RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

MIGRALION

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Olivier Duriez
olivier.duriez@cefe.cnrs.fr

CENTRE D'ECOLOGIE FONCTIONNELLE & EVOLUTIVE

UNIVERSITÉ MONTPELLIER

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

MIGRALION

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Olivier Duriez

olivier.duriez@cefe.cnrs.fr

Co-auteurs : ASSALI, Camille ; BESNARD, Aurélien ; CANONNE, Coline ; CHAMPAGNON, Jocelyn ; COURBIN, Nicolas ; DELCOURT, Vincent ; DELELIS, Nicolas ; DUFOUR, Paul ; JIGUET, Frédéric ; LAURET, Valentin ; PLANQUE, Yann ; QUEROUE, Maud ; ROQUES Sébastien ; TILLO, Stéphan

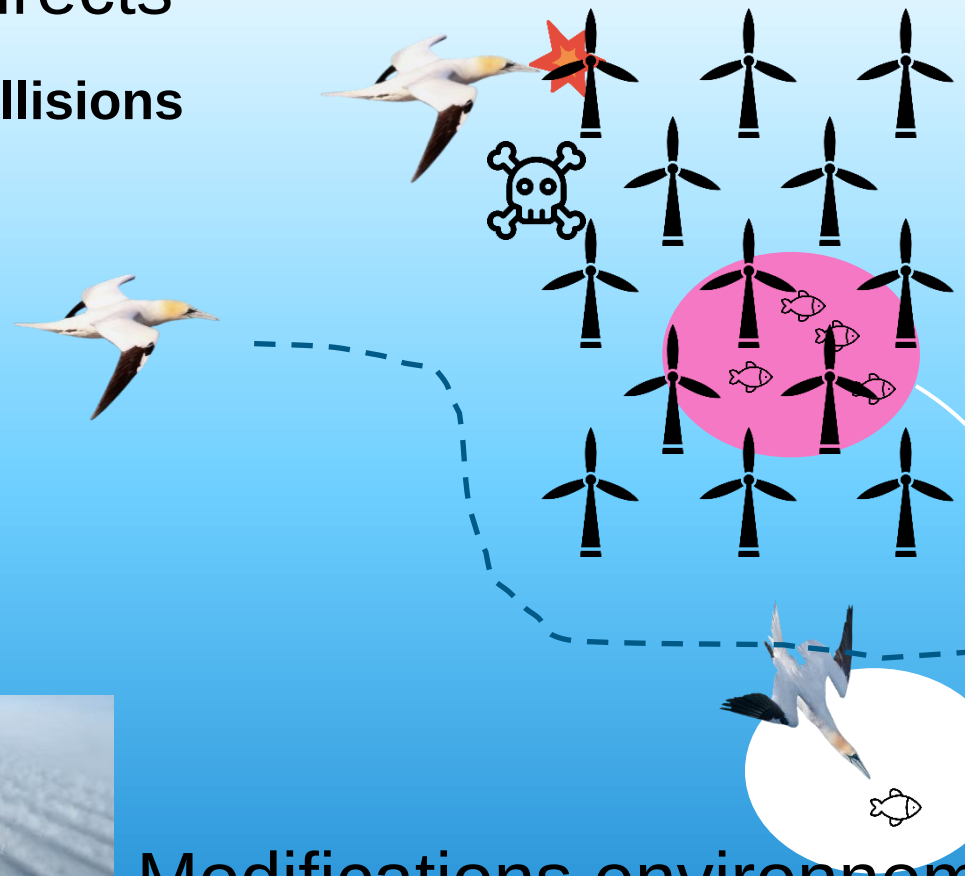
Partenaires scientifiques et techniques :

Aude Nature · Med Migration · Conservatoire d'espaces naturels Occitanie · IRD Institut de Recherche pour le Développement France · marbec · Muséum Nat. Hist. Naturelle · cnrs · Centre d'Écologie Fonctionnelle & Évolutive · France Energies Marines · Pôle Mer Méditerranée · Tour du Valat · biotope · LPO Provence-Alpes-Côte d'Azur · LPO Occitanie · Vogelwarte.ch

Impacts des éoliennes sur la biodiversité: oiseaux

Directs

Collisions



Indirects

Effet barrière: détournement des voies de déplacements

Répulsion: perte d'habitats, (bruit, lumière)



