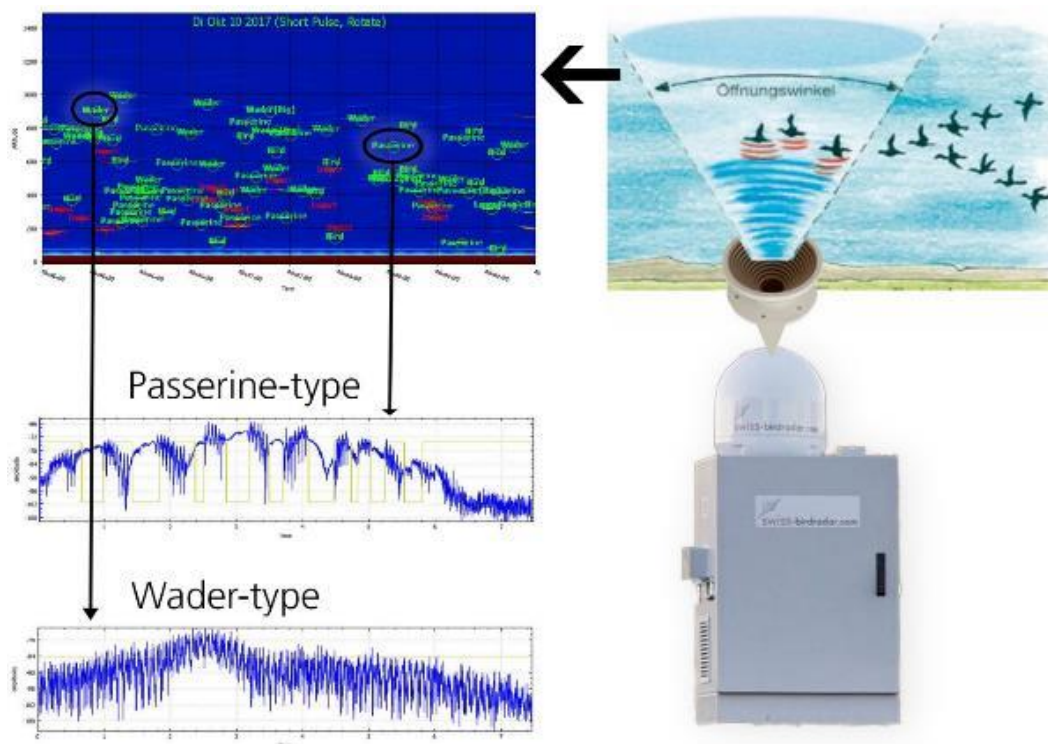


Figure 1 : SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU RADAR BIRDSCAN MR1

Les spécifications techniques des radars sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

System designation	BirdScan MR
Usage	Continuous long term monitoring
sensing technology	pulse radar
antenna system	corrugated horn (rotating)
transmitter frequency	x-band fixed
transmitting power	25 kW peak
range (height)	2000 m (large birds)
resolution in space	10m
spatiotemporal distribution	height, speed, direction
Classification	per species group

Tableau 1 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES RADARS UTILISES

2.2.2 Suivi acoustique

2.2.2.1 Equipe



Le suivi acoustique est réalisé par Biotope.

Intervenant	Rôle
Vincent DELCOURT	Coordination
Alexandre HAMON	Acquisition des données, analyses, rédaction du rapport
Fintan MILLET LE TARNEC	Analyse des données
Cyprien DAÏDÉ	Acquisition des données
Vincent KOCH	Acquisition des données

2.2.2.2 Matériel et méthode

Le suivi acoustique a été réalisé à l'aide d'un enregistreur acoustique Song Meter 4 (SM4), alimenté en continu via le réseau électrique local, et connecté à 2 microphones SMM-A2. L'un des deux microphones est focalisé par une parabole pour augmenter la distance de détection des cris, et le second est installé au niveau du coffret pour assurer une redondance.

L'enregistreur est configuré pour enregistrer sur les deux voies (parabole et micro nu) en continu, avec une fréquence d'échantillonnage de 24 kHz et un filtre passe-haut de 220 Hz.



Figure 2 : DISPOSITIF ACOUSTIQUE OISEAUX AVEC LA PARABOLE (A GAUCHE) ET COFFRET CONTENANT L'ENREGISTREUR (AU CENTRE)

2.2.3 Baguage

2.2.3.1 Équipe

Le suivi par baguage a été réalisé par la Tour du Valat.



Tour du Valat

Intervenant	Rôle	Site d'intervention
Thomas Dagonet	Baguage	La Palissade
Yves Kayser	Baguage	La Palissade
Antoine Arnaud	Baguage	La Palissade
Jocelyn Champagnon	Baguage	La Palissade

23 bagueurs et aides bagueurs ont par ailleurs participé aux opérations de captures : Arnaud Antoine (Bagueur généraliste), Bègue Nina, Betencourt Quentin, Ceyte Sylvain, Dagonet Thomas (Bagueur généraliste), Decaux Céline, Fuentes Tatiana, Hadden Carolina, Jamault Rolland, Kayser Antoine, Kayser Yves (Bagueur généraliste), Lefebvre Chloé, Llorente Lucia, Martinez-Espinosa Columba, Monchâtre Robin (Bagueur généraliste), Paris Laura, Perroud Isabelle, Rochaleaou Margot, Rey Fanny, Tillo Stéphan (Bagueur généraliste), Violet Emmanuel, Vuillermet Vincent.

2.2.3.2 Matériel et méthode

Les captures ont été réalisées avec un système classique de filets installés verticalement, et vérifiés régulièrement pour en extraire les oiseaux capturés.

Le dispositif de capture était constitué de 11 filets totalisant 147 mètres linéaires.

Aucune repasse n'a été effectuée lors des opérations de captures afin de ne pas perturber les nicheurs locaux, mais également de ne pas augmenter la quantité de captures. Une utilisation de la repasse aurait potentiellement fait descendre des oiseaux en migration active vers les filets, et le choix a été fait de ne pas utiliser cette option pour ne pas biaiser les données du radar situé à proximité.

2.2.4 Suivi visuel

2.2.4.1 Équipe

Les suivis visuels ont été réalisés par la LPO PACA, la LPO OCCITANIE (délégations Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales) et Aude Nature.



LPO Provence-Alpes-Côte d'Azur

Intervenant	Rôle	Site de suivi
Aurélie Torres	Suivi visuel	Cassis ; La Palissade
Benjamin Salvarelli	Suivi visuel	La Palissade
Ryan Boswarthick	Suivi visuel	La Palissade



LPO Occitanie – Délégation Aude

Intervenant	Rôle	Site de suivi
Mathieu Bourgeois	Suivi visuel	Banyuls



LPO Occitanie – Délégation Pyrénées-Orientales

Intervenant	Rôle	Site de suivi
Alice Goosens	Suivi visuel	Banyuls



LPO Occitanie – Délégation de l’Hérault

Intervenant	Rôle	Site de suivi
Thomas Marchal	Suivi visuel	Frontignan ; Grau-du-Roi
Pablo Maurin	Suivi visuel	Grau-du-Roi
Lucie Donadille	Suivi visuel	Grau-du-Roi



Aude Nature

Intervenant	Rôle	Site de suivi
Dominique Clément	Suivi visuel	Banyuls ; Leucate ; Sérignan

2.2.4.2 Matériel et méthode

Le suivi visuel s’est décliné en deux protocoles : un suivi de la migration des oiseaux en mer, et un suivi des oiseaux en halte migratoire au niveau des sites de suivi radar.

Le premier protocole a pour objectif d’acquérir des données d’oiseaux en migration active en mer, pour obtenir des informations qualitatives sur les espèces et leur comportement. Ce suivi permet d’avoir un aperçu des espèces capables de migrer en mer, de leur fréquence d’observation, et donc indirectement de leur participation aux flux enregistrés par radar. Ce protocole permet par ailleurs de compléter les données du lot 4 (Suivi par bateau) sur les migrateurs terrestres, mais aussi pour les oiseaux marins qui ne sont pas suivis par les radars à la côte.

Ce suivi a été réalisé depuis des sites en bord de mer situés au plus près de la localisation des points de suivi radar, et offrant une visibilité importante sur le large. Les observations étaient réalisées à l’œil, aux jumelles et à la longue-vue, afin de détecter le maximum de migrateurs. Les zones scannées comprenaient le large et la bande côtière, et le suivi était réalisé du lever du soleil à 4 heures après.

Après ce suivi côtier, le second protocole de suivi des oiseaux en halte migratoire était mis en œuvre dans la continuité. Un parcours d’une heure autour des sites de suivi radar était effectué, avec réalisation d’un inventaire de toutes les espèces présentes pour pouvoir comparer les observations aux détections réalisées par le radar.

2.3 Plan d'échantillonnage

2.3.1 Suivi radar

2.3.1.1 Localisation

Afin d'étudier les flux migratoires au sein du golfe du Lion, le suivi a été réalisé à l'aide de deux unités radar complémentaires (**Figure 3**) :

- **Un radar fixe**, localisé au niveau du site de la Palissade en Camargue, qui acquiert des données en continu (7j/7, 24h/24) toute l'année ;
- **Un radar mobile**, monté sur remorque autonome en énergie, qui permet de récolter des données sur des sites répartis le long de la côte du golfe du Lion.



Figure 3 : DISPOSITIFS DÉPLOYÉS POUR LES SUIVIS PAR RADARS ORNITHOLOGIQUES À LA CÔTE. EN HAUT, RADAR FIXE, EN BAS, UNITÉ RADAR MOBILE.

Le nombre et la localisation des sites suivis ont été définis en croisant les contraintes suivantes :

- Secteurs autorisés pour l'émission d'ondes radar ;
- Identification de sites offrant une accessibilité pour véhicule avec remorque, une zone dégagée pour l'émission des ondes radar, une communication réseau suffisante pour le suivi à distance, et une sécurisation du matériel ;
- Obtention des autorisations auprès des propriétaires des sites ;
- Répartition des sites de manière homogène le long du golfe du Lion ;
- Suivi pendant une semaine par site pour assurer une couverture temporelle suffisante.

7 sites ont pu être étudiés, à raison de sessions de 7 jours d'acquisition en continu par site, répétées 2 fois par saison (2 sessions en migration prénuptiale, et 2 sessions en migration postnuptiale).

14 semaines d'enregistrement de données en migration prénuptiale et 14 semaines en migration postnuptiale ont ainsi été assurées pour le radar mobile, et 52 semaines en continu pour le radar fixe.

La carte suivante présente la localisation des 7 sites de suivi par l'unité radar mobile (en bleu), et le site suivi par le radar fixe en continu (en vert).



Figure 4 : SITES DE SUIVI PAR RADAR À LA CÔTE : EN BLEU, STATIONS SUIVIES PAR RADAR MOBILE, EN VERT, STATION SUIVIE PAR RADAR FIXE.

2.3.1.2 Dates de suivi

Le tableau suivant synthétise les dates d'acquisition de données par site pour chaque saison (migration prénuptiale et migration postnuptiale) sur l'année 2023.

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

Tableau 2 : SYNTHÈSE DES DATES D'ACQUISITION DE DONNÉES RADAR PAR SITE ET PAR SAISON POUR L'ANNÉE 2023

2.3.2 Suivi acoustique

2.3.2.1 Localisation

Le dispositif acoustique a été installé à proximité du radar fixe de la Palissade pour obtenir des données comparables.

2.3.2.2 Dates de suivi

L'enregistreur acoustique a enregistré les données en continu au cours de l'année. Les périodes d'analyse des données se sont concentrées sur les périodes simultanées d'enregistrement radar, soit du 14/02/2023 au 24/05/2023 pour la migration prénuptiale, et du 01/08/2023 au 15/11/2023 pour la migration postnuptiale.

Les analyses acoustiques étant chronophages (voir paragraphe 2.4.2), un échantillon de 4 nuits par quinzaine a été traité. Le choix des nuits s'est basé sur les flux les plus importants enregistrés à basse altitude par le radar, pour optimiser la possibilité de détection des oiseaux par l'enregistreur.

Mois	Migration prénuptiale 2023									
Février	-			11/02/2023	12/02/2023	17/02/2023	23/02/2023	24/02/2023		
Mars	03/03/2023	09/03/2023	10/03/2023	12/03/2023	13/03/2023	19/03/2023	21/03/2023	22/03/2023	29/03/2023	
Avril	01/04/2023	04/04/2023	06/04/2023	10/04/2023	11/04/2023	18/04/2023	22/04/2023	26/03/2023	29/03/2023	
Mai	03/05/2023	10/05/2023	14/05/2023	15/05/2023	16/05/2023	-	-	-		

Tableau 3 : SYNTHÈSE DES DATES D'ACQUISITION DE DONNÉES ACOUSTIQUES AU PRINTEMPS 2023

Mois	Migration postnuptiale 2023							
Août	02/08/2023	04/08/2023	06/08/2023	11/08/2023	17/08/2023	19/08/2023	22/08/2023	25/08/2023
Septembre	02/09/2023	05/09/2023	09/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	18/09/2023	19/09/2023	24/09/2023
Octobre	01/10/2023	04/10/2023	07/10/2023	08/10/2023	16/10/2023	21/10/2023	22/10/2023	28/10/2023
Novembre	01/11/2023	07/11/2023	08/11/2023	-	-	-	-	-

Tableau 4 : SYNTHÈSE DES DATES D'ACQUISITION DE DONNÉES ACOUSTIQUES À L'AUTOMNE 2023

2.3.3 Baguage

2.3.3.1 Localisation

La station de baguage des oiseaux migrateurs a été mise en place sur le domaine de la Palissade, situé à quelques kilomètres de l'embouchure du Rhône. Ce site a été choisi pour plusieurs raisons :

- Proximité avec le radar (< 200m)
- Accessibilité
- Sécurité, le site est accessible au public uniquement en journée, les filets sont donc restés en place toute la saison
- Effet « entonnoir » sur le site de capture. Les oiseaux en migration « rampante » arrivant sur la plage de Piémanson (5km de large) remontent théoriquement le long des roubines et haies jusqu'au site de capture. Ils sont canalisés de part et d'autre entre le Rhône et les salins.



Figure 5 : EMBLACEMENT DES FILETS DE BAGUAGE SUR LE SITE DE LA PALISSADE

2.3.3.2 Dates du suivi

En accord avec le protocole « PHENO » du CRBPO, les captures ont été réalisées durant 11 semaines consécutives entre le 23 mars 2023 et le 30 mai 2023. Les filets ont été ouverts à 18 reprises uniquement le matin, avec 1 à 3 sessions de captures par semaine, le nombre de sessions dépendant des opportunités d'ouvertures liées à la météo venteuse du printemps.

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

Tableau 5 : SYNTHÈSE DES DATES DE BAGUAGE ET DE CONTRÔLE À LA PALISSADE

2.3.4 Suivi visuel

2.3.4.1 Localisation

Les sites de suivi depuis la côte étaient les suivants : Cap Béar, falaise de Leucate, Sérignan-Plage, plage des Aresquiers, plage de l'Espiguette, plage de Piémanson, Cap Canaille.

Les sites de suivi pour le protocole halte migratoire étaient les sites de suivi radar (voir 2.4.2).

2.3.4.2 Dates du suivi

Un passage hebdomadaire sur les sites du radar mobile et un passage par quinzaine sur le site de la Palissade ont été menés durant toute les périodes d'acquisition en migrations pré-nuptiale et post-nuptiale. Les suivis ont été réalisés aux dates indiquées dans les tableaux ci-dessous.

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

Tableau 6 : SYNTHÈSE DES DATES DE SUIVI VISUEL SUR LES SITES DU RADAR MOBILE EN 2023

Migration prénuptiale 2023						
25/02/2023	09/03/2023	21/03/2023	07/04/2023	18/04/2023	09/05/2023	23/05/2023

Tableau 7 : SYNTHÈSE DES DATES DE SUIVI VISUEL DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON AU PRINTEMPS 2023

Migration postnuptiale 2023						
09/08/2023	25/08/2023	07/09/2023	26/09/2023	06/10/2023	23/10/2023	01/11/2023

Tableau 8 : SYNTHÈSE DES DATES DE SUIVI VISUEL DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON À L'AUTOMNE 2023

2.4 Traitements et analyses menés

2.4.1 Suivi radar

Les grands principes de la méthode déployée pour traiter les données obtenues, présentés ci-après, sont tirés de la publication de Schmid et al. 2019¹.

Pour rappel, la technologie radar repose sur l'émission d'ondes électromagnétiques se propageant dans un faisceau en trois dimensions le long d'un axe principal. La forme et la dimension du faisceau définissent le volume d'air scanné par le radar.

En plus des caractéristiques propres au système radar déployé, l'échelle de détection d'une cible -et par conséquent le volume scanné- dépend de la taille de l'objet et de ses propriétés intrinsèques à refléter les ondes électromagnétiques (i.e. les grands objets reflétant de manière importante les ondes sont détectés (1) plus loin et (2) à un angle à l'axe principal du faisceau plus important que les petits objets).

Détection au sein du faisceau et radar cross section (RCS)

La perte d'énergie en fonction de la distance au radar relève d'une équation connue. Ainsi, la taille d'un objet peut être estimée à partir de sa réflectivité appelée RCS (radar cross section). Cette RCS est une valeur réelle si l'objet est détecté au centre du faisceau, sinon elle est considérée comme une valeur estimée. La RCS permet de corriger l'effet de la perte d'énergie avec la distance au radar.

La puissance de l'écho diminue aussi lorsque l'angle par rapport à l'axe principal du faisceau augmente. Les cibles scannées en bordure de faisceau apparaissent donc plus petites que si elles avaient été détectées au centre du faisceau. Les RCS apparentes sont donc à considérer comme une valeur *a minima* des RCS réelles. Le volume scanné pour un objet de RCS donnée est ainsi défini en fonction de sa distance de détection et de la RCS spécifique liée à la largeur angulaire du faisceau.

¹ SCHMID, Baptiste, ZAUGG, Serge, VOTIER, Stephen C., et al. Size matters in quantitative radar monitoring of animal migration: estimating monitored volume from wingbeat frequency. *Ecography*, 2019, vol. 42, no 5, p. 931-941.

Fréquence de battement d'ailes

La fréquence de battement d'ailes des oiseaux est fortement corrélée à leur taille (les oiseaux les plus gros battant généralement plus lentement des ailes, e.g. Bruderer et al. 2010²). Au sein du signal radar, la fréquence de battement d'ailes d'une cible peut être estimée à partir de la variation de son intensité au cours du temps (signature de l'écho). Ainsi, la taille d'un oiseau peut aussi être estimée à partir de sa fréquence de battement d'ailes, indépendamment de la RCS apparente.

En associant la fréquence de battement d'ailes à la RCS, le volume scanné spécifique par type d'oiseaux est estimé pour permettre une correction et une quantification précise des flux.

Migration Traffic Rate (MTR)

Le MTR est une mesure standard des mouvements d'oiseaux qui correspond au nombre d'oiseaux traversant un transect virtuel d'un kilomètre pendant une heure. Le MTR prend ainsi en compte la RCS et la variation du volume scanné avec la distance. Pour un objet de RCS donnée, on peut estimer la largeur du faisceau à sa distance de détection. Le rapport entre 1 km de transect et la largeur de faisceau est utilisé comme facteur de correction pour calculer les facteurs MTR de chaque cible. Ces facteurs MTR sont sommés pendant une période donnée et rapportés à l'heure (proportion).

Filtrage du signal

La sensibilité du radar est forte à proximité et diminue lorsque la distance au radar augmente. Pour écarter les échos parasites des analyses, un premier filtre supprimant les cibles d'intensité très faible est appliqué. Un second filtre (STC, pour Sensitivity Time Control), dépendant de la distance, permet quant à lui de supprimer les petites cibles proches qui ne sont pas des oiseaux.

Caractéristiques du traitement de données pour cette étude

Le déploiement des deux radars BirdScan MR1 dans le cadre du lot 5 du programme Migration permet l'enregistrement de cibles entre 50 et 1500m de hauteur (au-dessus du sol). A chaque écho détecté sont associées des valeurs d'altitude, de direction de vol, de vitesse, ainsi qu'un type de cible parmi plusieurs classes déterminées selon la fréquence de battement d'ailes estimée.

L'acquisition des données s'est effectuée selon le mode d'émission « short-pulse », avec rotation de l'antenne en continu.

Dans le cadre de ce rapport annuel, l'ensemble des oiseaux ont été groupés. Les résultats présentés font donc référence à toutes les classes d'oiseaux confondues. Les résultats seront détaillés par classe dans le futur, après consolidation de la classification des différents types d'oiseaux. Une nouvelle classification est en effet disponible depuis fin 2023, et l'impact de ces changements est encore en cours d'analyse.

² BRUDERER, Bruno, PETER, Dieter, BOLDT, Andreas, et al. Wing-beat characteristics of birds recorded with tracking radar and cine camera. *Ibis*, 2010, vol. 152, no 2, p. 272-291.

Les données ont été vérifiées visuellement et les bruits de pluie résiduels ou les cas de mauvaise détection ont été exclus manuellement. Lors d'épisodes de précipitations soutenues, le radar bascule automatiquement en mode aveugle (pas de détection de cibles).

Ainsi, les valeurs quantitatives présentées par heure sont corrigées par le temps réel d'observation en excluant les périodes de mauvaise détection liées aux conditions météorologiques ou aux éventuels arrêts du radar.

2.4.2 Suivi acoustique

L'analyse des données est basée sur le protocole Nocturnal Flight Call – NFC développé dans le but d'uniformiser l'analyse des données acoustiques des oiseaux en migration.

La période d'analyse est définie entre le coucher et le lever du soleil. Tous les NFC ont été analysés sans préjuger du comportement migratoire des oiseaux. Les résultats intègrent donc des oiseaux en migration active, mais peuvent aussi intégrer des oiseaux en halte migratoire (oiseaux au sol) ou encore des oiseaux locaux déjà installés. Il est en effet difficile de séparer les types de comportement avec les cris uniquement, et ces comportements peuvent se chevaucher au sein d'une même période (des oiseaux en migration peuvent être enregistrés sur une nuit en même temps que des individus de la même espèce sont en halte sur le site, et que d'autres sont déjà cantonnés pour la reproduction).

Lors de l'identification, le nom de l'espèce, le nombre de cris ainsi que l'effectif estimé étaient évalués. Ce procédé était réitéré sur l'ensemble des bandes auditives composant la nuit (une bande = 1 heure).

La figure ci-dessous présente des exemples de sonogrammes de cris enregistrés.

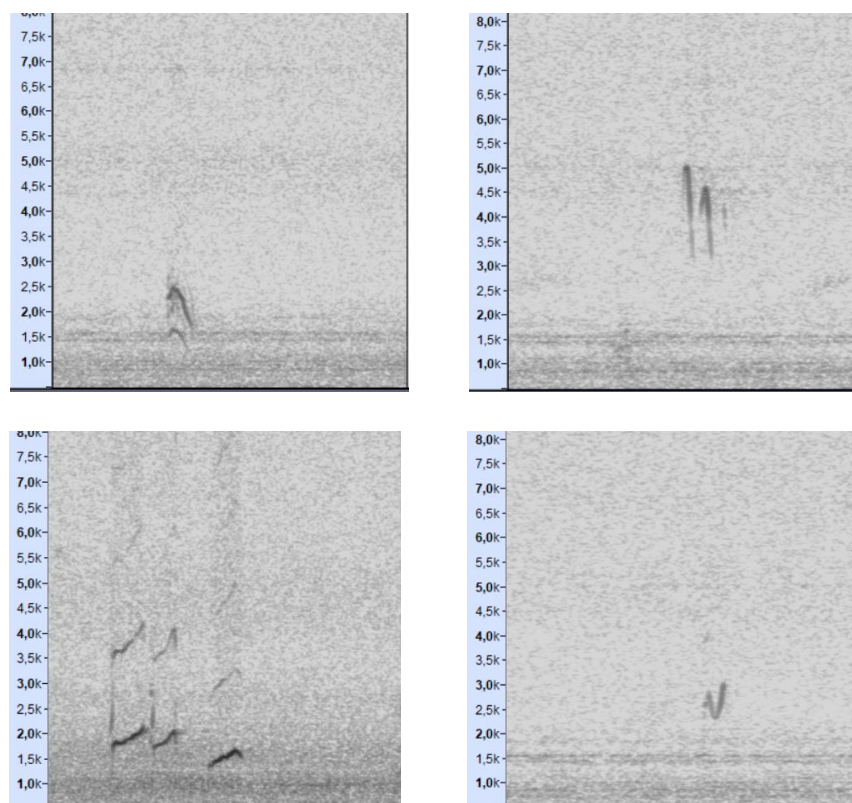


Figure 6 : EXEMPLES DE SONOGRAMMES - DE GAUCHE À DROITE ET DE HAUT EN BAS : BLONGIOS NAIN ; CHEVALIER SYLVAIN ; COURLIS CENDRÉ ; CHEVALIER ARLEQUIN

L'identification est effectuée en écoutant chaque cri. Les cas complexes ont été analysés en s'appuyant sur les livres de références « Identifier les oiseaux migrateurs par le son » et « La migration nocturne par le son » de Stanislas Wroza et des banques de sons disponibles en ligne (Xenocanto notamment).

2.4.3 Baguage

La synthèse des captures et contrôles par date a été réalisée, et est détaillée par espèce.

2.4.4 Suivi visuel

Pour le suivi visuel, une synthèse des oiseaux observés en migration active en mer et des oiseaux observés en halte migratoire a été effectuée. Le cumul des effectifs observés a été réalisé par période (migration pré-nuptiale et migration post-nuptiale) et séparée par site (radar fixe d'un côté, et sites du radar mobile de l'autre).

3 Résultats des campagnes

3.1 Bilan des données acquises

3.1.1 Suivi radar

L'acquisition des données et leur récupération s'est déroulée de manière très satisfaisante, compte-tenu des risques associés au fonctionnement d'unités autonomes. Les sources de dysfonctionnements potentiels de ce type d'unités sont en effet liées à leur alimentation énergétique (notamment de l'unité mobile qui est alimentée par un système autonome), la fiabilité de la communication réseau et du transfert de données à distance, le fonctionnement des radars, le fonctionnement continu des ordinateurs de contrôle et des logiciels et périphériques associés, la sécurité du matériel, et les conditions météorologiques (orages et électricité statique ou choc électrique, pluie et humidité, températures élevées ou basses pouvant mettre en sécurité les appareils électroniques ou limiter leur fonctionnement – ex : groupe électrogène, batteries, processeurs).

Quelques interruptions dans l'acquisition des données ont toutefois eu lieu :

- La nuit du 3 mars 2023, la remorque a été vandalisée et des systèmes de production d'énergie ont été volés. Suite à cet incident, le radar a été rapatrié dans les locaux pendant plusieurs jours, le temps de remettre en service l'unité et de trouver un nouveau site d'acquisition sécurisé. Le radar a pu être réinstallé sur le nouveau site le 7 mars dans la journée.
- Un court-circuit dans le réseau électrique local du radar fixe et des enregistreurs acoustiques associés, suite à un fort épisode pluvieux, a provoqué l'arrêt du radar sur le site de la Palissade entre le 8 décembre à 01h25 et le 19 décembre à 11h40.

Le nombre de données acquises et la pression d'observation restent toutefois très élevés, avec plus de 8500 heures de suivi pour le radar de la Palissade, et près de 5000 heures pour le radar mobile.

Ce sont au total plus de 7 millions d'échos qui ont été détectés par les radars au cours de l'année 2023 (majoritairement insectes), dont plus de 500 000 échos d'oiseaux.

3.1.2 Suivi acoustique

L'acquisition des données s'est déroulée de manière satisfaisante malgré quelques pertes de données relevées. Certaines séquences ont en effet été altérées à la décompression des fichiers (5 % des données), engendrant

une durée de fichiers inférieure à une heure. Certains bugs d'enregistrement ont aussi été notés, liés à des problèmes de la carte mère de l'enregistreur ou d'écriture sur les cartes mémoire (2% des données).

La qualité audio des données est satisfaisante et a permis de réaliser une analyse nominale.

20 000 cris ont ainsi pu être détectés pour 75 espèces identifiées.

3.1.3 Bagueage

La campagne de bagueage s'est déroulée comme prévu au cours du printemps 2023. Le nombre d'oiseaux capturés reste toutefois assez faible par rapport à ce qui était attendu.

426 captures ont été réalisées (301 baguages et 125 contrôles), pour un total de 31 espèces.

3.1.4 Suivi visuel

Le suivi visuel s'est déroulé sans difficulté particulière, si ce n'est l'influence classique des conditions météorologiques sur le résultat des suivis.

Au total, plus de 11 000 individus en migration active ont été observés depuis la cote, pour plus de 110 espèces différentes.

3.2 Résultats préliminaires

3.2.1 Suivi radar

3.2.1.1 Préambule

Les analyses des données sont encore en cours à la date de rédaction de ce rapport.

Les résultats présentés ci-après sont ainsi des résultats préliminaires et partiels, qui seront amenés à évoluer.

L'interprétation de ces résultats doit donc être faite précautionneusement en intégrant ces limites.

3.2.1.2 Phénologie saisonnière de la migration

Préambule

Les graphiques suivants représentent les séries temporelles des flux moyens **nocturnes** enregistrés par les radars fixe et mobile au cours des périodes prénuptiale et postnuptiale 2023.

L'unité utilisée est le MTR (pour « Migration Traffic Rate »), unité standardisée qui mesure un flux d'oiseaux traversant une bande fictive d'un kilomètre en une heure (voir chapitre II.4). Les valeurs présentées dans les graphiques sont une **moyenne des MTR enregistrés pour une nuit** (par exemple pour fin février à Banyuls, la valeur est une moyenne des MTR horaires calculés entre 19h et 07h - heure locale).

Les textes qui précèdent ces graphiques détaillent par ailleurs certains **pics de migration observés sur une heure** (MTR non moyenné), avec des valeurs logiquement supérieures aux courbes représentées.

Migration prénuptiale 2023

Les premiers mouvements migratoires ont été enregistrés dès mi-février 2023 depuis le site de Banyuls, notamment au cours de la nuit du 16 au 17 février où près de 1000 oiseaux ont été détectés par heure en moyenne au cours de la nuit (pour un total de 9000 oiseaux / km cumulés sur la nuit).

Les flux enregistrés par les deux radars ont toutefois été globalement faibles jusqu'à la fin de la seconde décade de mars. Entre le 24 février et le 08 mars par exemple, le flux moyen nocturne était de 75 oiseaux/h/km pour le radar fixe.

Le premier pic important de migration sur le radar mobile a été enregistré à Leucate dans la nuit du 30 mars à 03h00 (UTC) avec 4150 oiseaux/h/km.

Le pic de migration le plus important du printemps 2023 a été enregistré le 06 avril à 03h00 à Banyuls, avec 7600 oiseaux/h/km. La période du 6 au 11 avril a été marquée dans son ensemble par une migration très importante sur cette partie du golfe du Lion.

Les valeurs relevées sur le site de la Palissade sont moins marquées, avec le pic horaire de migration atteignant 3300 oiseaux/h/km le 14 avril à 01h00. Les autres pics horaires n'ont pas excédé 1700 oiseaux/h/km sur les mois de février, mars et mai.

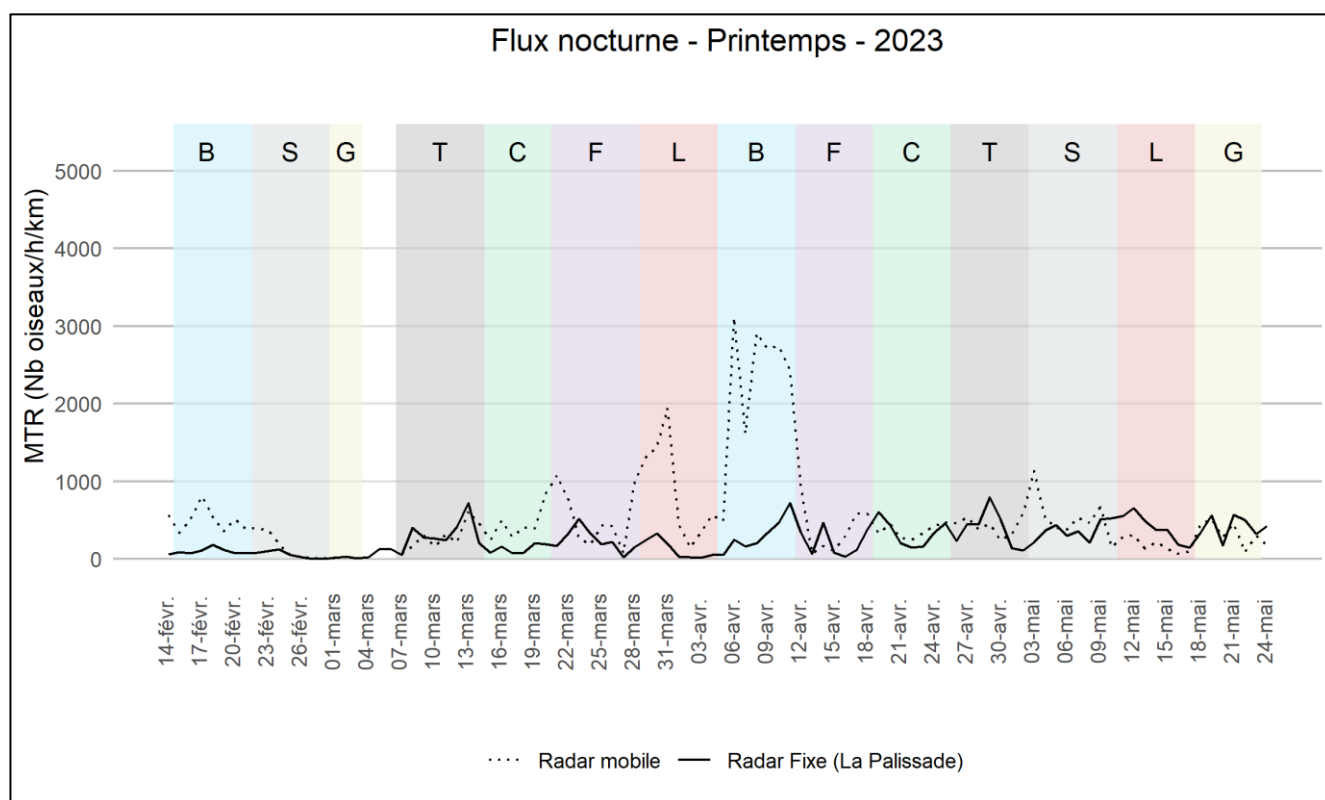


Figure 7 : FLUX NOCTURNE AU PRINTEMPS 2023

Migration postnuptiale 2023

Les flux enregistrés en migration postnuptiale sont nettement plus élevés qu'en migration pré-nuptiale pour l'année 2023.

Les mouvements migratoires sont visibles dès début août, et augmentent nettement à partir de mi-septembre.

Concernant le radar mobile, des pics réguliers atteignant 2000 oiseaux/h/km ont été enregistrés de début août à mi-septembre (par exemple le 09 août à 22h00 à Sérignan ou le 30 août à 23h00 à Cassis). Le premier pic de migration plus conséquent a été enregistré dans la soirée du 23 septembre à 19h00, avec 5500 oiseaux/h/km à Leucate.

À partir du 15 octobre, les pics sont plus nombreux et plus élevés (par exemple 6100 oiseaux/h/km le 15 octobre à 20h00 ou encore 8900 oiseaux/h/km le 28 octobre à 19h00), et atteignent le maximum de l'année le 31 octobre à 22h00, avec 11300 oiseaux/h/km à Leucate.

Les flux sont ensuite restés importants jusque mi-novembre, avec par exemple 9500 oiseaux/h/km le 07 novembre à 23h00, 7500 oiseaux/h/km le 11 novembre à 18h00 ou encore 5200 oiseaux/h/km le 13 novembre à 18h00 à Leucate.

Pour le radar fixe, le 15 octobre marque également le pic de l'année, avec 8800 oiseaux/h/km détectés à 19h00. D'autres pics ont été enregistrés sur les mois de septembre et novembre (4500 oiseaux/h/km le 13 septembre à 19h00, 4700 oiseaux/h/km le 04 octobre à 18h00, 4100 oiseaux/h/km le 27 octobre à 20h00 ou encore 4000 oiseaux/h/km le 07 novembre à 23h00).

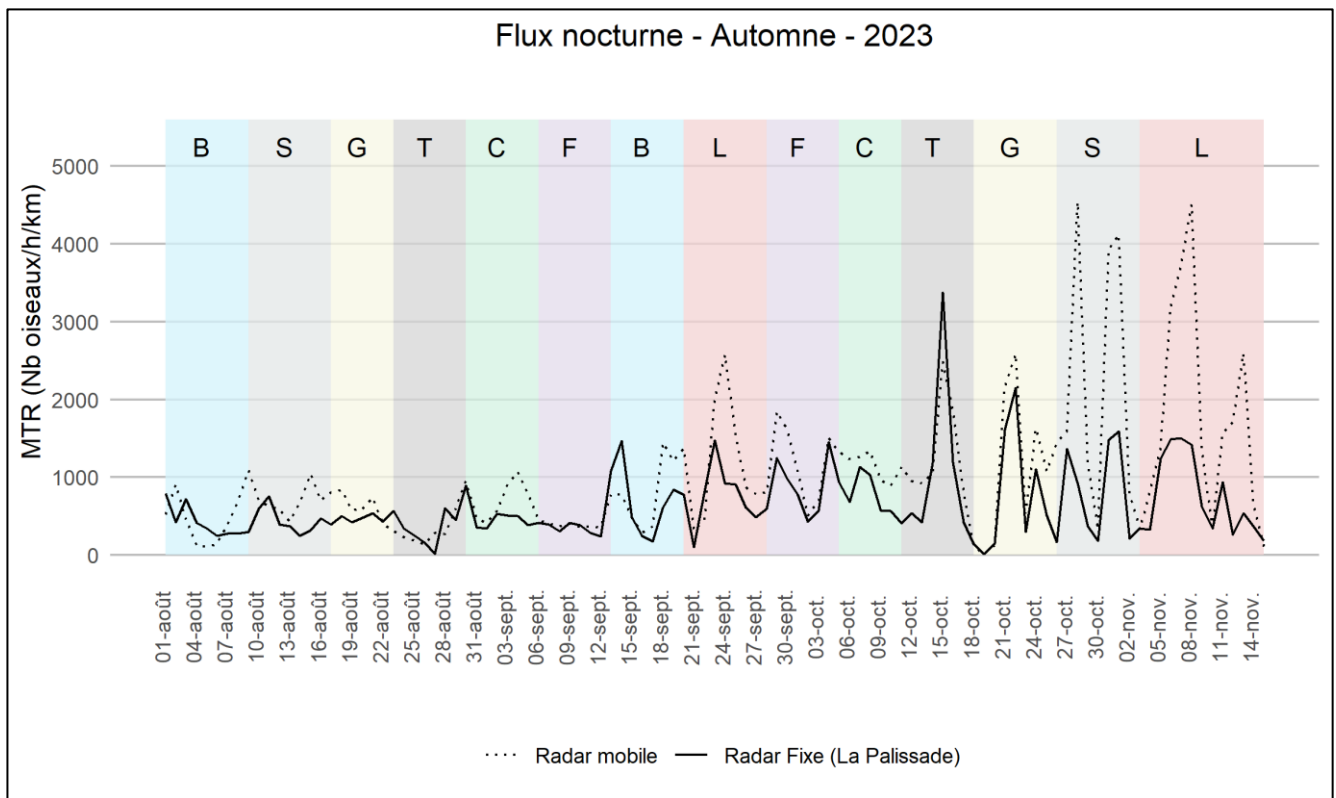


Figure 8 : FLUX NOCTURNE A L'AUTOMNE 2023

3.2.1.3 Phénologie horaire

Préambule

Les histogrammes suivants représentent l'évolution des flux moyens horaires d'oiseaux sur un cycle journalier de 24 heures, centré sur minuit pour mieux représenter les flux nocturnes.

Les valeurs présentées sont la moyenne des MTR calculés pour chaque créneau horaire et par session (une semaine) pour les sites du radar mobile.

Pour le radar fixe, un histogramme par mois est présenté, de mars à mai, puis d'août à novembre.

NB : ces données sont des résultats préliminaires et doivent donc être interprétées avec précaution.