Modifications environnement physique

courants aériens, courants marins, sédiments

➔ **Effet récif et effet réserve**

Impact des éoliennes offshore sur les oiseaux

Risque = Perte d'habitat

Risque = collision

répulsion **indifférence** **attraction**











Comportement des espèces marines face aux éoliennes

Risque = Perte d'habitat

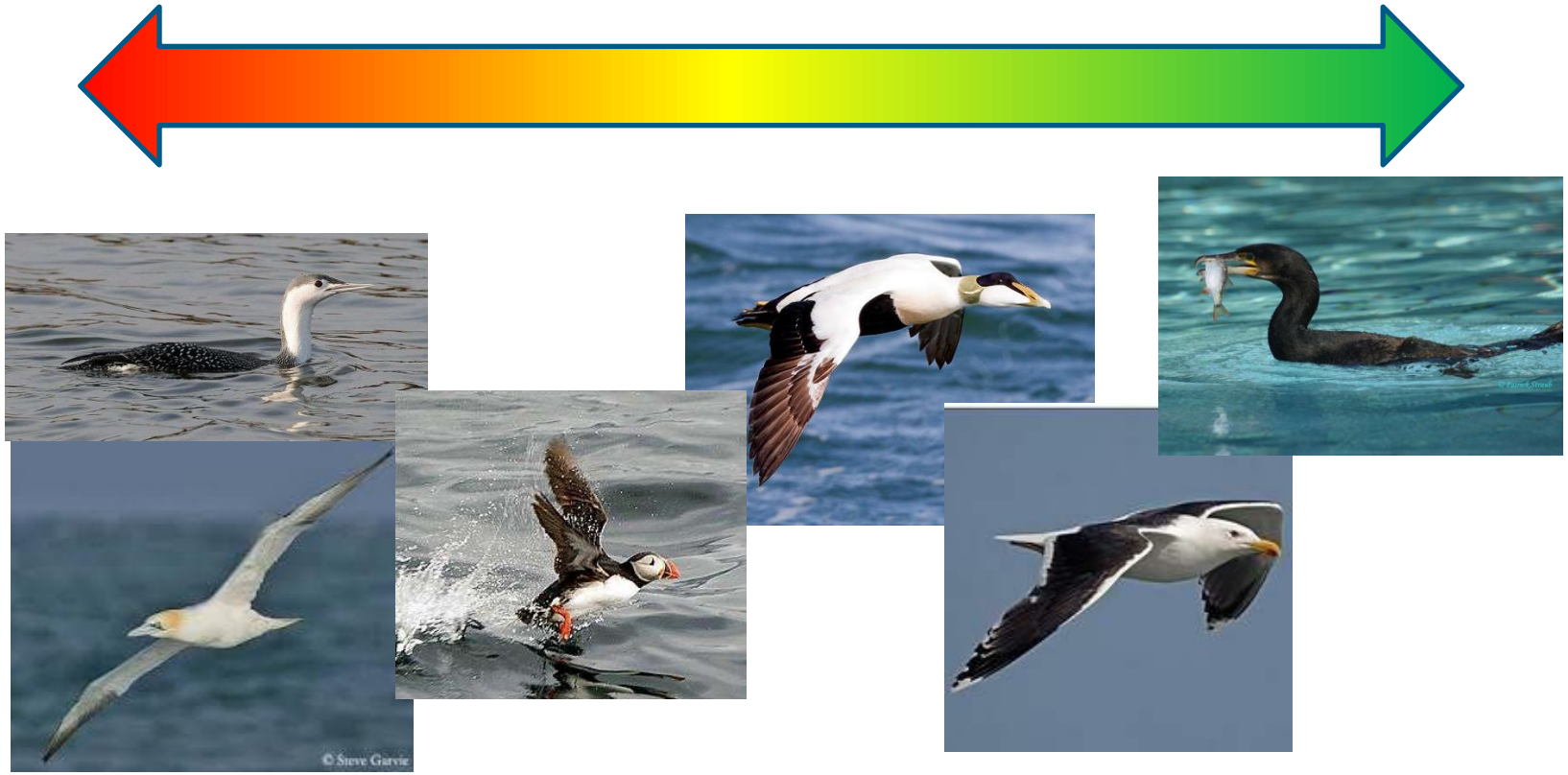
répulsion

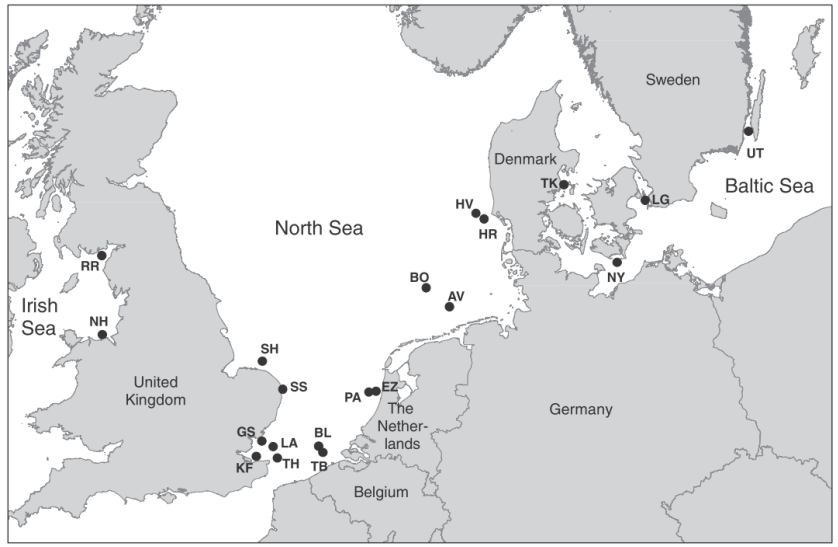
indifférence

Risque = collision

attraction

33 espèces de Mer du Nord et Atlantique nord





Dierschke et al 2016. Biological Conservation **202**:59–68.

Comportement des espèces marines face aux éoliennes

Risque = Perte d'habitat

répulsion

indifférence

Risque = collision

attraction



33 espèces de Mer du Nord et Atlantique nord

Seulement une dizaine en commun avec la Méditerranée

Quid des espèces méditerranéennes typiques?



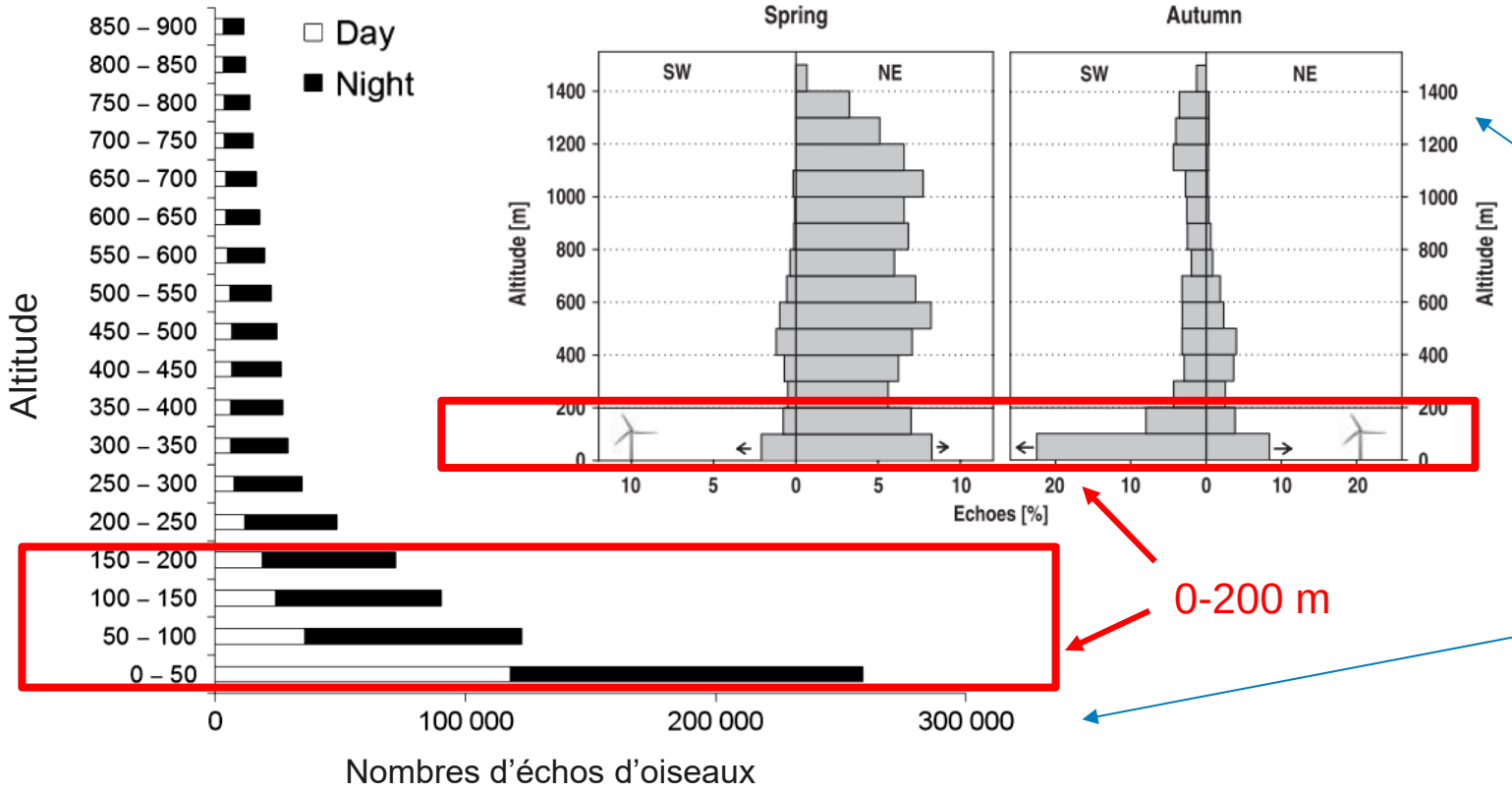


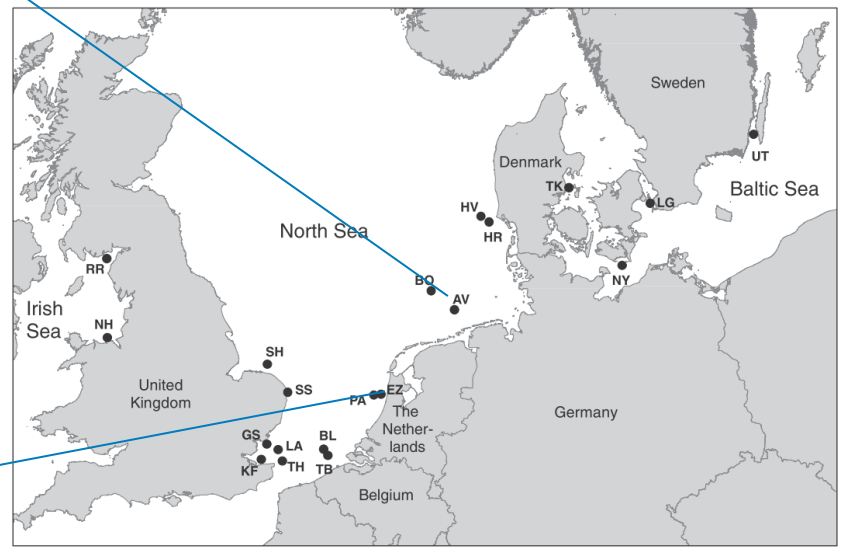





Altitudes de vol des migrateurs terrestres

Selon les études, les zones et les saisons : entre 20 et 50% des oiseaux volent sous les 200m





Etudes d'échos radar sur un parc éolien offshore en mer Baltique (Fijn et al. 2015 Ibis)