Banyuls

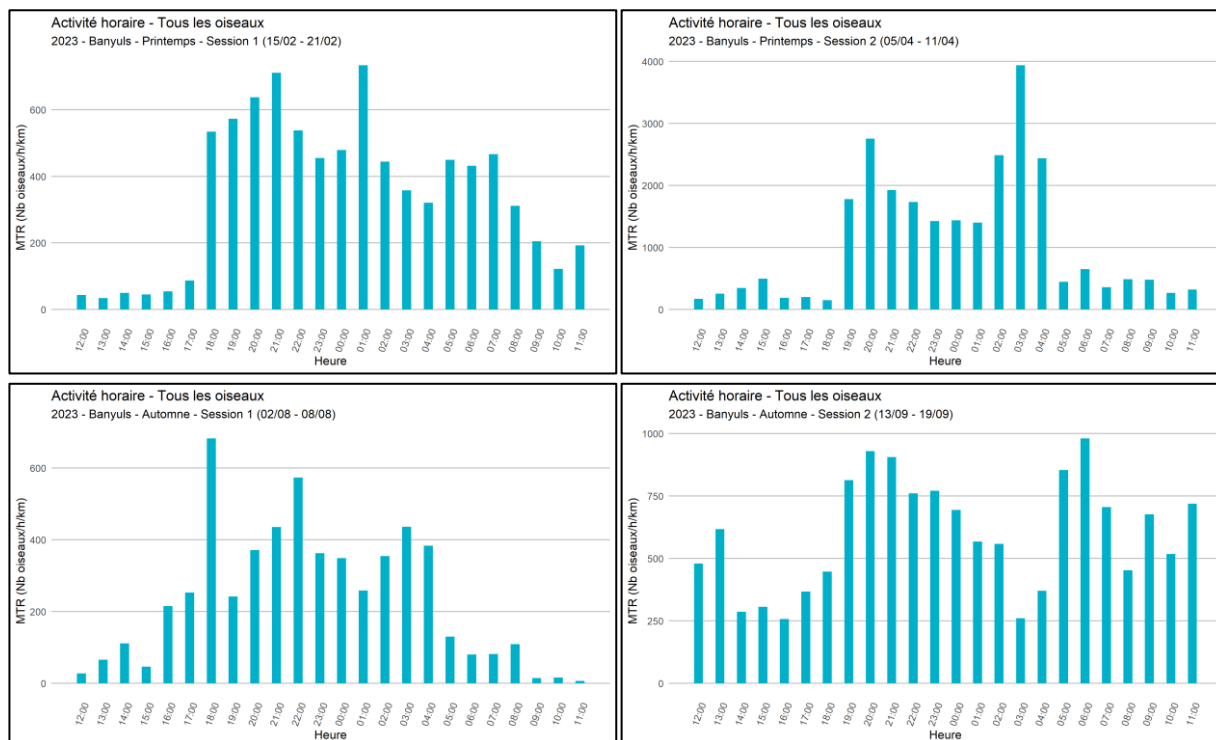


Figure 9 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE BANYULS EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

Leucate

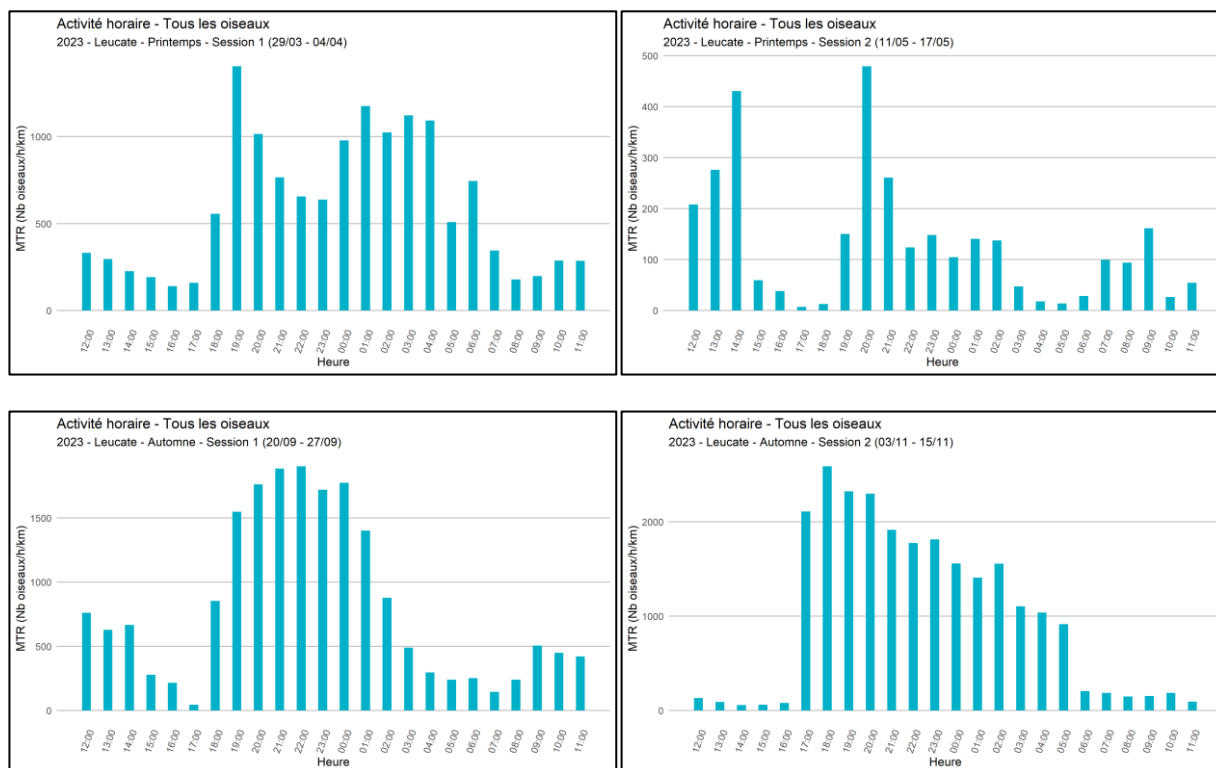


Figure 10 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE LEUCATE EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

Sérignan

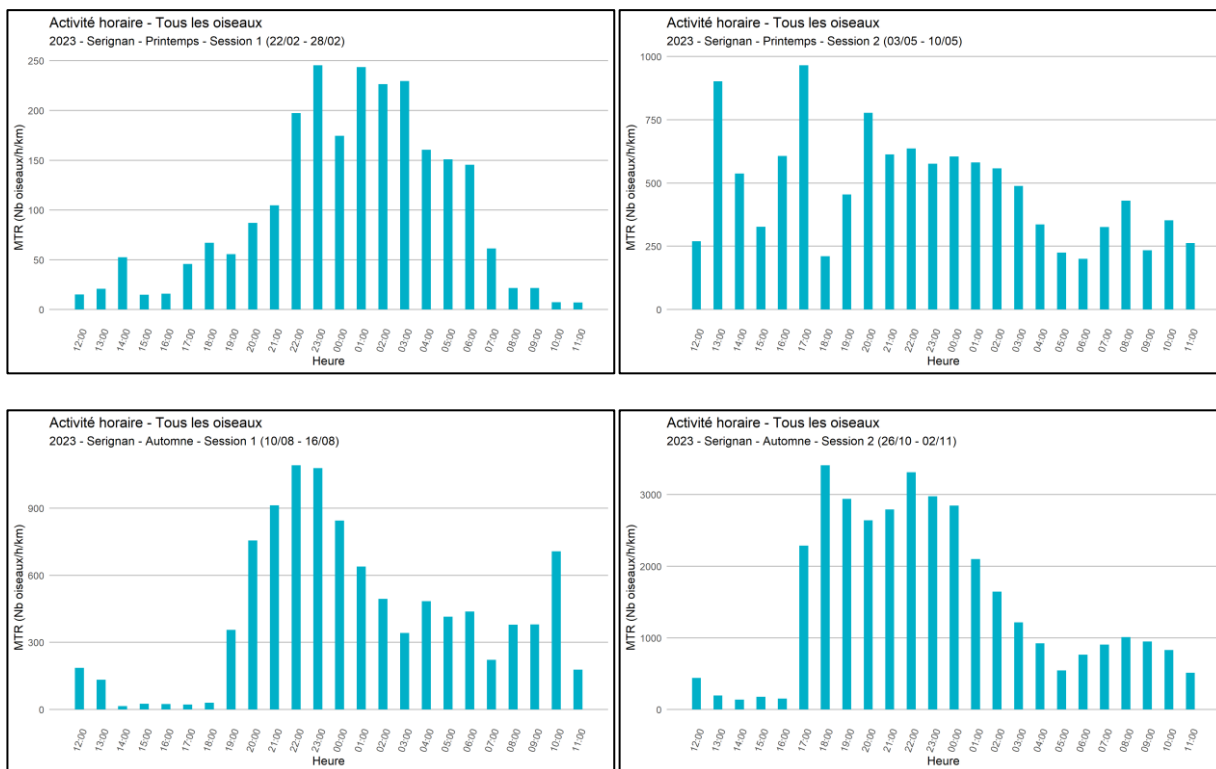
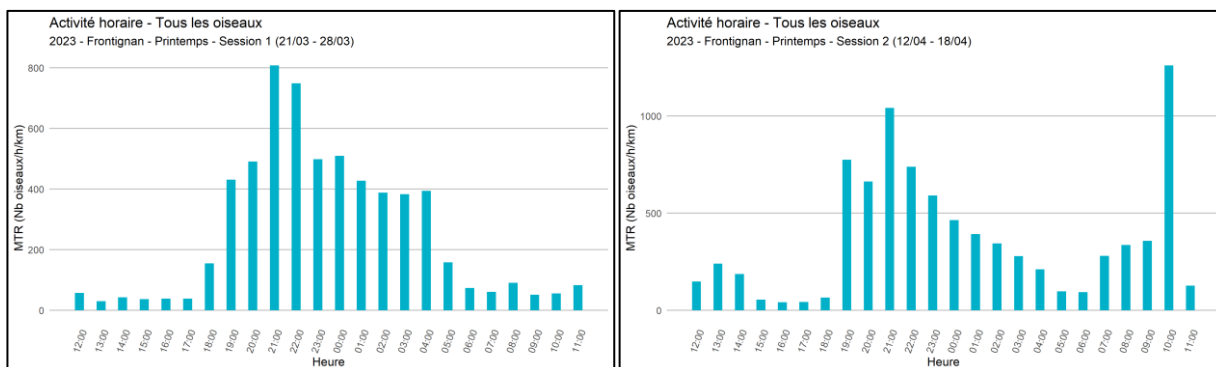


Figure 11 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE SÉRIGNAN EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

Frontignan



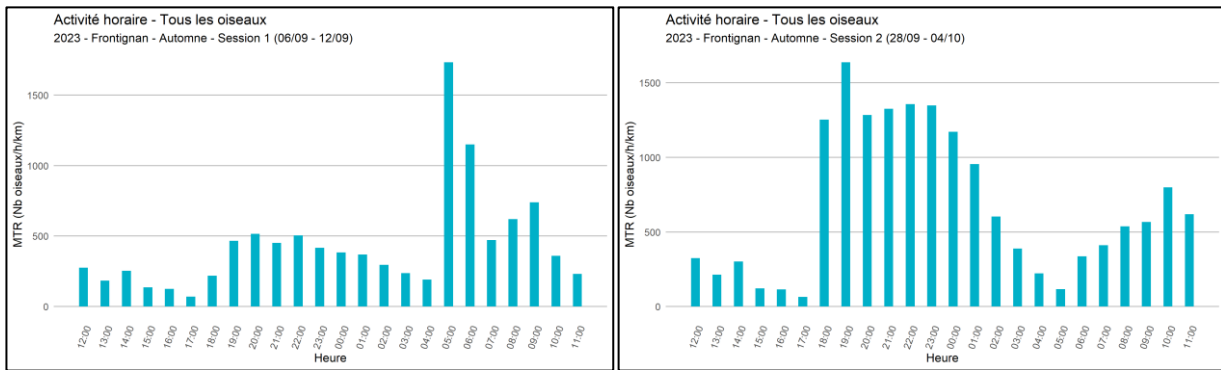


Figure 12 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE FRONTIGNAN EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

Grau-du-Roi

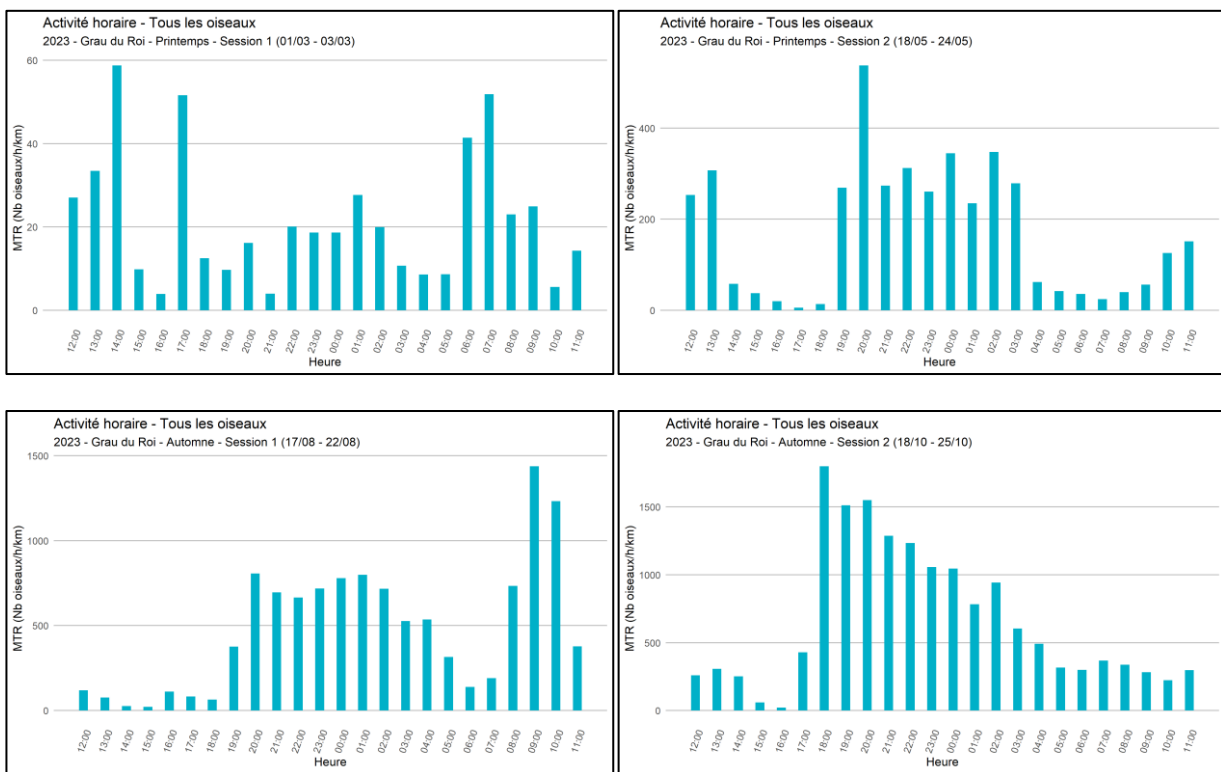


Figure 13 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DU GRAU-DU-ROI EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

La Palissade



Figure 14 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE LA PALISSADE EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

Cassis

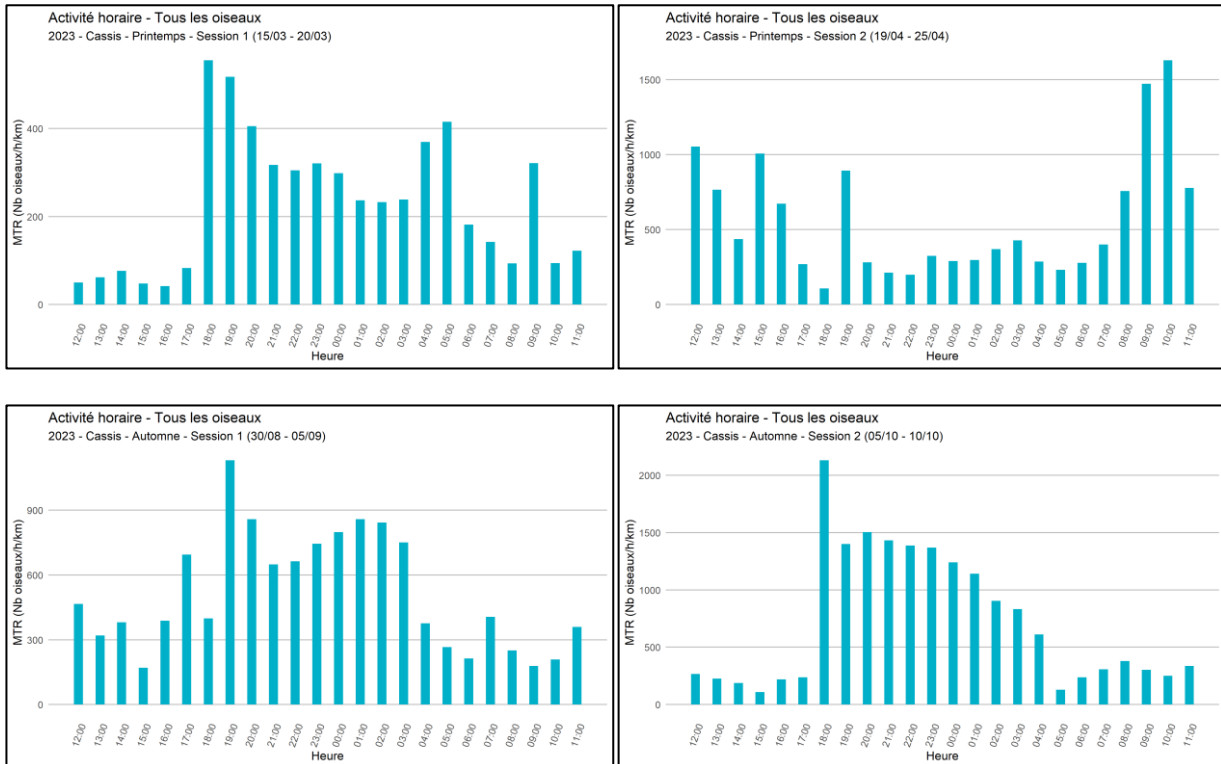


Figure 15 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE CASSIS EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

Toulon

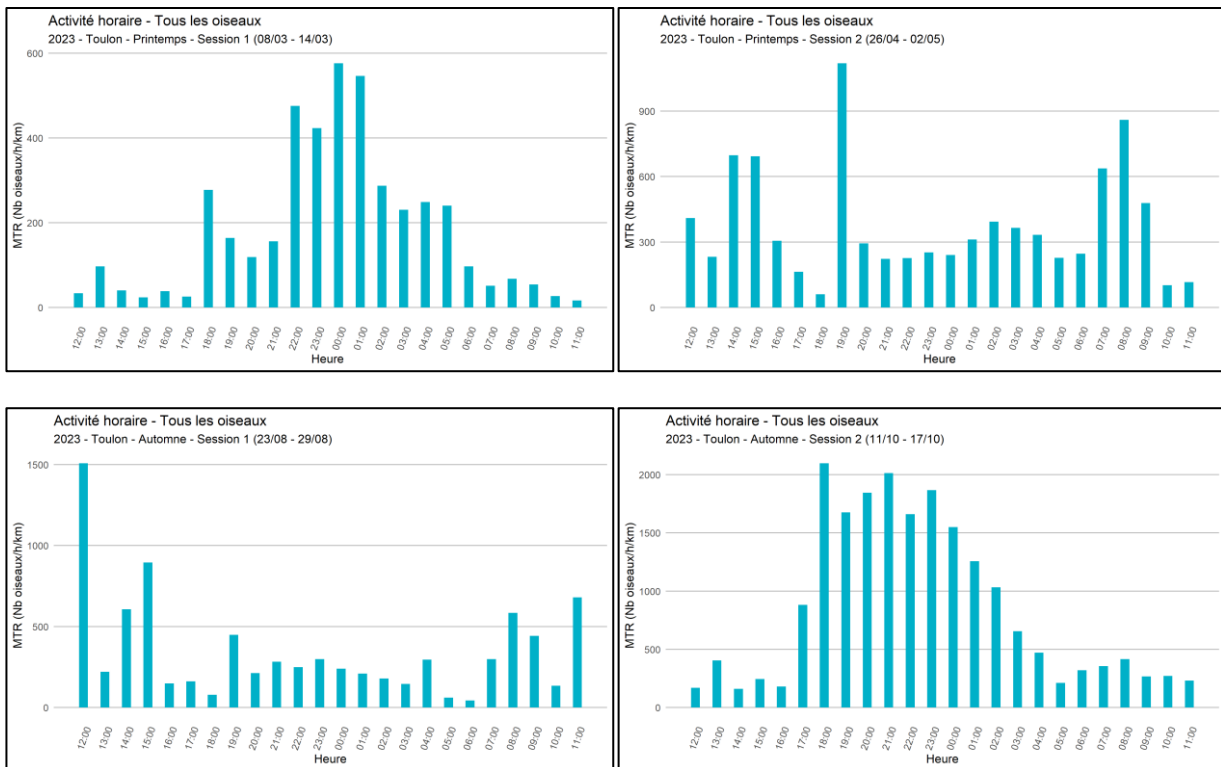


Figure 16 : ACTIVITÉ HORAIRE SUR LE SITE DE TOULON EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

3.2.1.4 Proportions de vols diurnes et nocturnes

Préambule

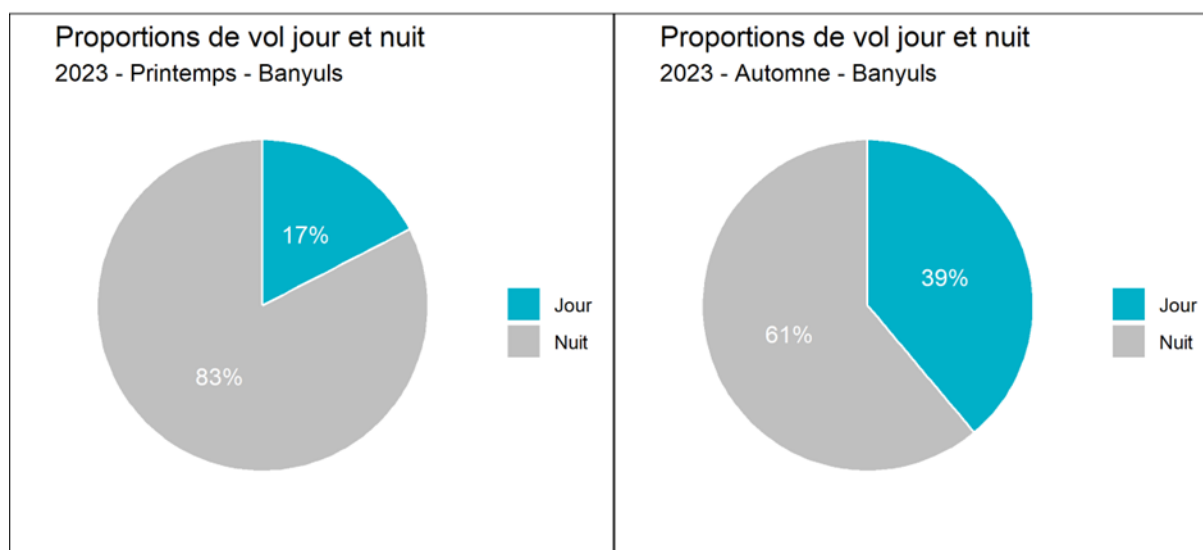
Les diagrammes ci-après présentent les proportions de vol de jour et de nuit pour chaque site, par période de migration prénuptiale et postnuptiale. Les valeurs sont la moyenne des MTR horaires pour les 2 sessions d'une campagne (prénuptiale et postnuptiale) ; il s'agit donc d'une comparaison d'un flux moyen de jour et d'un flux moyen de nuit, et non pas au sein d'un flux total qui implique une dépendance à la durée de jour et de nuit.

Les mouvements migratoires de jour peuvent être sous-estimés par le radar si les oiseaux volent en groupes ou à basse altitude (moins de 50 mètres). Toutefois, les flux de jour intègrent aussi les mouvements d'oiseaux locaux qui peuvent cumuler des MTR importants si des individus se déplacent massivement d'un site de repos vers un site d'alimentation par exemple, ou si quelques individus volent de façon redondante au-dessus du radar (e.g. rapaces, hirondelles ou martinets).

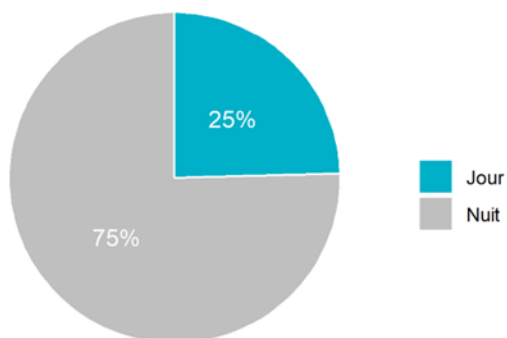
NB : ces données sont des résultats préliminaires et doivent donc être interprétées avec précaution.