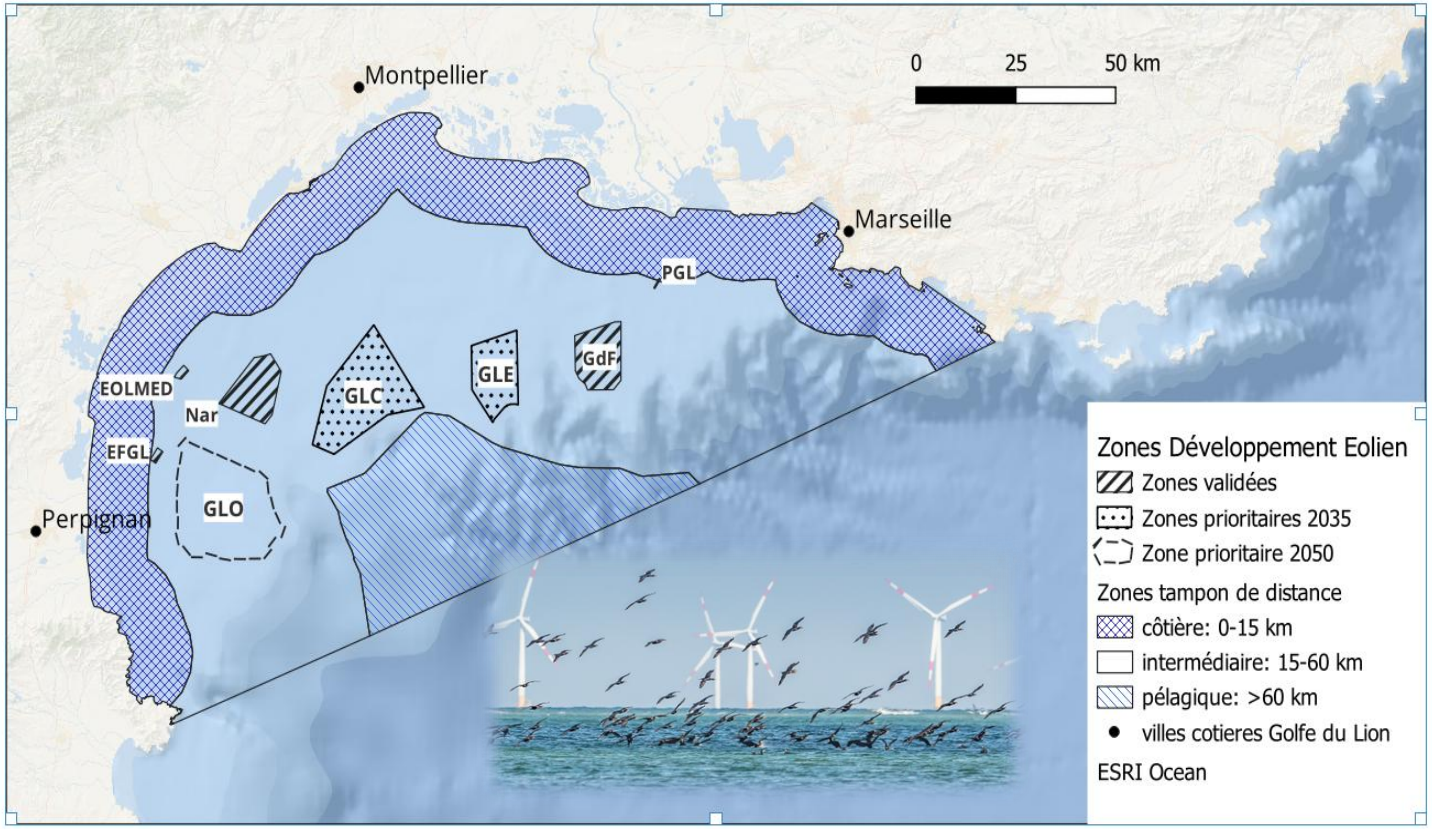
Dierschke et al 2016. Biological Conservation **202**:59–68.
Hüppop et al 2006. Ibis **148**:90–109.

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Objectif: Caractérisation de l'utilisation du golfe du Lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine

ENJEUX MAJEURS DE CONNAISSANCE

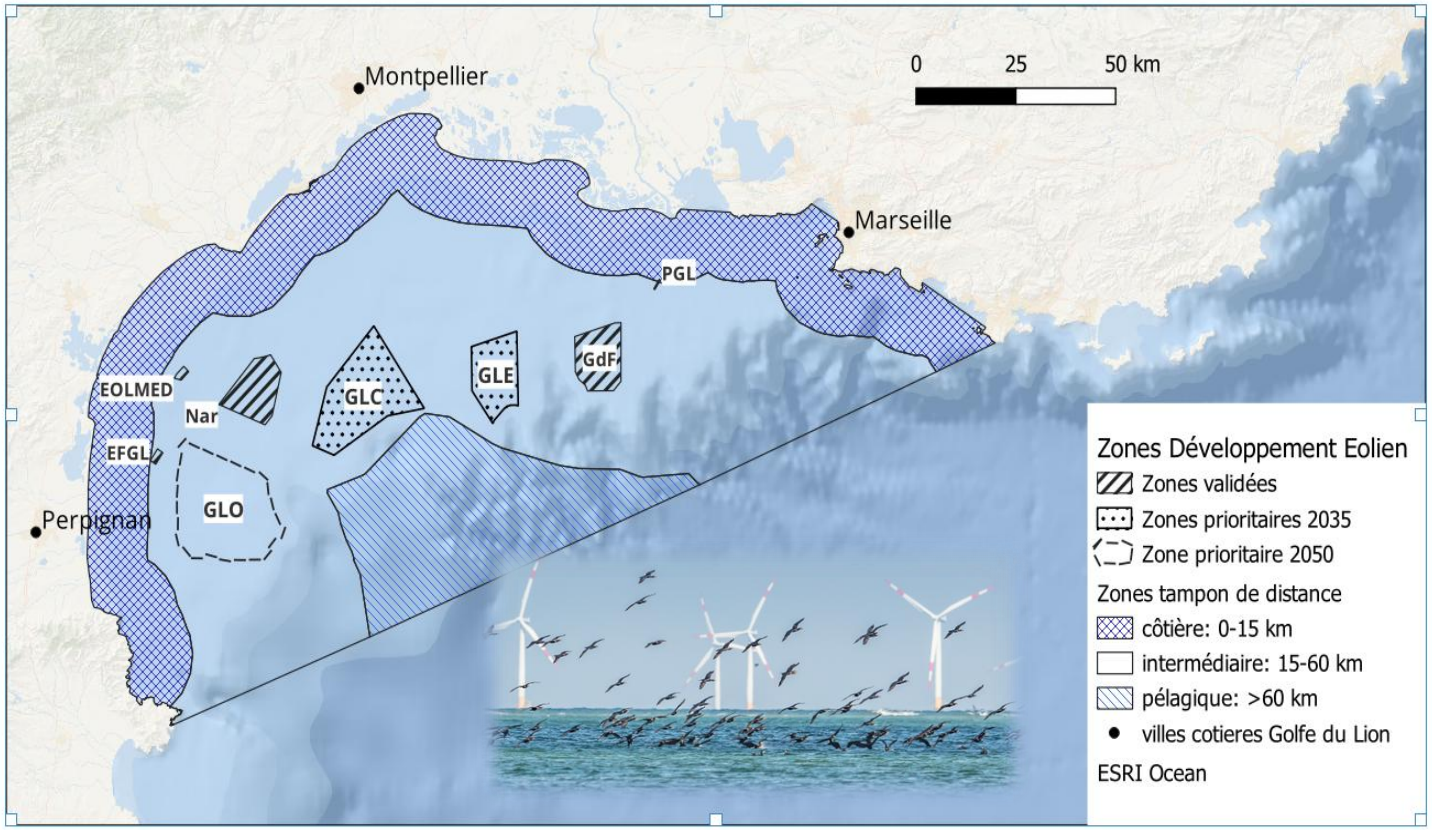
- Identification des espèces concernées
- Distribution spatio-temporelle
  - Zones/habitats fonctionnels
  - Routes et flux migratoires
- Altitudes de vol



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Programme de recherche MIGRALION

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ



Budget total : 4,2M€ | **2021-2025**

Programme co-financé par :
Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), Région Sud, Région Occitanie

Partenaires scientifiques et techniques :

Programme de recherche MIGRALION

Articulation des lots

Lot 2
Coordination, pilotage scientifique et technique, dissémination

Lot 1
Etat des connaissances, recensement et collecte de données existantes

Lot 3
Télémétrie avifaune

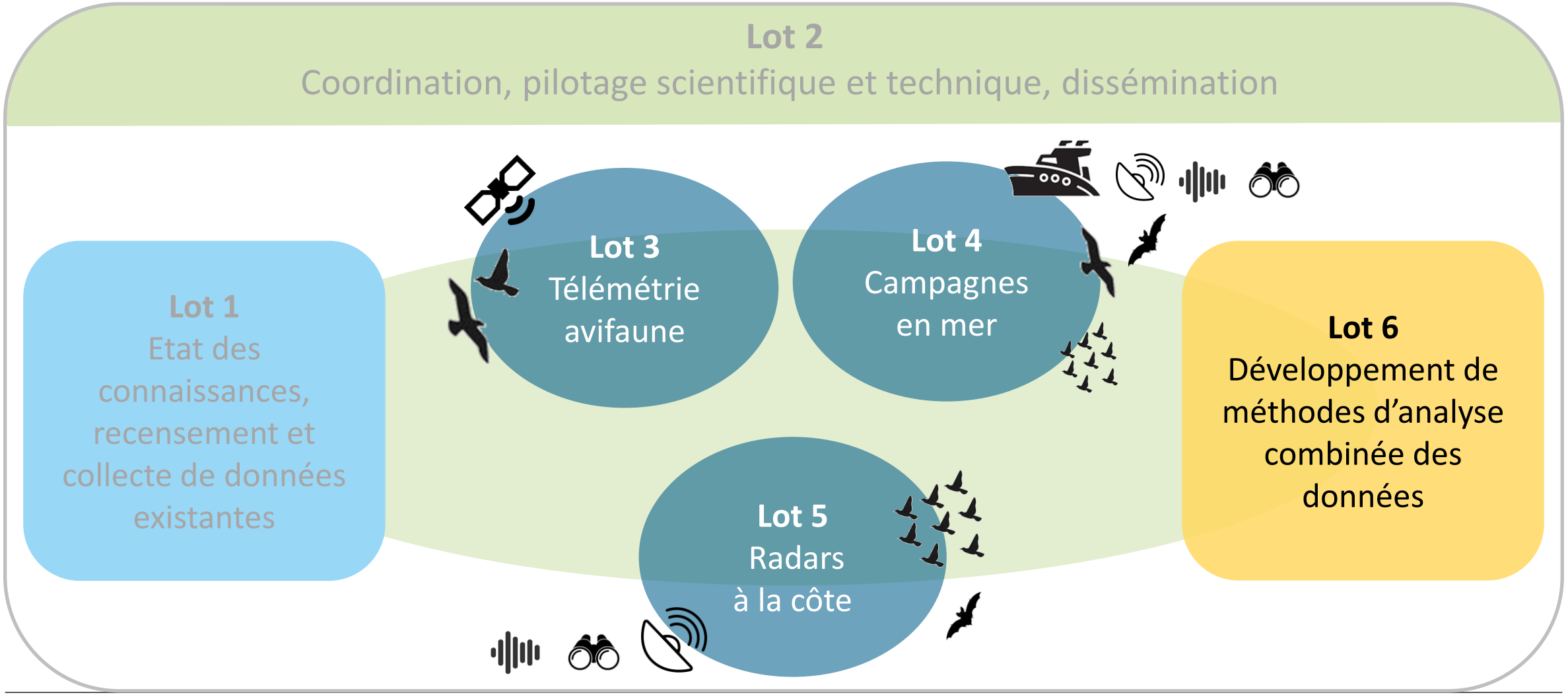
Lot 4
Campagnes en mer

Lot 5
Radars à la côte

Lot 6
Développement de méthodes d'analyse combinée des données

Programme de recherche MIGRALION

Articulation des lots



Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Titulaire

Partenaires sous-traitants



Vincent Delcourt, Hélène Schopper, Baptiste Schmid, **Cyprien Daïdé**, Alexandre Hamon, **Camille Assali**, Myriam Mounaïm

Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Objectifs

QUAND ? → Préciser la **phénologie** des déplacements migratoires

COMMENT ? → Etudier les **hauteurs de vol (50-1000m)**

OÙ ? → **Spatialiser** les flux

COMBIEN ? → **Quantifier les flux** d'oiseaux migrateurs

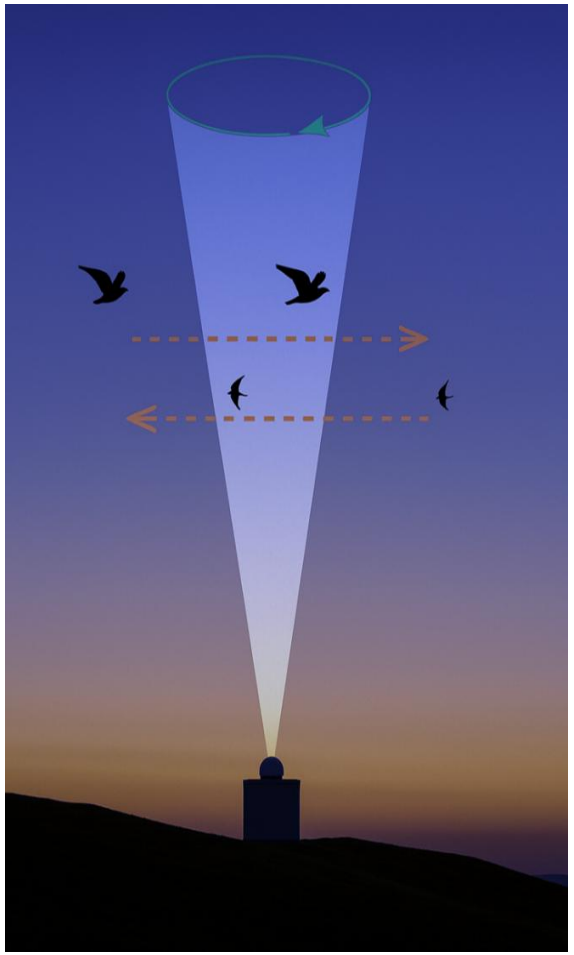
(**QUI ?** → identifier les espèces d'oiseaux détectés)

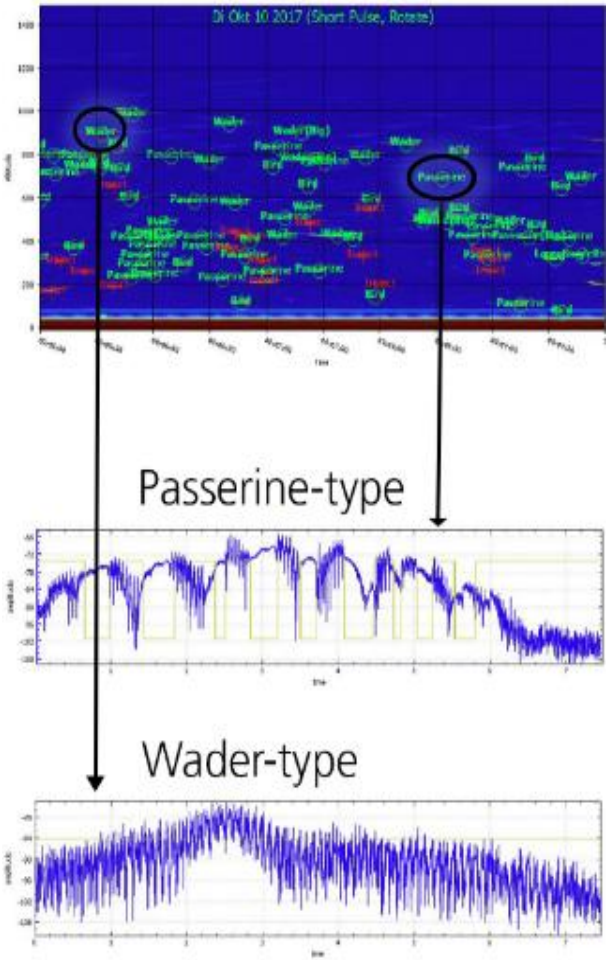
Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Méthode: radar vertical Birdscan

Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Méthode: radar vertical Birdscan