Résultats préliminaires

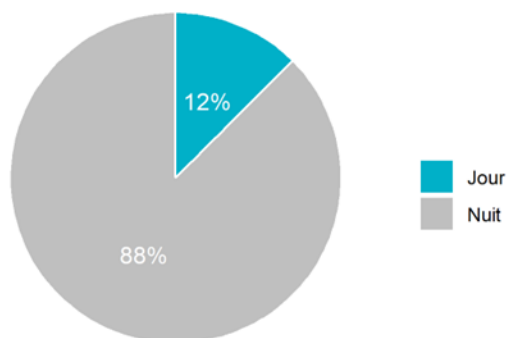
Les proportions de vol de jour et de nuit suivent classiquement les valeurs pressenties avec une proportion de moyenne de MTR de nuit plus élevée que de jour. La proportion la plus forte a été enregistrée à Leucate en automne, avec un ratio de 88% pour le MTR moyen nocturne. La proportion la plus faible a été enregistrée à Cassis au printemps avec 46% pour la nuit.



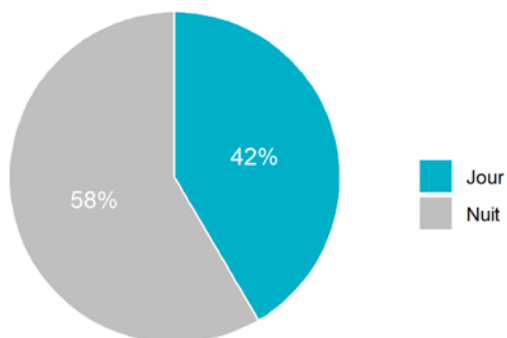
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Printemps - Leucate



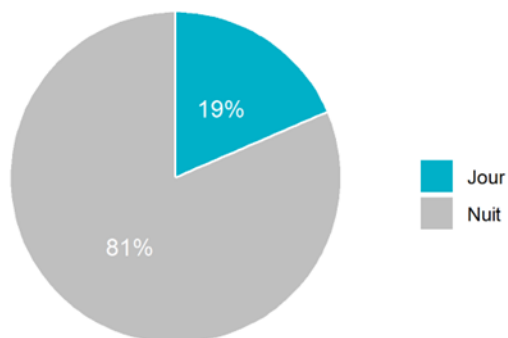
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Automne - Leucate



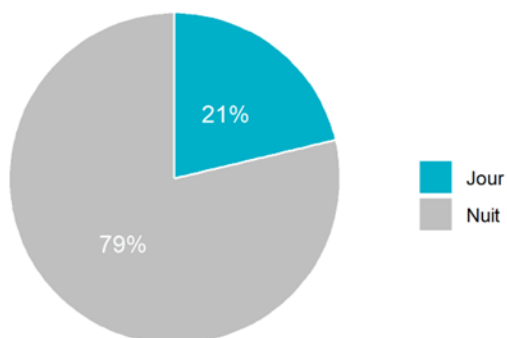
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Printemps - Serignan



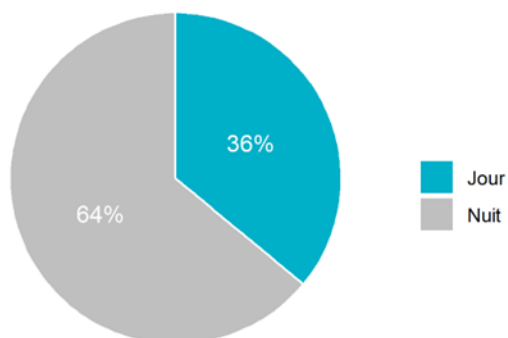
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Automne - Serignan



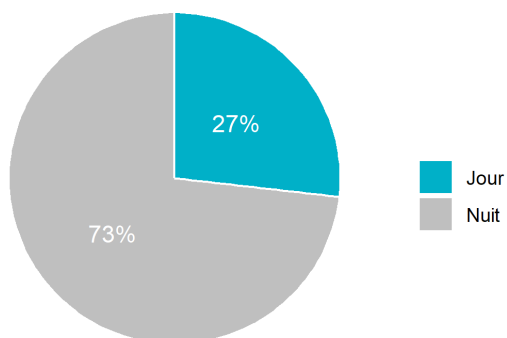
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Printemps - Frontignan



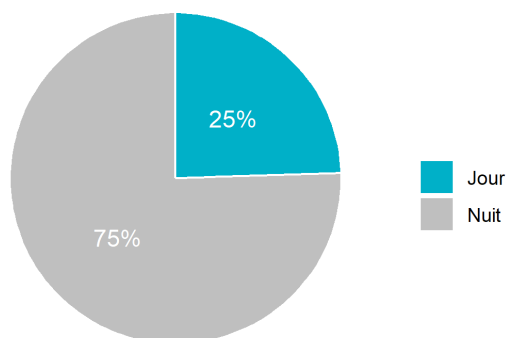
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Automne - Frontignan



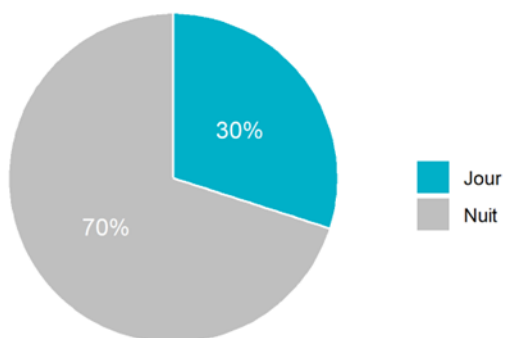
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Printemps - Grau du Roi



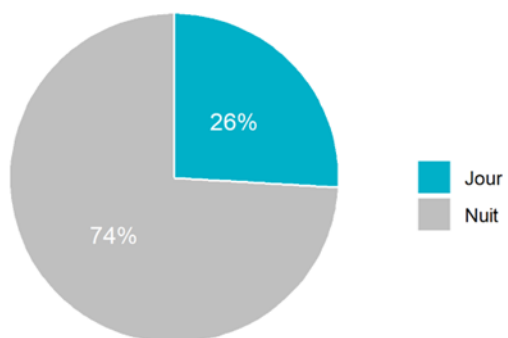
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Automne - Grau du Roi



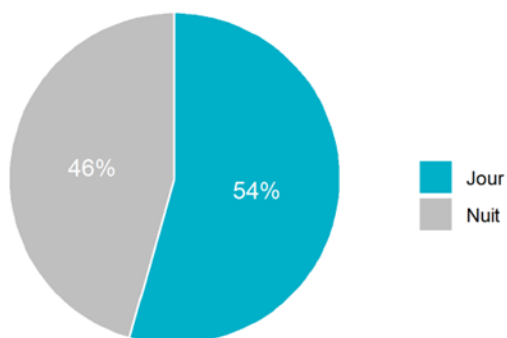
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Printemps - La Palissade



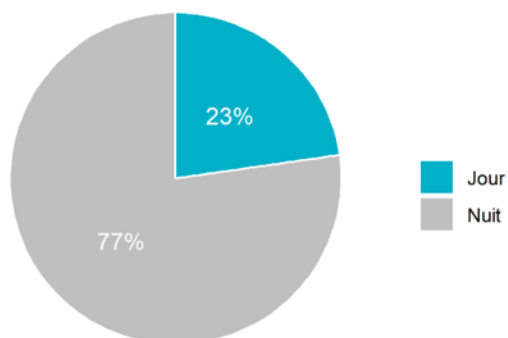
Proportions de vol jour et nuit
2023 - Automne - La Palissade



Proportions de vol jour et nuit
2023 - Printemps - Cassis



Proportions de vol jour et nuit
2023 - Automne - Cassis



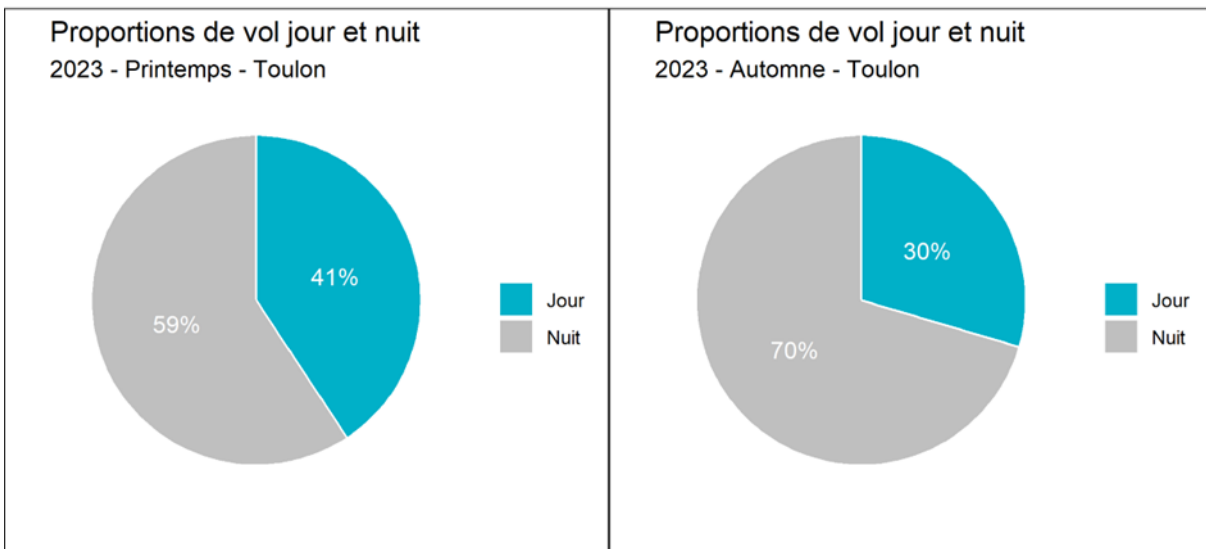


Figure 17 : PROPORTIONS DE VOL DIURNES ET NOCTURNES EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

3.2.1.5 Altitudes de vol

Préambule

Les graphiques suivants représentent les flux d’oiseaux par classes d’altitude, pour chaque site et par période de migration prénuptiale et postnuptiale.

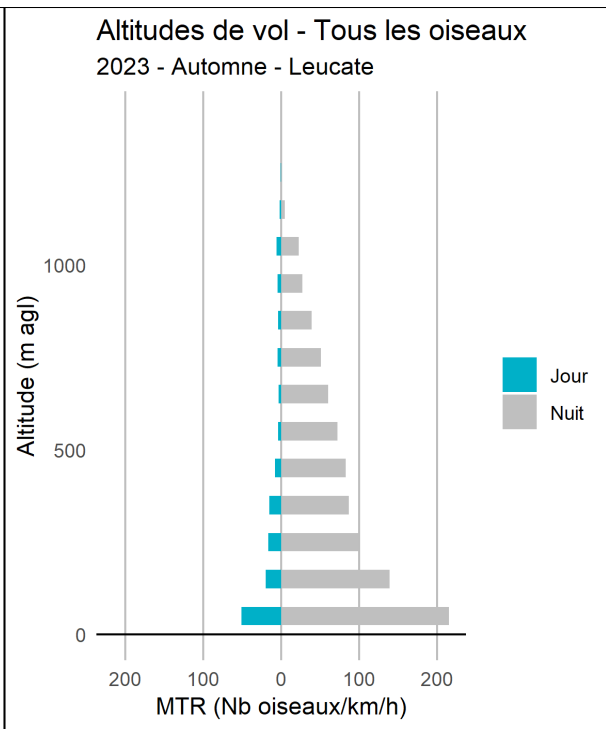
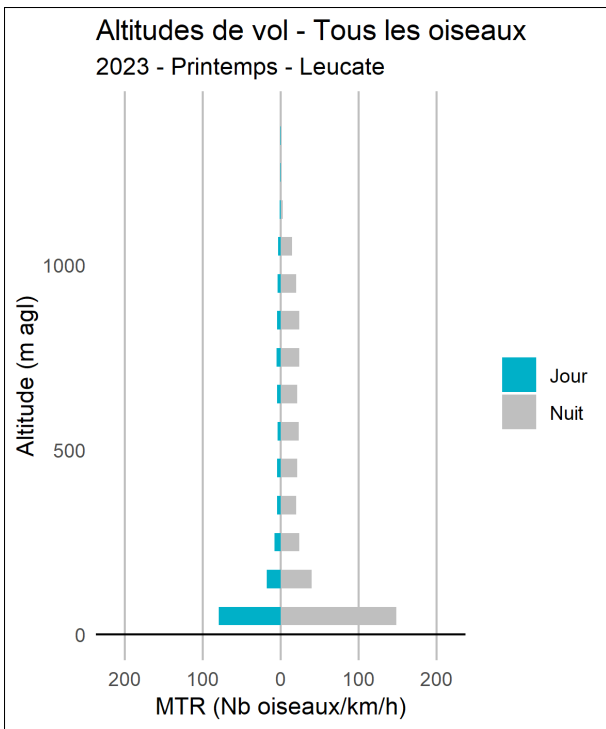
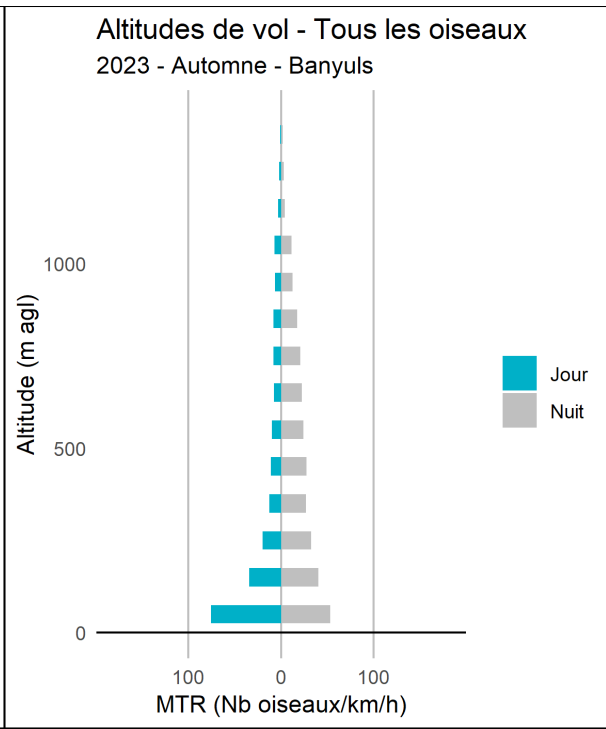
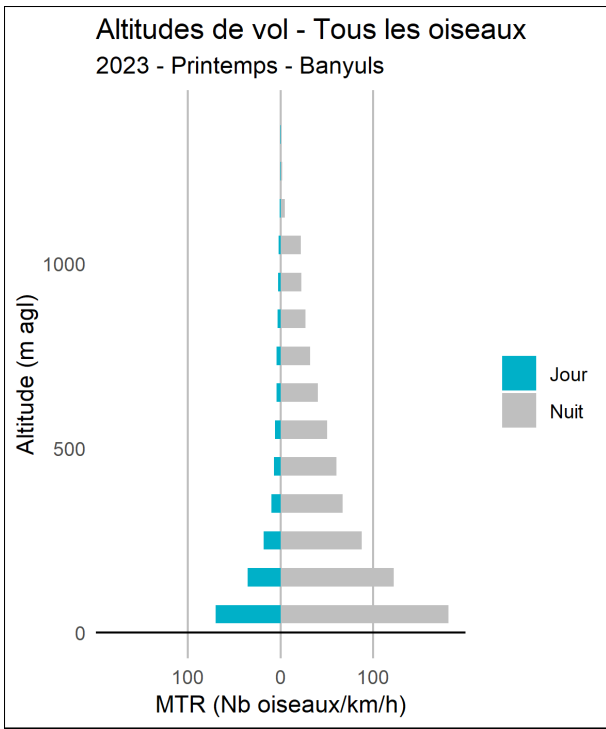
Pour le radar mobile, chaque histogramme représente la moyenne des deux sessions par campagne. Pour le radar fixe, deux histogrammes représentent les moyennes issues de l’ensemble des données de février à mai pour la migration prénuptiale, et d’août à novembre pour la migration postnuptiale.

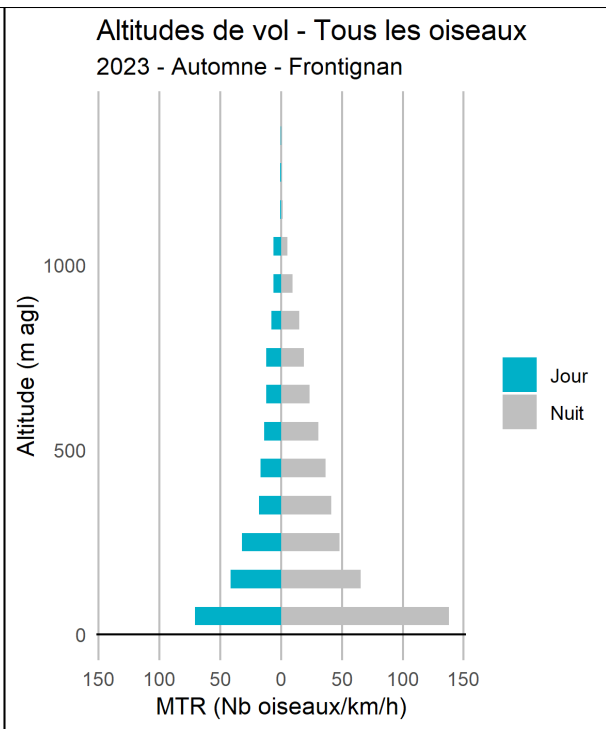
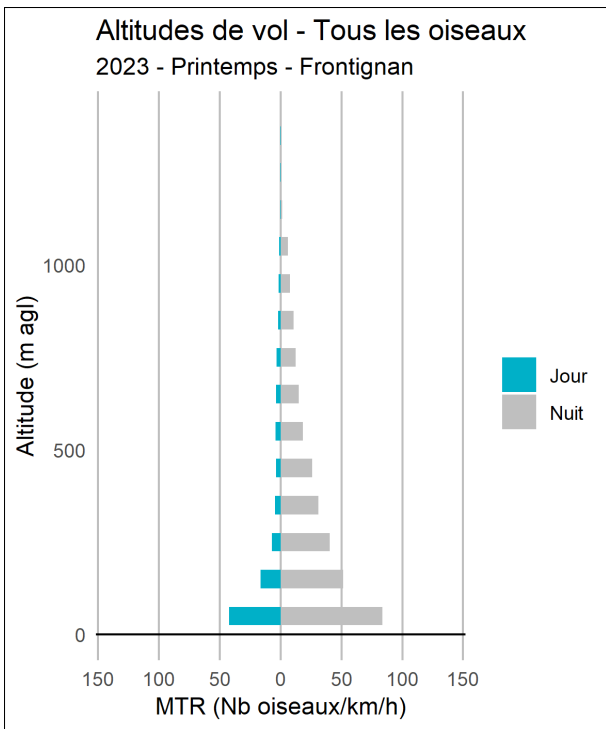
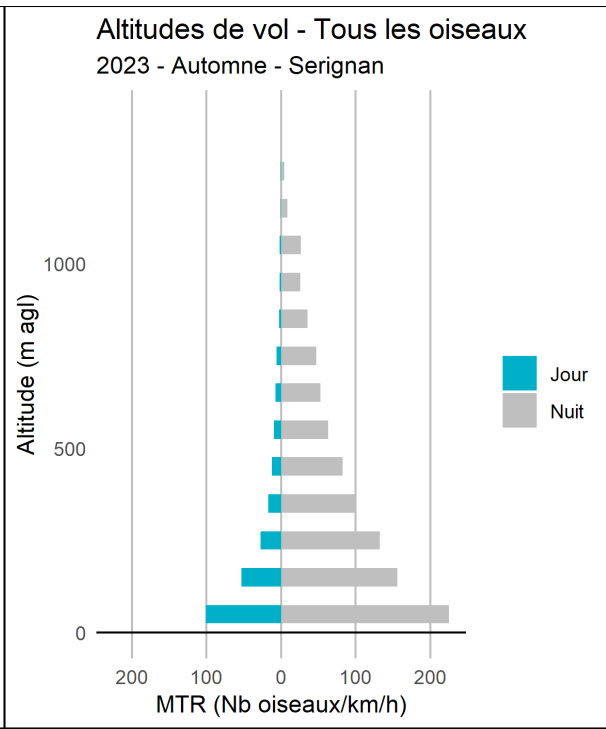
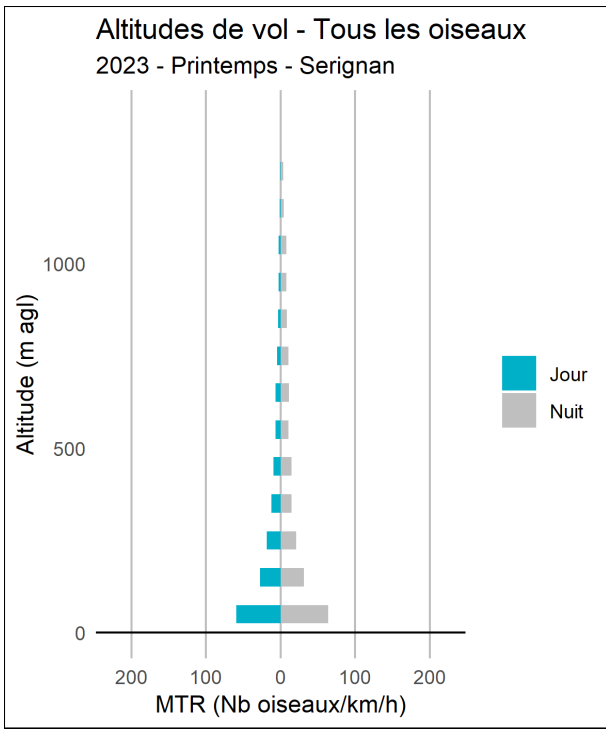
NB : ces données sont des résultats préliminaires et doivent donc être interprétées avec précaution.

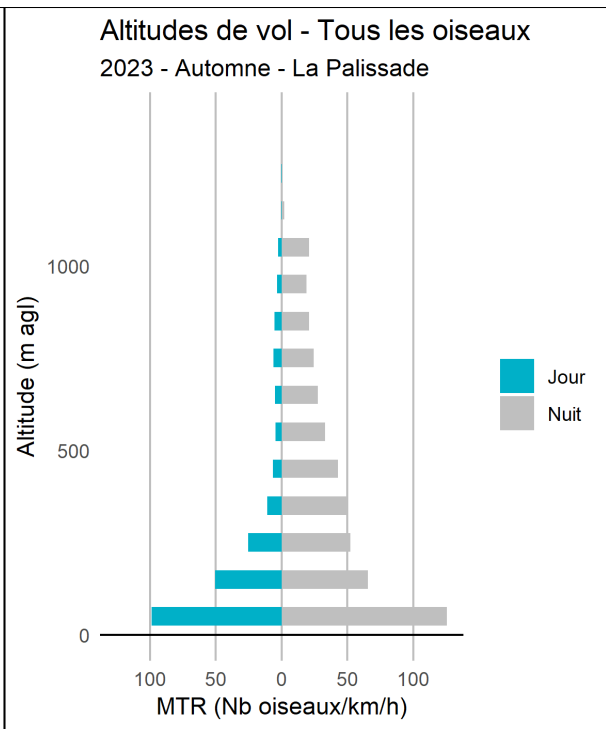
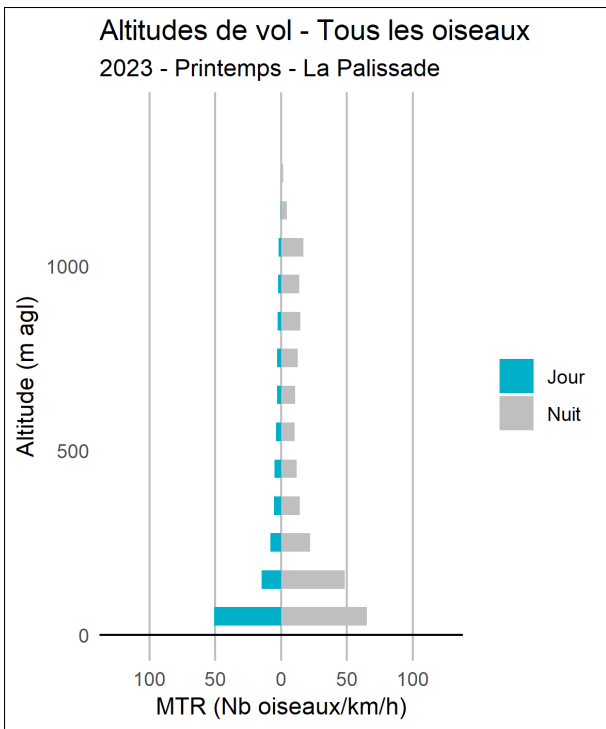
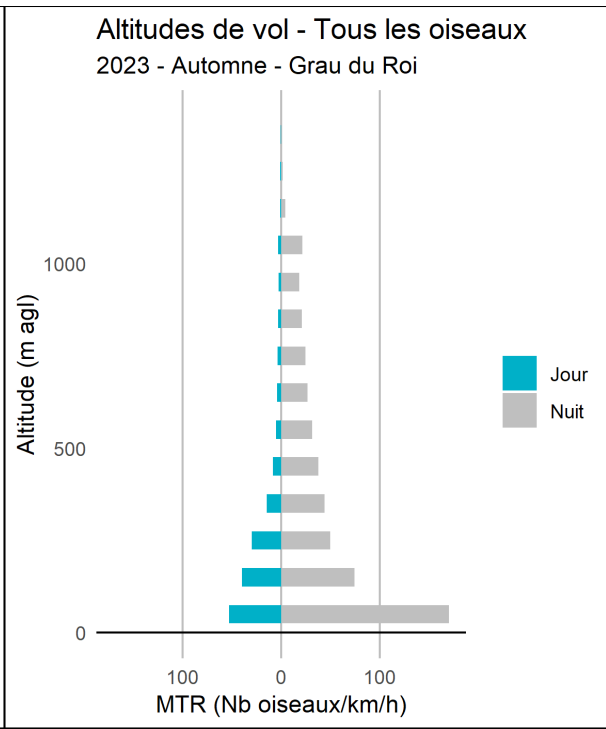
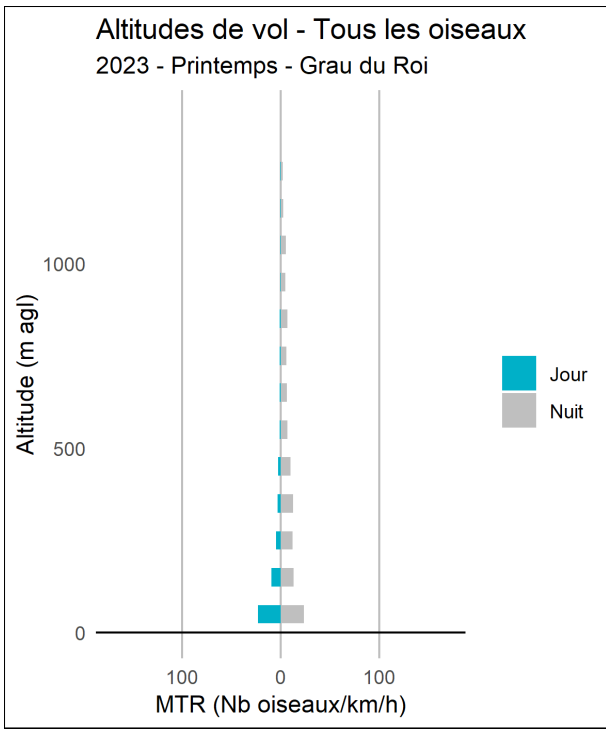
Résultats préliminaires

Les hauteurs de vol sont classiquement plus élevées la nuit que le jour sur les données 2023.

Une part importante des oiseaux vole à basse altitude (notamment moins de 300 mètres), que ce soit en migration prénuptiale ou en migration postnuptiale.







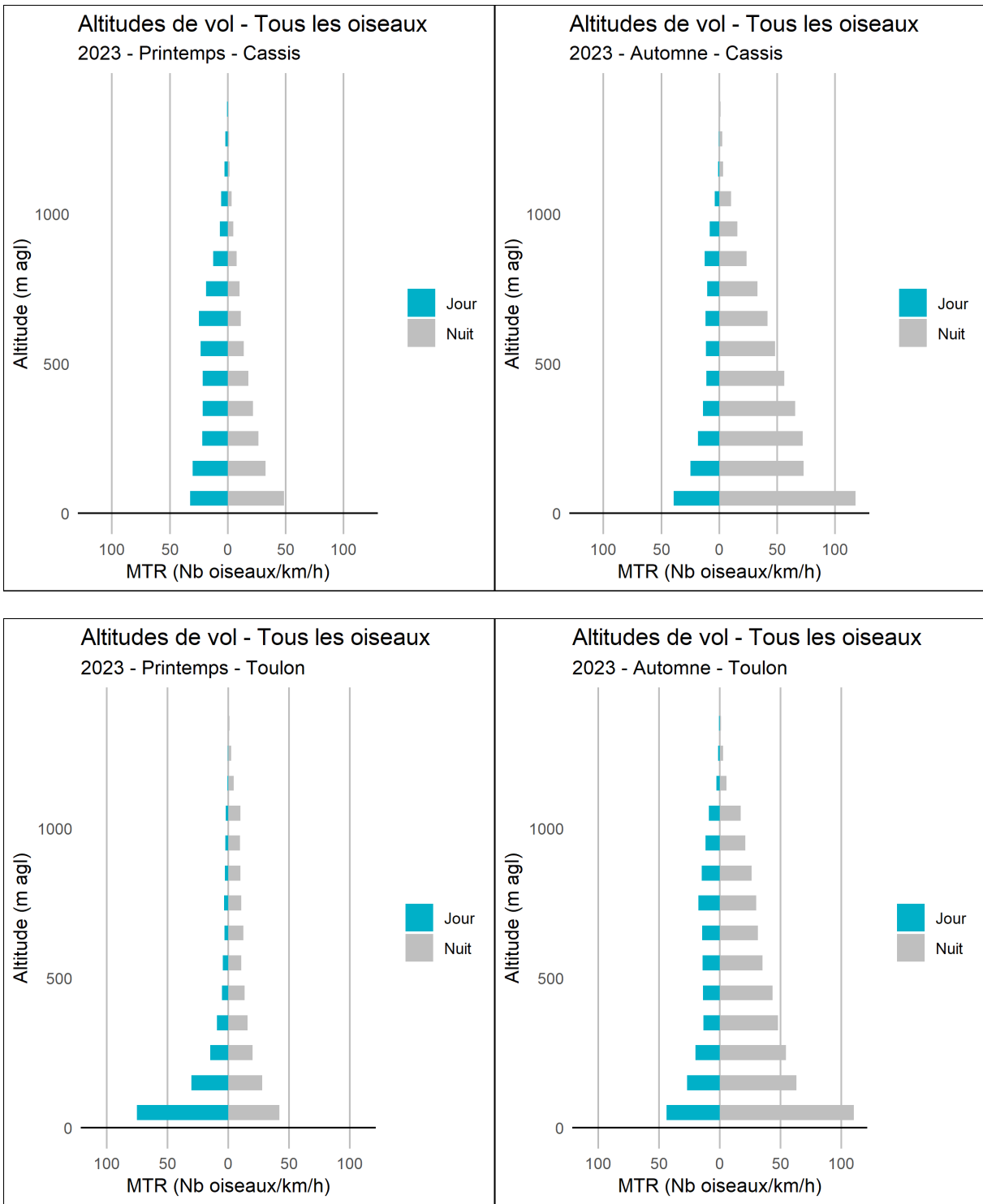


Figure 18 : DISTRIBUTIONS DES ALTITUDES DE VOLS EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

3.2.1.6 Directions de vol

Préambule

Les diagrammes suivants représentent les distributions des directions de vol enregistrées de nuit par site et par période pré-nuptiale et post-nuptiale.

Les données utilisées pour la réalisation de ces diagrammes sont les sommes des effectifs d'oiseaux par classe de direction et par période de migration. Pour le radar mobile, les sommes sont effectuées sur les 2 sessions confondues de chaque campagne, et pour le radar fixe, les données sont sommées de février à mai pour la migration pré-nuptiale, et d'août à novembre pour la migration post-nuptiale.

NB : ces données sont des résultats préliminaires et doivent donc être interprétées avec précaution.

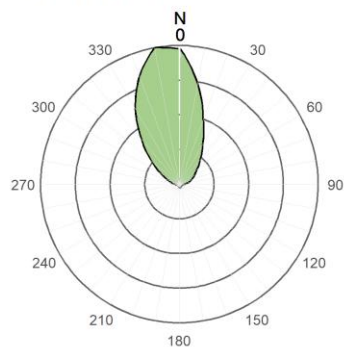
Résultats préliminaires 2023

À l'ouest du golfe du Lion (Banyuls, Leucate, Sérignan, Frontignan), les oiseaux suivent des directions de vol davantage parallèles à la côte que sur les sites situés à l'est du golfe. La proportion d'oiseaux partant ou arrivant du large reste toutefois élevée, sur l'ensemble des sites.

A l'ouest du golfe du Lion, les directions sont majoritairement dirigées selon l'axe nord-est / sud-ouest alors qu'à l'est du golfe la proportion de directions nord-ouest / sud-est est plus importante. Ces résultats confirment les hypothèses qu'une partie des oiseaux migrateurs ont tendance à couper le golfe du Lion depuis l'Espagne ou la côte languedocienne vers la vallée du Rhône à l'ouest, et depuis la Sardaigne à l'est.

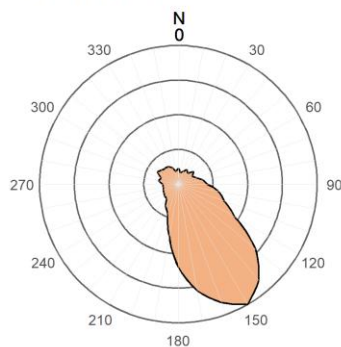
Note : les directions de vols pour la période du printemps sur le site du Grau du Roi sont représentées en grisé car les résultats ne sont pas représentatifs étant donné la période restreinte d'acquisition liée au vandalisme de la remorque (voir 3.1.1) couplé à une très faible migration (voir 3.2.1.2).

Directions de vol - Banyuls
2023 - Printemps - Nuit
Tous les oiseaux



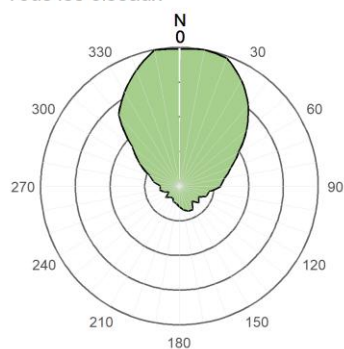
Nombre d'échos 25407

Directions de vol - Banyuls
2023 - Automne - Nuit
Tous les oiseaux



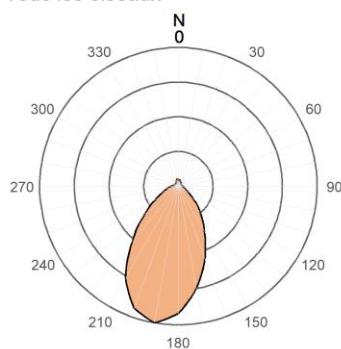
Nombre d'échos 8850

Directions de vol - Leucate
2023 - Printemps - Nuit
Tous les oiseaux



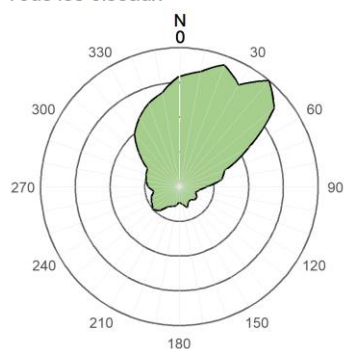
Nombre d'échos 9700

Directions de vol - Leucate
2023 - Automne - Nuit
Tous les oiseaux



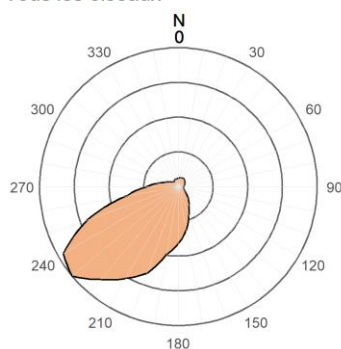
Nombre d'échos 52437

Directions de vol - Serignan
2023 - Printemps - Nuit
Tous les oiseaux



Nombre d'échos 6299

Directions de vol - Serignan
2023 - Automne - Nuit
Tous les oiseaux



Nombre d'échos 34943

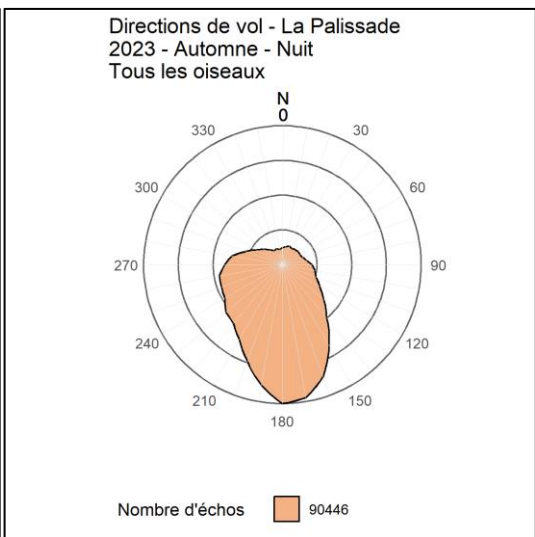
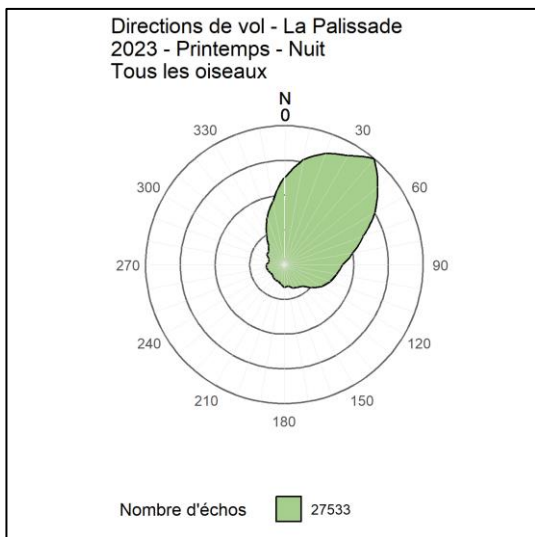
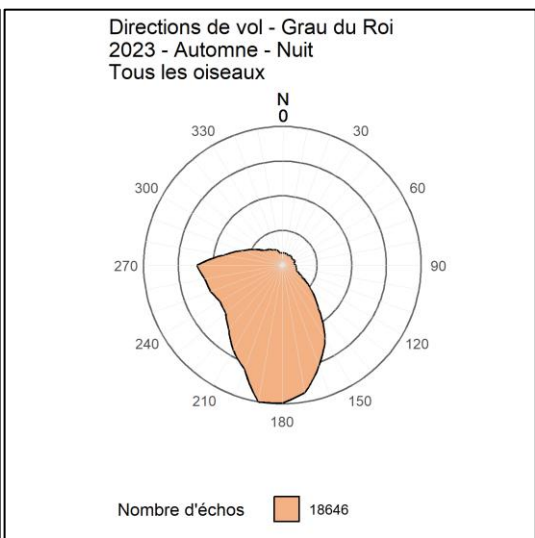
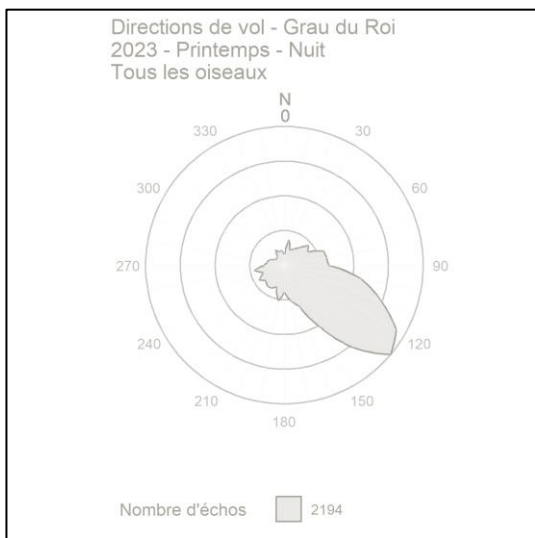
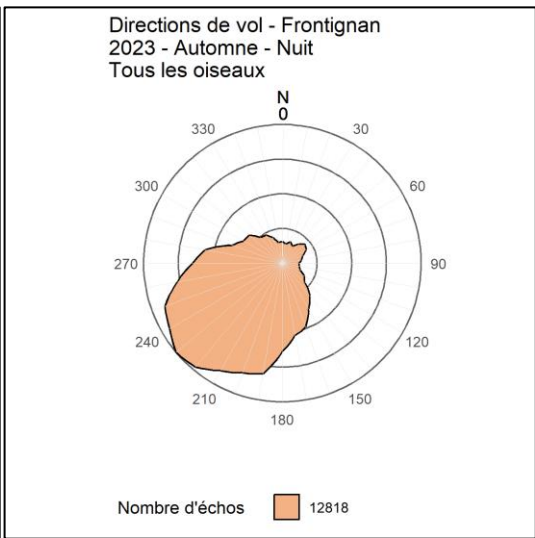
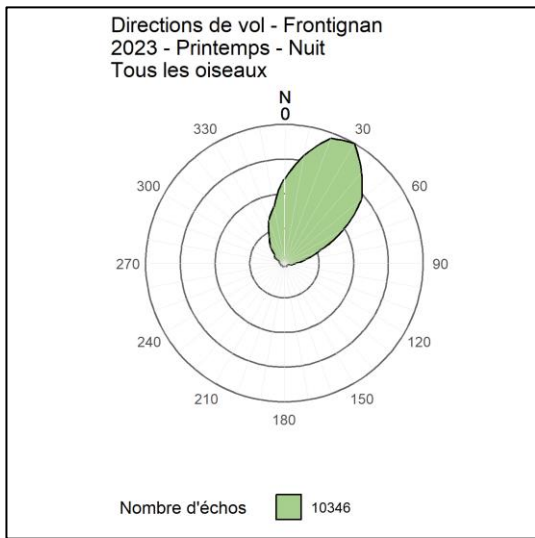




Figure 19 : DIRECTIONS DE VOL NOCTURNES EN 2023 POUR TOUS LES OISEAUX CONFONDUS.

3.2.1.7 Synthèse 2023

Printemps 2023

En considérant les données acquises en 2023, les flux migratoires sont plus importants sur la partie ouest du golfe du Lion (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault) que sur la partie est (Gard, Bouches du Rhône, Var).

La proportion de déplacements de nuit est liée à l'intensité de la migration, et les sites les plus à l'ouest sont ainsi ceux qui présentent les mouvements nocturnes les plus importants.

Les directions de vol sont davantage orientées parallèlement à la côte sur les sites de l'ouest du golfe, mais les proportions de vols en provenance ou en direction de la mer restent importantes. Les directions de vol en provenance ou en direction de la mer sur les sites situés à l'est (Gard, Bouche du Rhône, Var) sont très marquées.

Les hauteurs de vol sont variables, mais la proportion d'oiseaux volant à basse altitude reste importante.