Méthodes complémentaires

Suivis acoustiques

Suivis visuels migration active

Capture et baguage

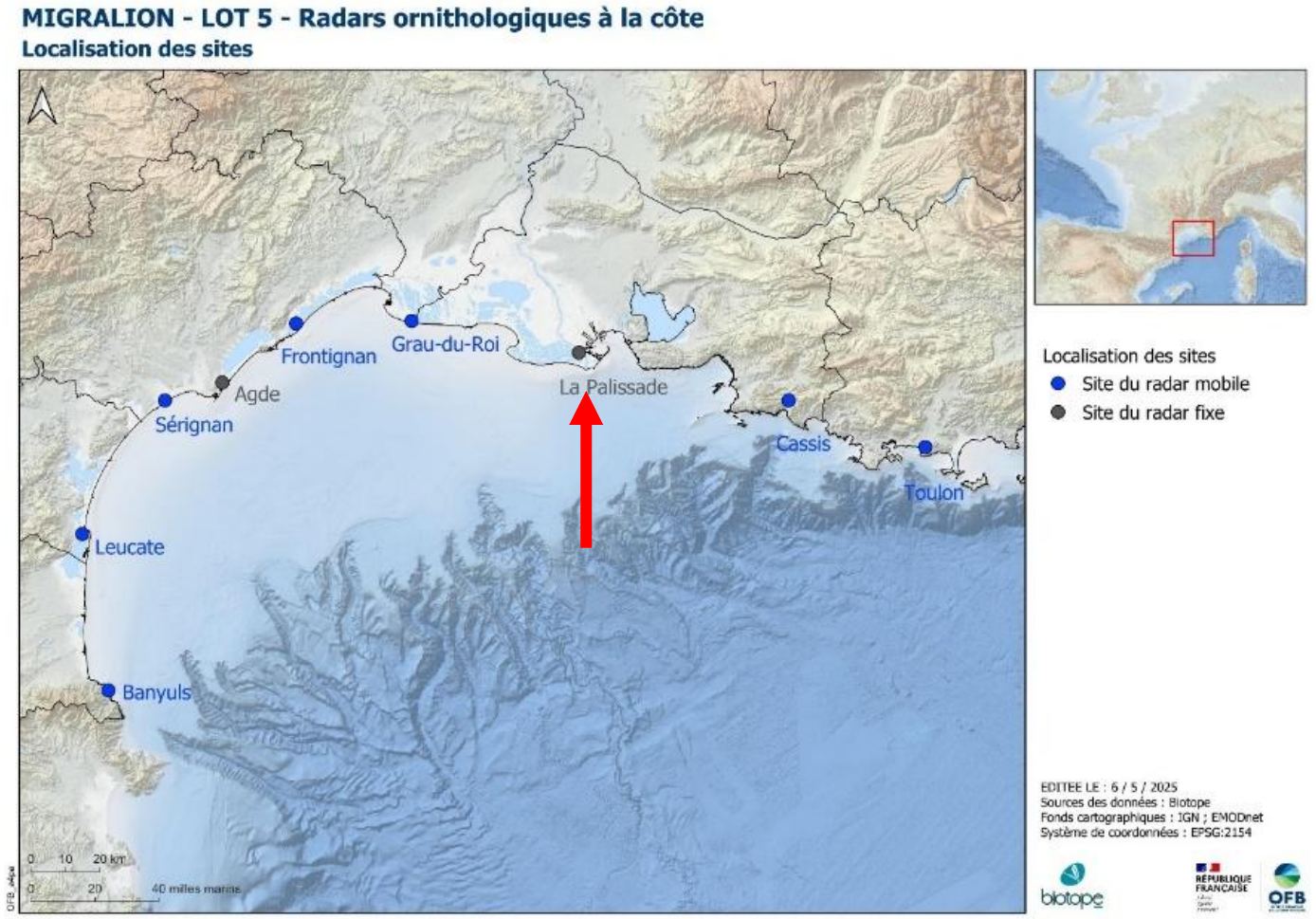
Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Méthode

- **2022 & 2023 :** 1 Radar fixe (Palissade) + 1 Radar mobile sur 7 sites







Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Méthode

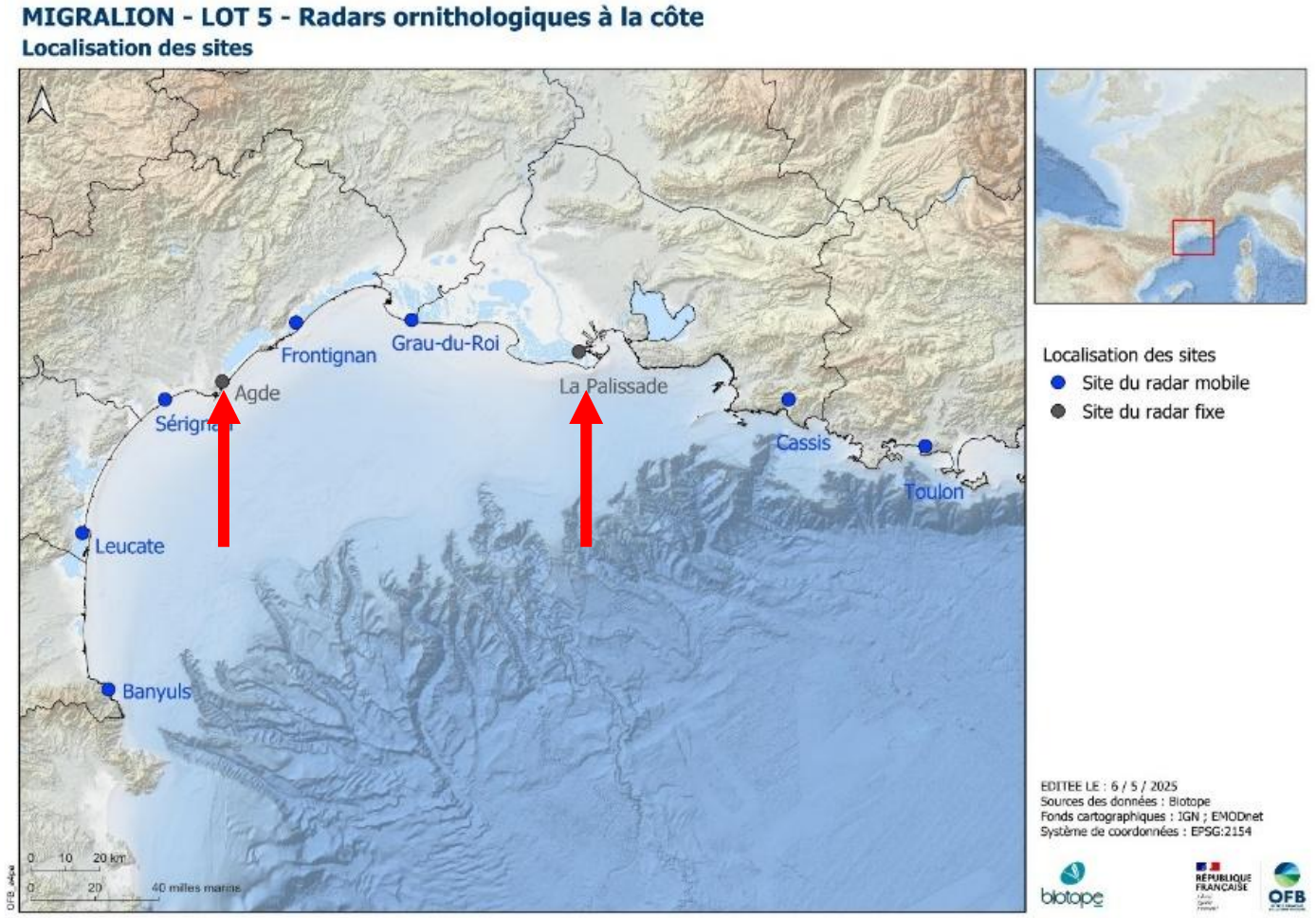
- **2022 & 2023 :** 1 Radar fixe (Palissade)
  + 1 Radar mobile sur 7 sites