Pour rappel, ces résultats préliminaires et partiels ne concernent que l'année 2023 et seront amenés à évoluer. Les résultats seront consolidés avec l'ensemble des données des trois années d'acquisition, afin d'intégrer notamment les variabilités interannuelles. L'interprétation de ces résultats doit donc être faite précautionneusement en intégrant ces limites.

Automne 2023

En migration postnuptiale 2023, le flux est nettement plus élevé qu'en migration pré-nuptiale.

Ce flux est toujours plus important à l'ouest du golfe du Lion (Pyrénées Orientales, Aude, Hérault) qu'à l'est (Gard, Bouches du Rhône, Var), mais la différence de flux est plus faible qu'en migration pré-nuptiale.

La part des déplacements de nuit est encore plus importante qu'au printemps.

Les directions de vol sont toujours plus orientées parallèlement à la côte sur les sites de l'ouest du golfe qu'au niveau des sites situés à l'est.

Les hauteurs de vol restent étagées, mais les mouvements à basse altitude sont toujours importants.

Pour rappel, ces résultats préliminaires et partiels ne concernent que l'année 2023 et seront amenés à évoluer. Les résultats seront consolidés avec l'ensemble des données des trois années d'acquisition, afin d'intégrer notamment les variabilités interannuelles. L'interprétation de ces résultats doit donc être faite précautionneusement en intégrant ces limites.

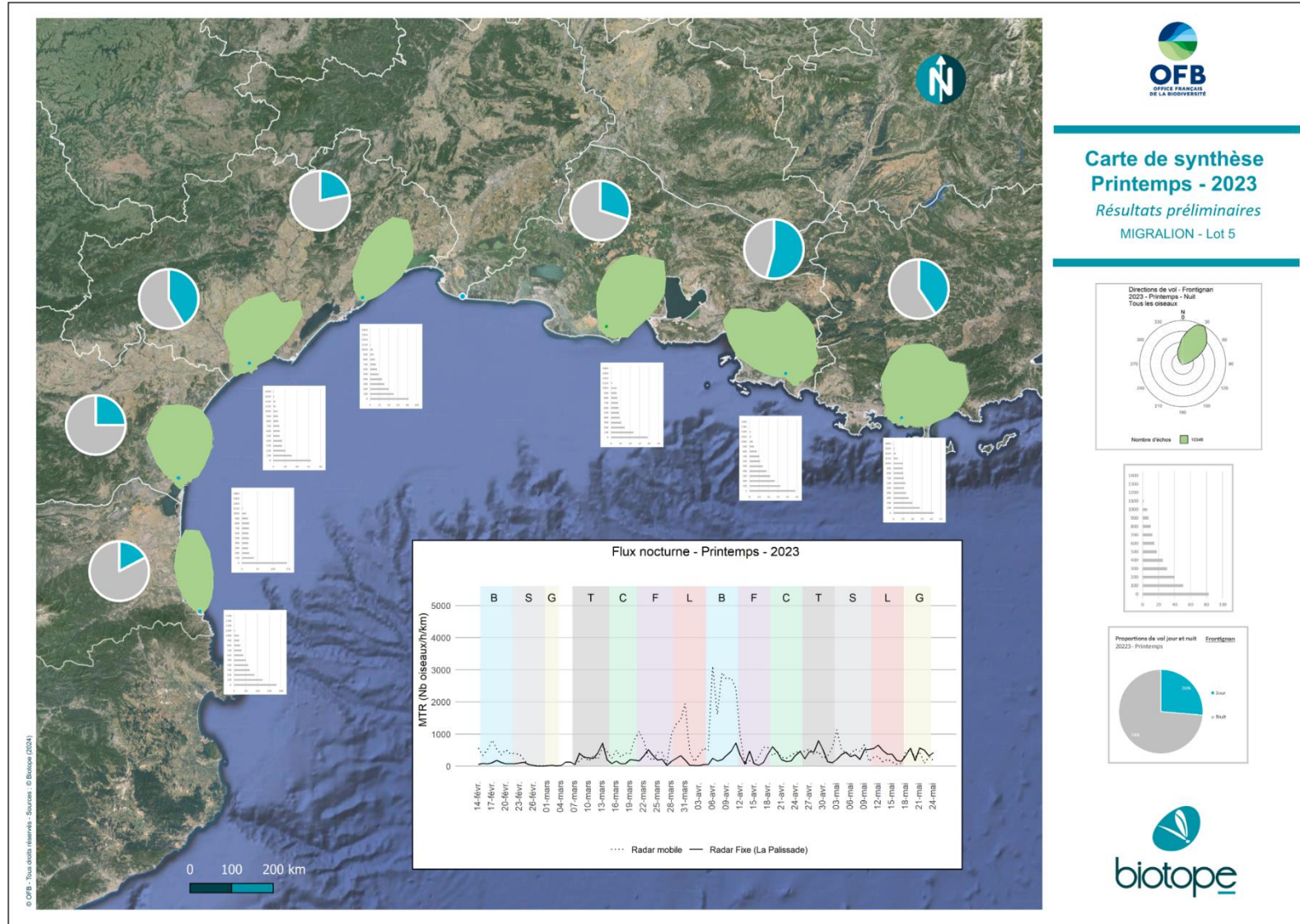
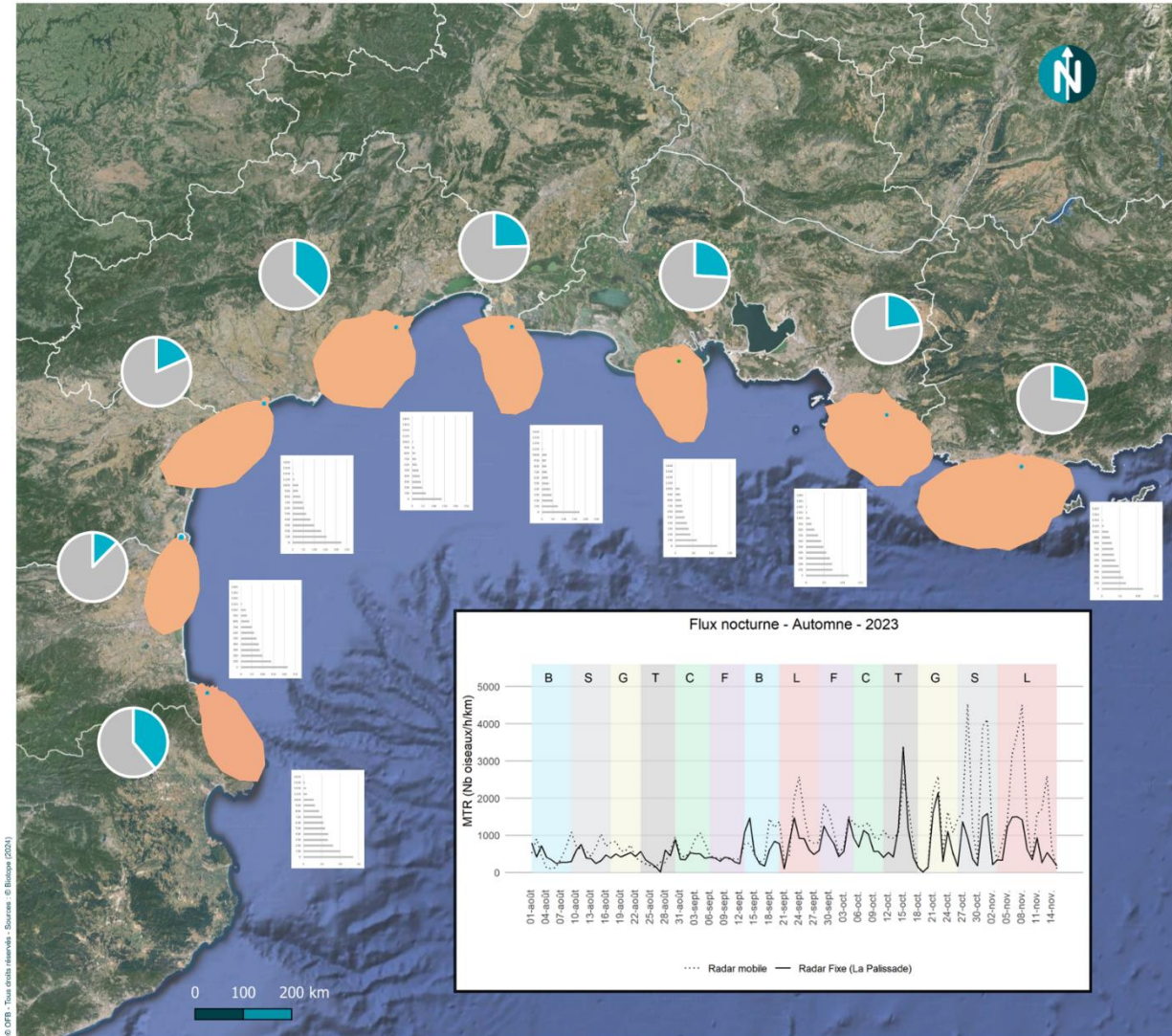


Figure 20 : CARTE DE SYNTHESE DES RESULTATS PRELIMINAIRES DES ANALYSES RADAR AU PRINTEMPS 2023



**Carte de synthèse
Automne - 2023**
Résultats préliminaires
MIGRALION - Lot 5

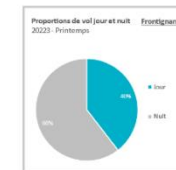
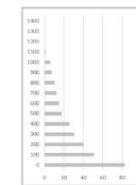
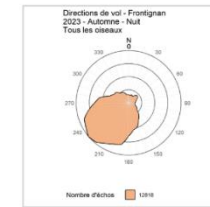


Figure 21 : CARTE DE SYNTHESE DES RESULTATS PRELIMINAIRES DES ANALYSES RADAR A L'AUTOMNE 2023

3.2.2 Suivi acoustique

Préambule

L'analyse des données est toujours en cours, et les résultats présentés sont donc préliminaires.

Résultats

Les tableaux ci-après présentent le nombre de cris détectés et le nombre d'individus estimé de l'ensemble des 75 espèces d'oiseaux contactées durant toute la période migratoire.

Un indice relatif au comportement supposé des oiseaux détectés est intégré et permet de préciser l'origine du nombre de cris et l'effectif estimé : en Migration active probable (M), en Halte migratoire probable (H) ou individus probablement cantonnés (L pour local). Dans la mesure où le comportement de certaines espèces est difficilement appréciable (voir 2.4.2), plusieurs indices peuvent être affectés.

Espèce contactée au printemps (Nom scientifique)	Espèce contactée au printemps (Nom vernaculaire)	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	M	343	462
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	M/H/L	199	626
<i>Chroicocephalus genei</i>	Goéland railleur	L	143	814
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	M/L	113	460
<i>Turdus iliacus</i>	Grive mauvis	M	68	84
<i>Burhinus oedicephalus</i>	Oedicnème criard	M/H	65	360
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rosignol philomèle	M/H/L	50	3881
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Bihoreau gris	M/H	47	195
<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau	M/H/L	46	135
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	M/H/L	45	238
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	M/H/L	44	544
<i>Erithacus rubicola</i>	Rougegorge familier	M/H/L	40	127
<i>Grus Grus</i>	Grue cendrée	M	35	135
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Grèbe castagneux	M/H/L	32	158
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule d'eau	L	31	227
<i>Fulica atra</i>	Foulque macroule	L	28	57
<i>Calidris alpina</i>	Bécasseau variable	M/H	25	84
<i>Tringa glareola</i>	Chevalier sylvain	M/H	24	93
<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur	M/H	23	90

Espèce contactée au printemps (Nom scientifique)	Espèce contactée au printemps (Nom vernaculaire)	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	M/H/L	23	141
<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon	L	21	33
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	M/H	21	143
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	M/H	19	28
<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche	M/H/L	17	160
<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette	M/H	15	46
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	M/H	12	275
<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré	M/H	12	45
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	M/H/L	12	120
<i>Mareca strepera</i>	Canard chipeau	M/H/L	11	68
<i>Apus apus</i>	Martinet noir	M/H	11	26
<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	M/H/L	10	21
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	M/H	7	27
<i>Spinus spinus</i>	Tarin des aulnes	M/H	7	28
<i>Tringa ochropus</i>	Chevalier culblanc	M/H/L	7	11
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	M/H/L	6	121
<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	M/H/L	6	15
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	M/H	5	19
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	M/H	5	66
<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis corlieu	M/H	5	11
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	M/H	4	20
<i>Limosa lapponica</i>	Barge rousse	M	4	17
<i>Charadrius hiaticula</i>	Grand gravelot	M/H	4	8
<i>Spatula querquedula</i>	Sarcelle d'été	M/H	4	4
<i>Haematopus ostralegus</i>	Huîtrier pie	M/H/L	4	28
<i>Prunella modularis</i>	Accenteur mouchet	M/H/L	4	8
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	M/H/L	4	14
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	M/H/L	3	29

Espèce contactée au printemps (Nom scientifique)	Espèce contactée au printemps (Nom vernaculaire)	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
<i>Hydroprogne caspia</i>	Sterne caspienne	M/H	3	5
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Gravelot à collier interrompu	M/H/L	2	2
<i>Tringa erythropus</i>	Chevalier arlequin	M/H	2	2
<i>Anas crecca</i>	Sarcelle d'hiver	M/H/L	2	10
<i>Calidris alba</i>	Bécasseau sanderling	M/H	2	4
<i>Regulus regulus</i>	Roitelet huppé	M/H	2	4
<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse	M/H/L	2	12
<i>Gallinago gallinago</i>	Bécassine des marais	M/H/L	2	55
<i>Ixobrychus minutus</i>	Blongios nain	M/H	2	3
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	M/H/L	1	1
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	M/H/L	1	1
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	M/H	1	3
<i>Miscicapa striata</i>	Gobemouche gris	M/H	1	1
<i>Corvus frugilegus</i>	Corbeau freux	M/L	1	3
<i>Phylloscopus trochylus</i>	Pouillot fitis	M/H	1	16
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Pouillot de Bonelli	M/H	1	1
Total général			1690	10425

Tableau 9 : SYNTHÈSE DES ESPÈCES CONTACTÉES AU PRINTEMPS 2023

Espèce contactée en automne (Nom scientifique)	Espèce contactée en automne (Nom vernaculaire)	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	M	1451	1917
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	M/H/L	890	2775
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Bihoreau gris	M/H/L	188	871
<i>Erithacus rubicola</i>	Rougegorge familier	M/H/L	115	308
<i>Regulus ignicapillus</i>	Roitelet à triple bandeau	M/H/L	87	782
<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette	M/H/L	73	369
<i>Turdus illiacus</i>	Grive mauvis	M	69	77

Espèce contactée en automne (Nom scientifique)	Espèce contactée en automne (Nom vernaculaire)	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur	M/H	66	322
<i>Charadrius hiaticula</i>	Grand gravelot	M/H	51	193
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	M/H/L	48	204
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	M/H	38	161
<i>Anthus trivialis</i>	Pipit des arbres	M/H	35	91
<i>Burhinus oedicephalus</i>	Oedicnème criard	M/H	29	265
<i>Spinus spinus</i>	Tarin des aulnes	M/H	28	174
<i>Calidris alpina</i>	Bécasseau variable	M/H/L	27	40
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	M/H/L	24	353
<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	M/H/L	24	59
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	M/H	23	171
<i>Ixobrychus exilis</i>	Blongios nain	M/H	21	98
<i>Charadrius dubius</i>	Petit gravelot	M/H	13	57
<i>Tringa ochropus</i>	Chevalier culblanc	M/H/L	13	27
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	M/H	12	61
<i>Ardea purpurea</i>	Héron pourpré	M/H	12	42
<i>Tringa glareola</i>	Chevalier sylvain	M/H	11	76
<i>Gallinago gallinago</i>	Bécassine des marais	M/H/L	11	56
<i>Hydroprogne caspia</i>	Sterne caspienne	M/H	11	43
<i>Anthus prateris</i>	Pipit farlouse	M/H/L	10	24
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	M/H/L	8	8
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	M/H/L	7	43
<i>Remiz pendulinus</i>	Rémiz penduline	M/H	7	32
<i>Emberiza cirrus</i>	Bruant zizi	L	6	193
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	M/H/L	6	51
<i>Pheonurus ochruros</i>	Rougequeue noir	M/H/L	5	90
<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse	M/H/L	5	50
<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire	M/H	5	20
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	M/H	4	110
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Gravelot à collier interrompu	M/H/L	4	70
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	M/H	4	46

Espèce contactée en automne (Nom scientifique)	Espèce contactée en automne (Nom vernaculaire)	Indice M/H/L	Effectif estimé	Nb de cris
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	M/H	4	18
<i>Mareca strepera</i>	Canard chipeau	M/H/L	4	13
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	M	4	9
<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau	M/H/L	4	5
<i>Anthus spinoletta</i>	Pipit spioncelle	M/H/L	3	6
<i>Turdus pilaris</i>	Grive litorne	M	3	3
<i>Calidris minuta</i>	Bécasseau minute	M/H/L	2	20
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux	M/H/L	2	11
<i>Riparia riparia</i>	Hirondelle de rivage	M/H	2	5
<i>Anas crecca</i>	Sarcelle d'hiver	M/H/L	2	2
<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	M/H/L	2	2
<i>Motacilla cinerea</i>	Bergeronnette des ruisseaux	M	1	5
<i>Spatula querquedula</i>	Sarcelle d'été	M	1	4
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Grèbe castagneux	M/H	1	2
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	M/H/L	1	2
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule d'eau	M/H/L	1	1
<i>Recurvirostra avocetta</i>	Avocette élégante	M/H/L	1	1
<i>Haematopus ostralegus</i>	Huîtrier pie	M/H/L	1	1
<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré	M/H/L	1	1
Total général			3481	10440

Tableau 10 : SYNTHÈSE DES ESPÈCES CONTACTÉES À L'AUTOMNE 2023

3.2.3 Bagueage

426 captures ont été réalisées au printemps 2023 sur le site de La Palissade, avec 301 baguages et 125 contrôles, pour un total de 31 espèces dont 18 migrateurs transsahariens.

Parmi les espèces les plus baguées se trouve un trio de migrateurs transsahariens qui ne se reproduit pas en Camargue : le Gobemouche noir, le Pouillot fitis et le Rougequeue à front blanc, qui totalisent 32% des oiseaux bagués sur le site.

Concernant les contrôles, on retrouve logiquement des oiseaux sédentaires qui se reproduisent sur le site comme la Fauvette mélanocéphale, le Rossignol philomèle et la Bouscarle de Cetti. La phénologie de capture observée reflète à la fois le nombre d'oiseaux présents autour des filets mais également leur activité avec un passage étalé des migrateurs sur la saison 2023.

Les tombées de passereaux (oiseaux migrateurs qui se posent massivement sur un site) sont assez aléatoires au printemps (en comparaison de l'automne sur le littoral camarguais) et ce phénomène, combiné à la météo venteuse de ce printemps explique le faible nombre d'oiseaux capturés, avec une seule journée de capture importante avec plus de 100 oiseaux bagués.

La matinée du 27 avril 2023 a ainsi permis la capture de 112 individus, avec notamment 57 gobemouches noir. A l'opposé, le 06 mai 2023 n'a fourni que 6 captures principalement d'oiseaux locaux avec une absence nette de migrateurs.

Espèce (Nom scientifique)	Espèce (Nom vernaculaire)	CODE	Baguages	Contrôles	Total
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	FICUCA	74	2	76
<i>Phylloscopus trochylus</i>	Pouillot fitis	PHYLUS	29	3	32
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	PHOPHO	26	1	27
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	SYLATR	24	7	31
<i>Erithacus rubecola</i>	Rougegorge familier	ERIRUB	22	10	32
<i>Sylvia melanocephala</i>	Fauvette mélanocéphale	SYLALA	18	30	48
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rossignol philomèle	LUSMEG	14	22	36
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	PHYCOL	11	7	18
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	MUSSTR	10		10
<i>Sylvia borin</i>	Fauvette des jardins	SYLBOR	10		10
<i>Cettia cetti</i>	Bouscarle de Cetti	CETCET	9	21	30
<i>Hypopais polyglotta</i>	Hypolaïs polyglotte	HIPPOL	8	5	13
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	PARMAJ	8	14	22
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	CARLIS	5	1	6
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Rousserolle effarvatte	ACRSCI	4	1	5
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	PASDOM	4		4

Espèce (Nom scientifique)	Espèce (Nom vernaculaire)	CODE	Baguages	Contrôles	Total
<i>Sylvia communis</i>	Fauvette grisette	SYLCOM	4	1	5
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	HIRRUS	3		3
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Pouillot siffleur	PHYSIB	3		3
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	TURPHI	3		3
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	PHOOCH	2		2
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Rousserolle turdoïde	ACRARU	1		1
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	FRICOE	1		1
<i>Hippolais icterina</i>	Hypolaïs icterine	HIPICT	1		1
<i>Locustella naevia</i>	Locustelle tachetée	LOCNAE	1		1
<i>Merops apiaster</i>	Guêpier d'Europe	MERAPI	1		1
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Pouillot de Bonelli	PHYBON	1		1
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarier des prés	SAXRUB	1		1
<i>Saxicola rubicola</i>	Tarier pâtre	SAXTOR	1		1
<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	STUVUL	1		1
<i>Sylvia cantillans</i>	Fauvette passerinette	SYLCAN	1		1
Total général			301	125	426

Tableau 11 : LISTE DES ESPECES BAGUEES (EN BLEU : LES ESPECES TRANSSAHARIENNES)

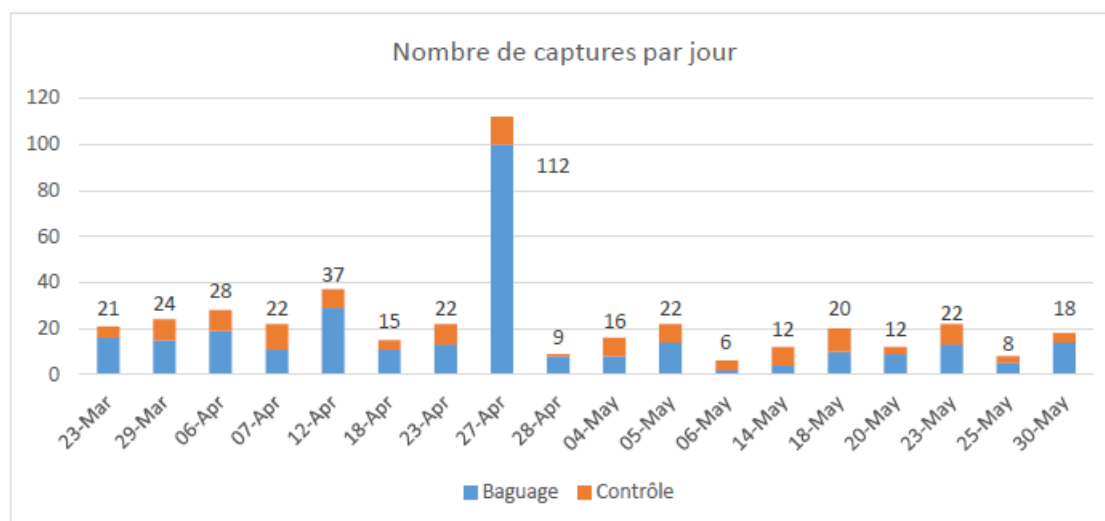


Figure 22 : NOMBRE DE CAPTURES PAR JOUR SUR LE SITE DE LA PALISSADE

3.2.4 Suivi visuel

3.2.4.1 Suivi depuis la côte

Les graphiques ci-dessous présentent les espèces observées en migration depuis la côte et les effectifs associés.

Les données sont sommées par période de migration et par site. Pour le radar fixe (plage de Piémanson), ce sont 7 journées qui ont été agrégées (un passage par quinzaine), et pour le radar mobile ce sont 12 journées (un passage par semaine répété 2 fois sur 6 sites).

Migration prénuptiale 2023 – Plage de Piémanson

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

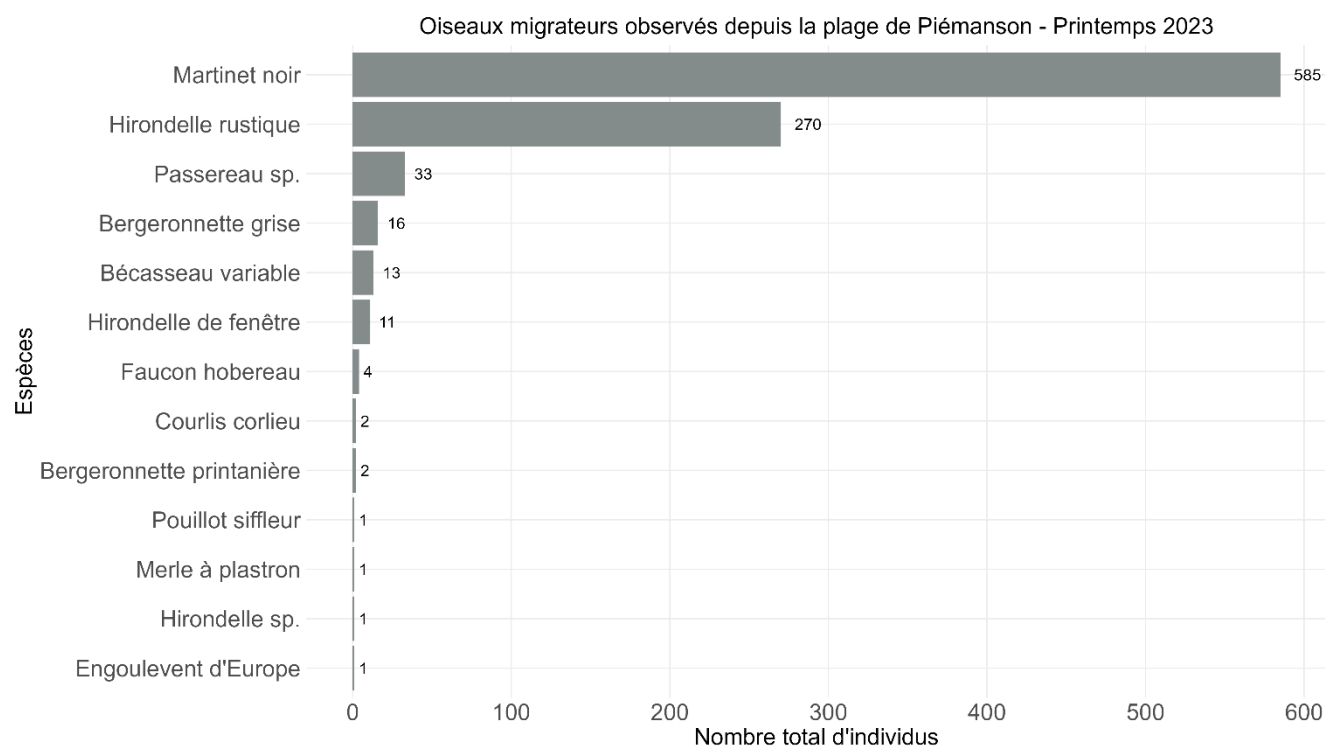


Figure 23 : OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA PLAGE DE PIEMANSON AU PRINTEMPS 2023

Migration prénuptiale 2023 - Radar mobile

Au cours des 12 sessions de suivi au printemps, environ 70 espèces d'oiseaux migrateurs ont été observées pour un total de 5981 individus sur les différents sites d'observations où le radar mobile était positionné.

Les observations concernent à la fois des oiseaux marins (Goéland leucophée, Mouette pygmée, Puffin de scopoli, Sterne caugek, Puffin yelkouan, etc.) et des migrateurs terrestres (Hirondelle de fenêtre, Martinet noir, Hirondelle rustique, Serin cini, Bergeronnette printanière...).

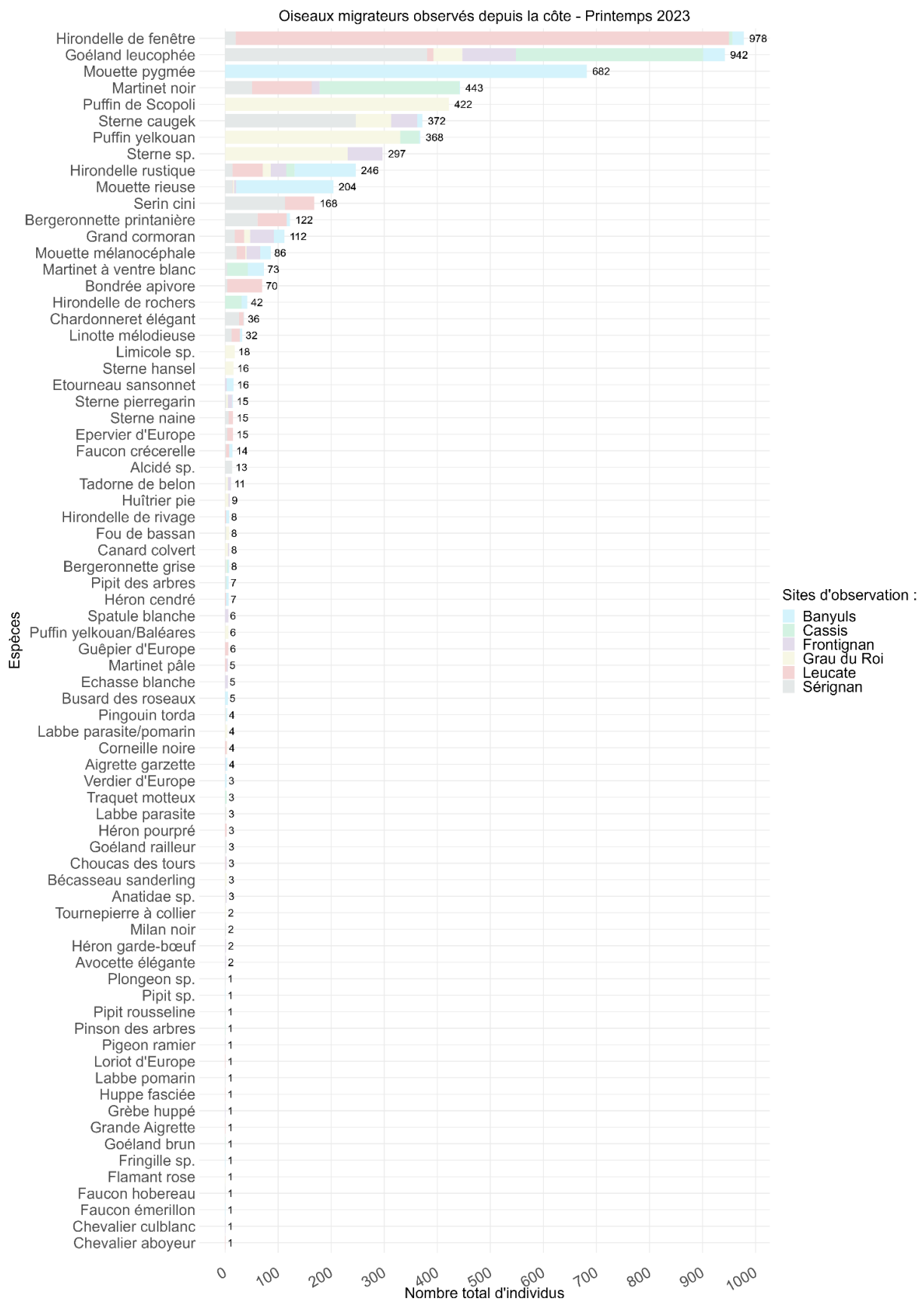


Figure 24: OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA COTE SUR LES DIFFERENTS SITES DU RADAR MOBILE AU PRINTEMPS 2023

Migration postnuptiale 2023- Plage de Piémanson

En automne 2023, la diversité observée a été plus importante qu'au printemps 2023 sur le site de Piémanson, et la majorité des migrateurs concerne des oiseaux terrestres.

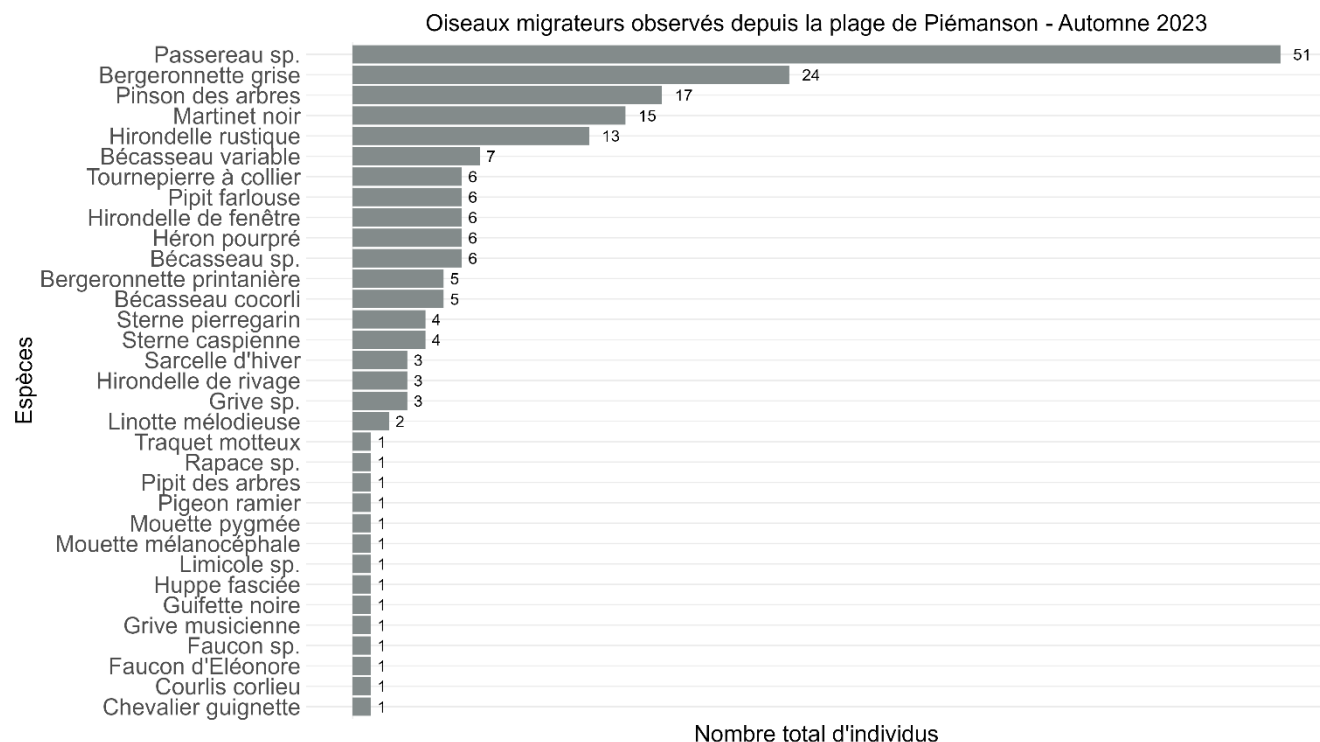


Figure 25 : OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA PLAGES DE PIEMANSON A L'AUTOMNE 2023

Migration postnuptiale 2023 - Radar mobile

En période postnuptiale, 4128 individus pour 56 espèces d'oiseaux migrateurs ont été observés au total sur les 6 sites du radar mobile. Hormis l'effectif important d'Etourneaux sansonnets observés depuis Sérignan, les espèces les plus observées sont le Pinson des arbres, le Grand Cormoran, les Hirondelles et Martinets, la Mouette rieuse et la Sterne caugek.

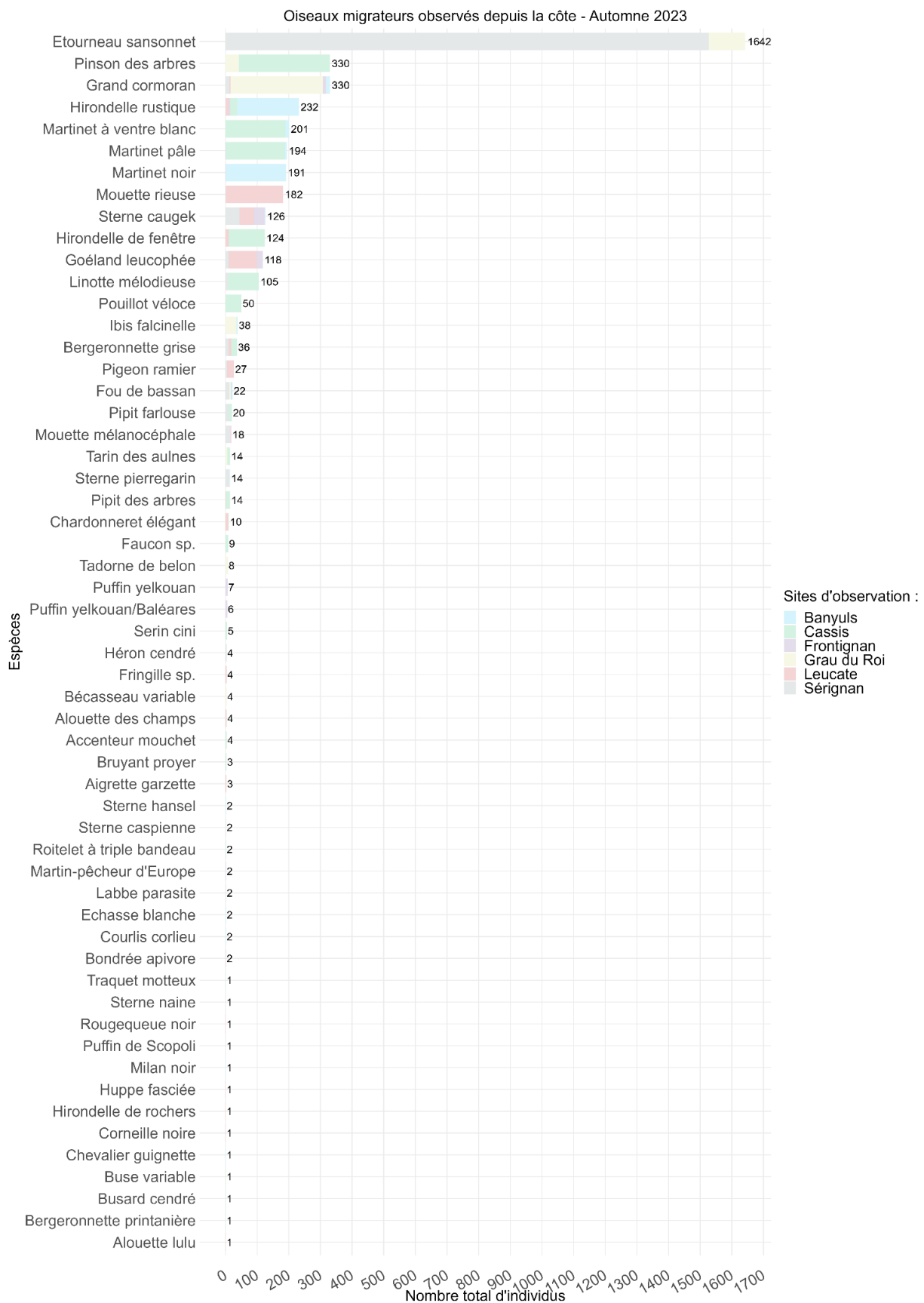


Figure 26 : OISEAUX MIGRATEURS OBSERVES DEPUIS LA COTE SUR LES DIFFERENTS SITES DU RADAR MOBILE A L'AUTOMNE 2023

3.2.4.2 Suivi à proximité des radars

Le suivi à proximité des radars a pour objectif de donner des informations sur les espèces potentiellement en halte migratoire. Ce suivi intègre toutefois des données d'espèces locales.

Migration prénuptiale 2023 - Radar fixe

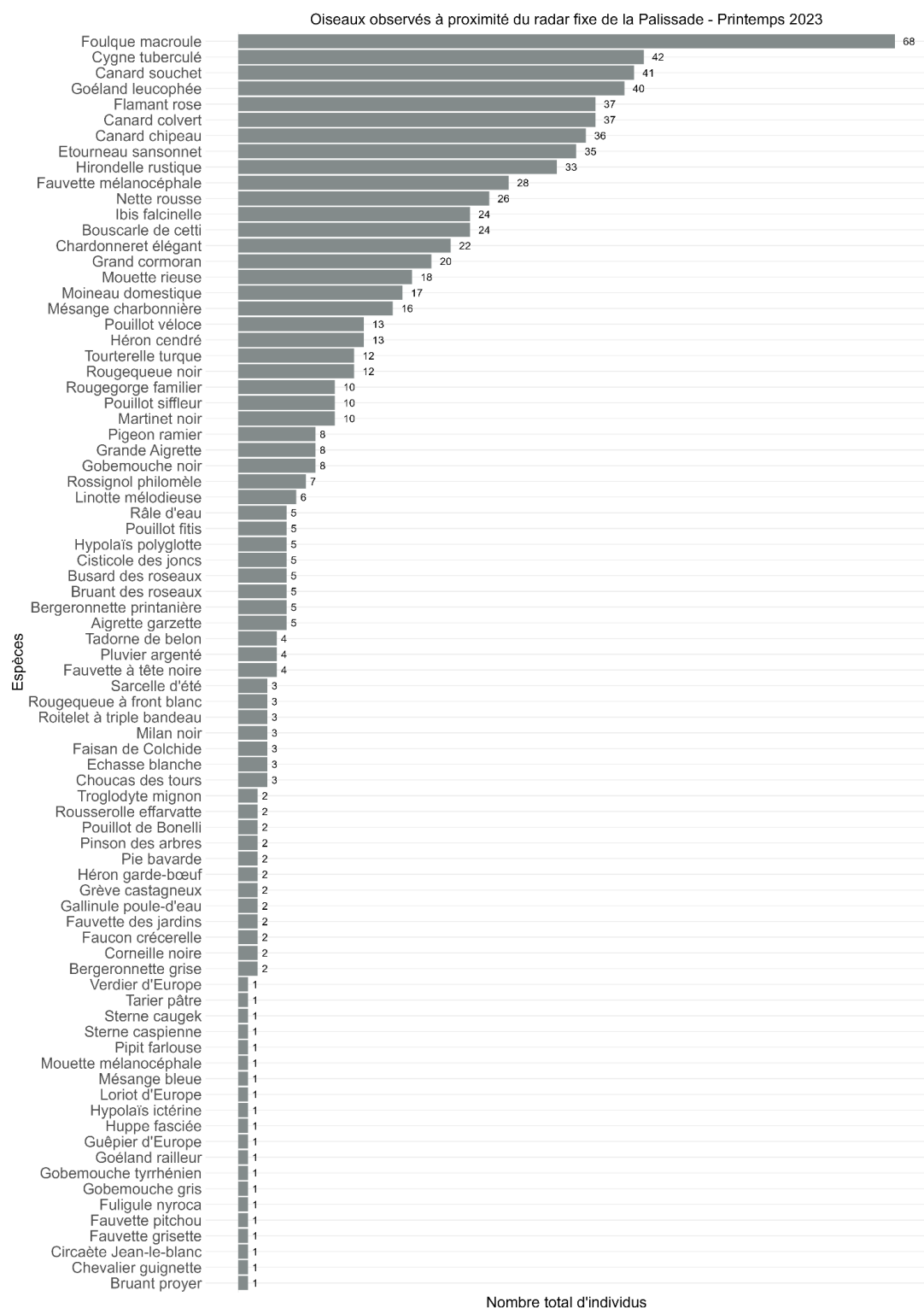


Figure 27 : OISEAUX OBSERVES A PROXIMITE DU RADAR FIXE DE LA PALISSADE AU PRINTEMPS 2023

Migration prénuptiale 2023 - Radar mobile

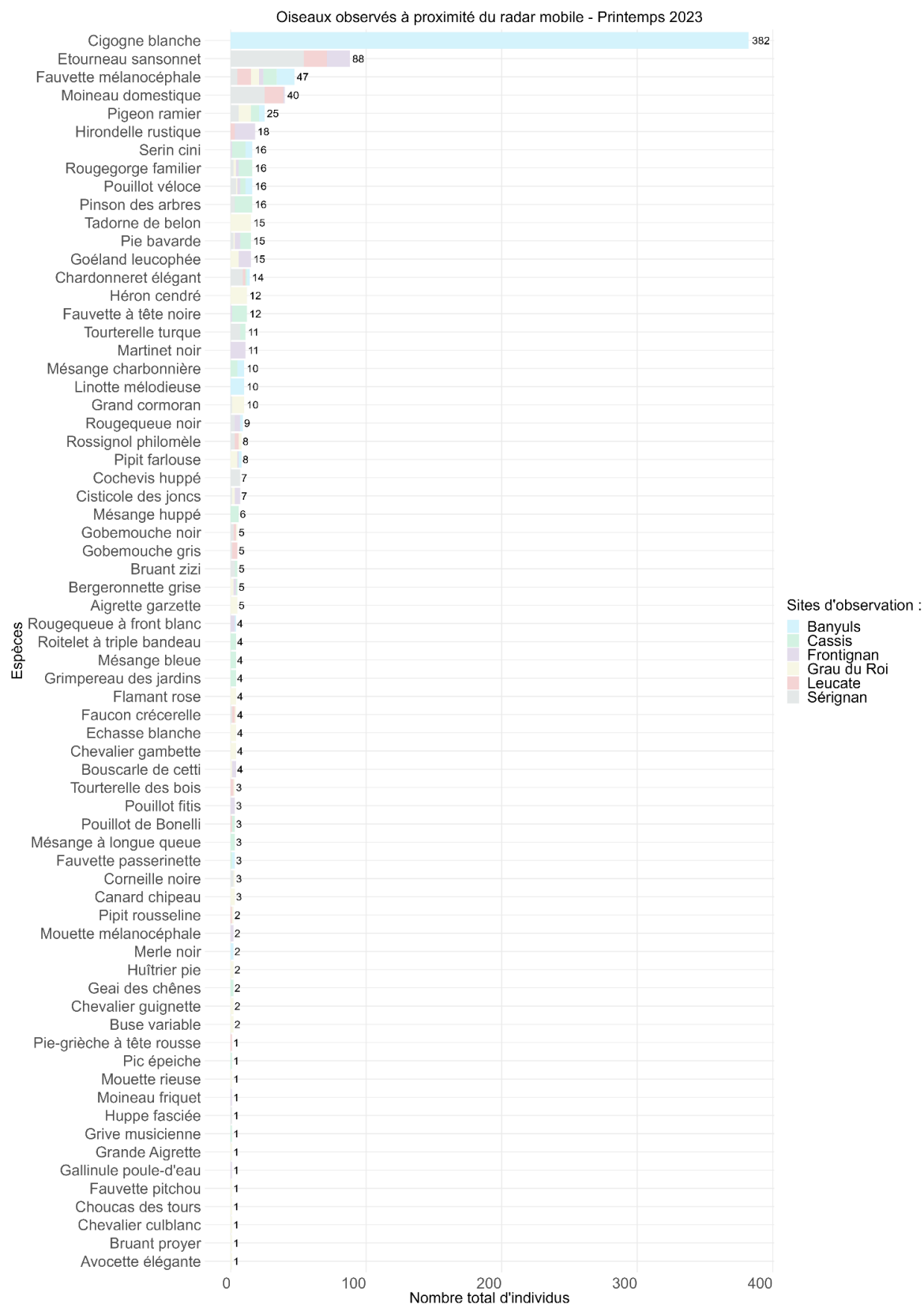


Figure 28 : OISEAUX OBSERVES SUR LES DIFFERENTS SITES A PROXIMITE DU RADAR MOBILE AU PRINTEMPS 2023

Migration postnuptiale 2023 - Radar fixe

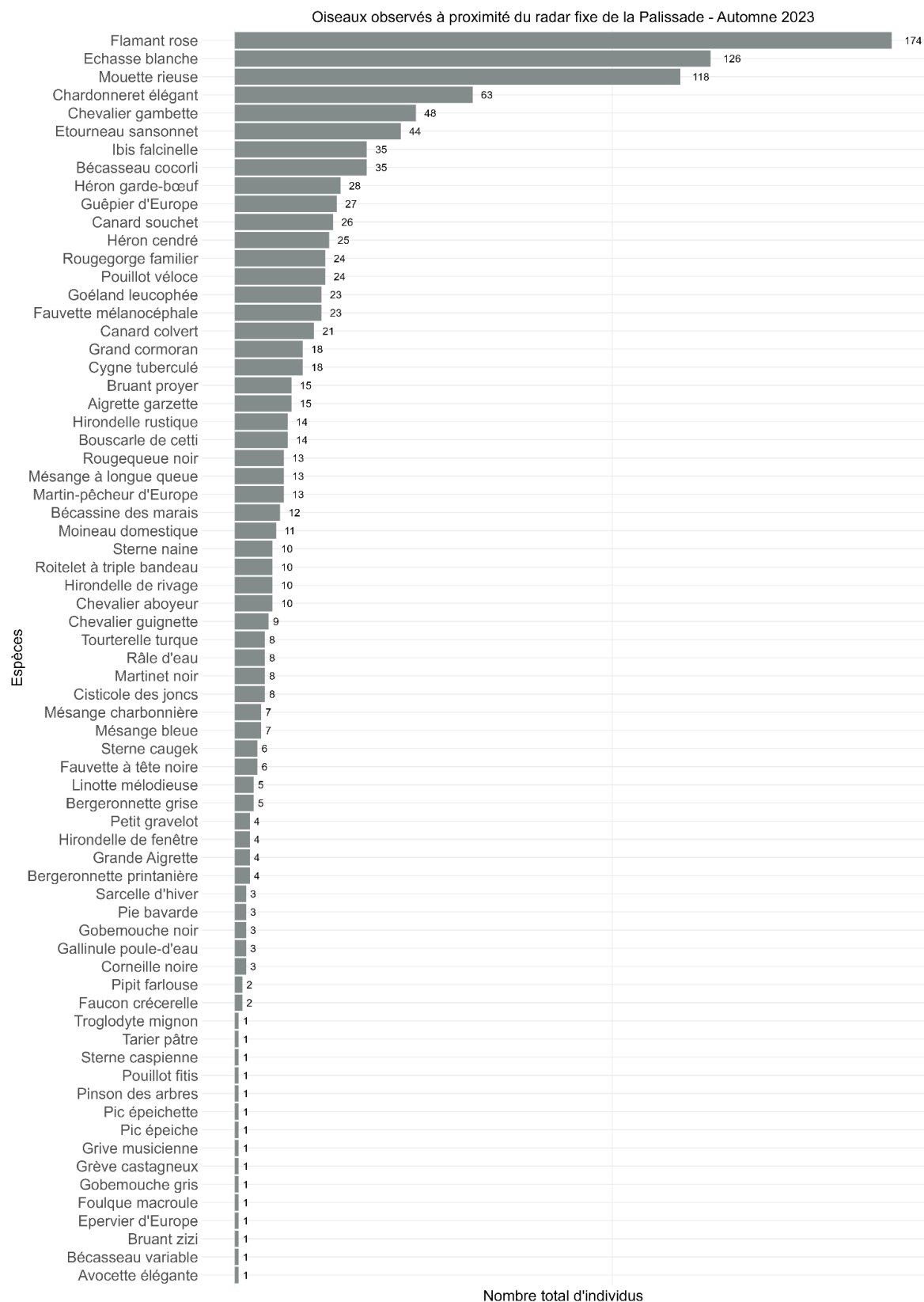


Figure 29 : OISEAUX OBSERVES A PROXIMITE DU RADAR FIXE DE LA PALISSADE A L'AUTOMNE 2023

Migration postnuptiale 2023 - Radar mobile

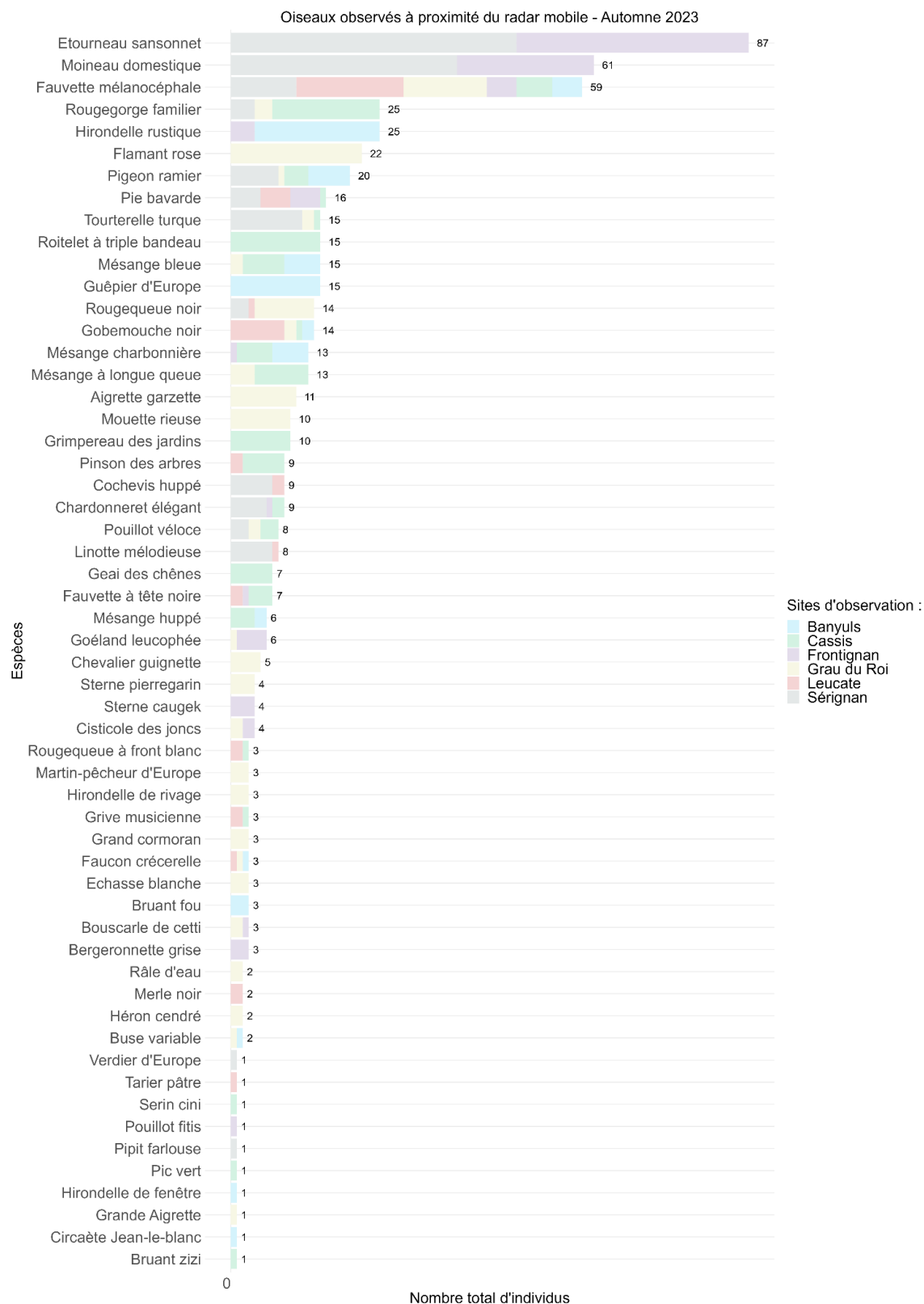


Figure 30 : OISEAUX OBSERVES SUR LES DIFFERENTS SITES A PROXIMITE DU RADAR MOBILE A L'AUTOMNE 2023

4 Bilan et suite du programme

L'acquisition des données en 2023 s'est déroulée comme prévu et de manière très satisfaisante.

Les analyses de données sont toujours en cours, mais les premiers résultats confirment la tendance observée en 2022, avec toutefois des variabilités interannuelles qui se dessinent.

Les flux d'oiseaux migrateurs sont importants au niveau du golfe du Lion, et s'étalent sur une partie importante de l'année : de février à mai pour la migration pré-nuptiale, et de juillet à novembre pour la migration post-nuptiale.

Une proportion importante des oiseaux en migration vole en provenance ou en direction de la mer, à des altitudes parfois peu élevées, et peuvent donc entrer en interaction avec des activités maritimes.

La diversité des espèces migratrices est particulièrement importante sur ce secteur de la Méditerranée, à la fois pour les espèces marines et terrestres. La suite des analyses permettra de mieux quantifier les comportements des oiseaux migrateurs, de les détailler par catégorie d'oiseaux, et de comparer les années entre elles.

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

Références bibliographiques

Bruderer, Bruno, Peter, Dieter, Boldt Andreas, et al. Wing-beat characteristics of birds recorded with tracking radar and cine camera. *Ibis*, 2010, vol. 152, no 2, p. 272-291

Delcourt, V., Daïdé, C., Assali, C., Schmid, B. 2024. Premier rapport d'analyse des données acquises, Année 2022 - Livrable L27 - Lot 5 - Radars ornithologiques à la côte. Office Français pour la Biodiversité. 34pp

Désert T, Jouet A, Delcourt V (2023) MIGRATLANE - Caractérisation de l'utilisation de l'arc Atlantique Nord-Est par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : synthèse bibliographique. Lot 4 – Radars ornithologiques et météorologiques. Rapport pour l'OFB. France.

Schmid, Baptiste, Zaugg, Serge, Votier, Stephen C., et al. Size matters in quantitative radar monitoring of animal migration: estimating monitored volume from wingbeat frequency. *Ecography*, 2019, vol. 42, no 5, p. 931-941

Annexes

Annexe 1 : « Synthèse des données de baguage sur le site de la Palissade lors du printemps 2023 – Rapport de la Tour du Valat »

Synthèse des données de Bagueage sur le site de la Palissade lors du printemps 2023



De haut en bas et de gauche à droite : Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*), Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*), Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*), Hypolaïs ictérine (*Hippolais icterina*), Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*), Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), Fauvette des jardins (*Sylvia borin*), Fauvette mélanocéphale (*Sylvia melanocephala*), Fauvette passerinette (*Sylvia inornata*), Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*), Gobemouche gris (*Muscicapa striata*), Gobemouche ibérique (*Ficedula hypoleuca iberiae*), Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*), Tarier des prés (*Saxicola rubetra*), Grive musicienne (*Turdus philomelos*), Rougequeue noir (*Phoenicurus ochuros*), Rougequeue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*), Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*), Tarier pâtre (*Saxicola rubicola*), Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*), Moineau domestique (*Passer domesticus*), Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), Mésange charbonnière (*Parus major*).

Résumé

Dans le cadre du projet Migralion, une station de baguage des oiseaux migrateurs a été mise en place sur le domaine de la Palissade, espace naturel géré par le Parc de Camargue. Dans le cadre du protocole « PHENO » du CRBPO, les captures ont été réalisées durant 11 semaines consécutives entre le 23 mars 2023 et le 30 mai 2023. Au total, 18 matinées de captures ont été réalisées, totalisant 426 oiseaux capturés (301 baguages et 125 contrôles) pour 31 espèces, dont 18 migrateurs transsahariens.

Remerciements

Nous souhaitons remercier le Parc de Camargue et les gestionnaires du site de la Palissade pour leur accueil et leur aide à la mise en place de la station.

Nous remercions également l'ensemble des bagueurs et des aides bagueurs qui ont participé aux opérations de captures :

Arnaud Antoine, Bègue Nina, Betencourt Quentin, Ceyte Sylvain, Dagonet Thomas, Decaux Céline, Fuentes Tatiana, Hadden Carolina, Jamault Rolland, Kayser Antoine, Kayser Yves, Lefebvre Chloé, Llorente Lucia, Martinez-Espinosa Columba, Monchâtre Robin, Paris Laura, Perroud Isabelle, Rochaleaou Margot, Rey Fanny, Tillo Stephan, Vialet Emmanuel, Vuillermet Vincent.

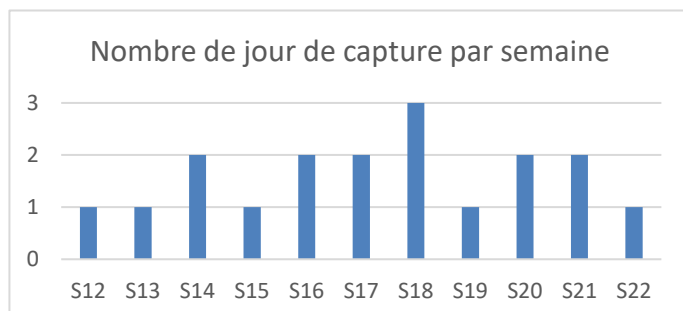
Le site de capture :

La station de baguage se situe sur le domaine de la Palissade sur la commune de Salin-de-Giraud (13129, Arles) dans les Bouches-du-Rhône, à quelques kilomètres de l'embouchure du Rhône. Géré par le Parc de Camargue, le site a été choisi pour plusieurs raisons :

- Accessibilité
- Proximité avec le radar de détection (< 200m)
- Sécurité, le site est accessible au public uniquement en journée, les filets sont donc restés en place toute la saison.
- Effet « entonnoir » sur le site de capture. Les oiseaux en migration « rampante » arrivant sur la plage de Piémanson (5km de large) remontent théoriquement le long des roubines et haies jusqu'au site de capture. Ils sont canalisés de part et d'autre entre le Rhône et les salins.



Effort de capture :



Dans le cadre du protocole PHENO, les filets ont été ouverts à 18 reprises entre le 23/03/2023 et le 30/05/2023. Lors de ces 11 semaines consécutives, entre 1 et 3 sessions de captures ont été effectués par semaine, principalement liée aux opportunités d'ouvertures liées à la météo venteuse de ce printemps.

Le dispositif de capture était constitué de 11 filets verticaux totalisant 147 m linéaire.

Aucune repasse n'a été effectuée lors des opérations de captures afin de ne pas perturber les nicheurs locaux, mais également de ne pas augmenter la quantité de capture. Une utilisation de la repasse aurait potentiellement fait descendre des oiseaux en migration active vers les filets, ce système n'a donc pas été utilisé pour ne pas biaiser les données du radar situé à proximité.

Résultats : phénologie, nombre de captures et d'individus

426 captures ont été réalisées en 2023 sur le site de la palissade. 301 baguages et 125 contrôles, pour un total de 31 espèces dont 18 sont des migrateurs transsahariens (en orange).

Espèces	CODE	Baguages	Contrôles	Total
Gobemouche noir	FICUCA	74	2	76
Pouillot fitis	PHYLUS	29	3	32
Rougequeue à front blanc	PHOPHO	26	1	27
Fauvette à tête noire	SYLATR	24	7	31
Rougegorge familier	ERIRUB	22	10	32
Fauvette mélanocéphale	SYLALA	18	30	48
Rosignol philomèle	LUSMEG	14	22	36
Pouillot véloce	PHYCOL	11	7	18
Gobemouche gris	MUSSTR	10		10
Fauvette des jardins	SYLBOR	10		10
Bouscarle de Cetti	CETCET	9	21	30
Hypolaïs polyglotte	HIPPOL	8	5	13
Mésange charbonnière	PARMAJ	8	14	22
Chardonneret élégant	CARLIS	5	1	6
Rousserolle effarvatte	ACRSCI	4	1	5
Moineau domestique	PASDOM	4		4
Fauvette grisette	SYLCOM	4	1	5
Hirondelle rustique	HIRRUS	3		3
Pouillot siffleur	PHYSIB	3		3
Grive musicienne	TURPHI	3		3
Rougequeue noir	PHOOCH	2		2
Rousserolle turdoïde	ACRARU	1		1
Pinson des arbres	FRICOE	1		1
Hypolaïs icterine	HIPICT	1		1
Locustelle tachetée	LOCNAE	1		1
Guêpier d'Europe	MERAPI	1		1
Pouillot de Bonelli	PHYBON	1		1
Tarier des prés	SAXRUB	1		1
Tarier pâtre	SAXTOR	1		1
Etourneau sansonnet	STUVUL	1		1
Fauvette passerinette	SYLCAN	1		1
Total général		301	125	426

Parmi les espèces les plus baguées, on retrouve un trio de migrateurs transsahariens qui ne se reproduisent pas en Camargue. Le Gobemouche noir, le Pouillot fitis et le Rougequeue à front blanc qui totalisent ainsi 32% des

oiseaux bagués sur le site. Concernant les contrôles, on retrouve logiquement des oiseaux sédentaires qui se reproduisent sur le site comme la Fauvette mélanocéphale, le Rossignol philomèle et la Bouscarle de cetti.

La phénologie de capture observée reflète à la fois le nombre d'oiseaux présents autour des filets mais également leur activité avec un passage étalé des migrateurs sur la saison 2023. Comme supposé, les tombées de passereaux sont plus aléatoires au printemps qu'à l'automne sur le littoral camarguais. On observe à plusieurs reprises des arrivées massives d'oiseaux en fin de journée. Dans la majorité des cas, ces oiseaux ne stationnent pas ou que très peu le lendemain matin, ce qui a conduit à réaliser plusieurs sessions à moins de 20 captures. Ce facteur combiné à la météo venteuse de ce printemps, n'a permis de réaliser qu'une seule grosse journée de capture.

La matinée du 27 avril 2023 est donc la plus productive est celle avec 112 captures, on notera une belle tombée de migrateur ce matin-là avec notamment 57 gobemouches noir capturés. A l'opposé, le 06 mai 2023 ne fournira que 6 captures, principalement d'oiseaux locaux avec une absence nette de migrateurs.