- **2024 :** 2 Radars fixes (Palissade et Agde)




40 000 heures
50 millions de données



Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Résultats – QUAND ?

	Début	Fin	Durée (en jours)
Migration prénuptiale	15 février	20 mai	94 jours
Migration postnuptiale	20 juillet	30 novembre	133 jours

	Année	Nombre de nuits cumulant 50% des flux - Printemps	Nombre de nuits cumulant 50% des flux - Automne
La Palissade	2022	**21**	**22**
	2023	**21**	**22**
	2024	**19**	**16**
Agde	2024	**22**	**14**

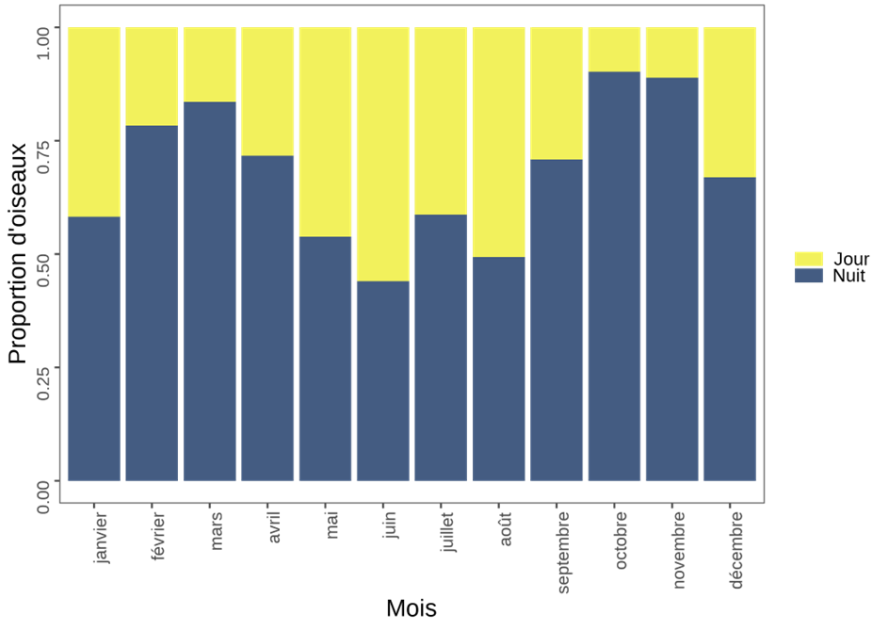
la moitié des flux migratoires se concentrent sur une vingtaine de nuits

- **Au printemps,**
- **À l'automne,**

Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Résultats – QUAND ?

- **Phénologie horaire**

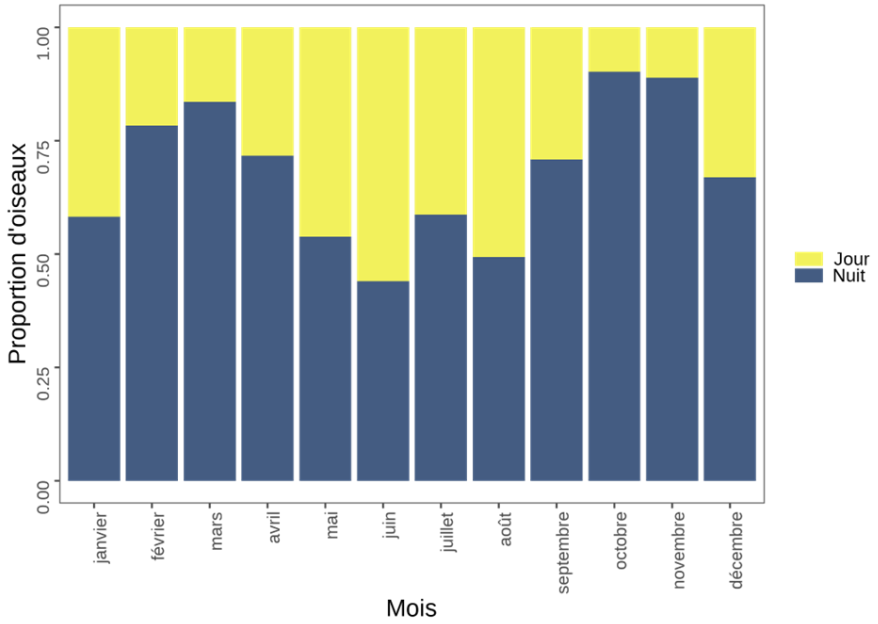


En moyenne, au printemps comme à l'automne, les flux nocturnes représentent 70% (min 66%, max 83%) du total des mouvements migratoires enregistrés

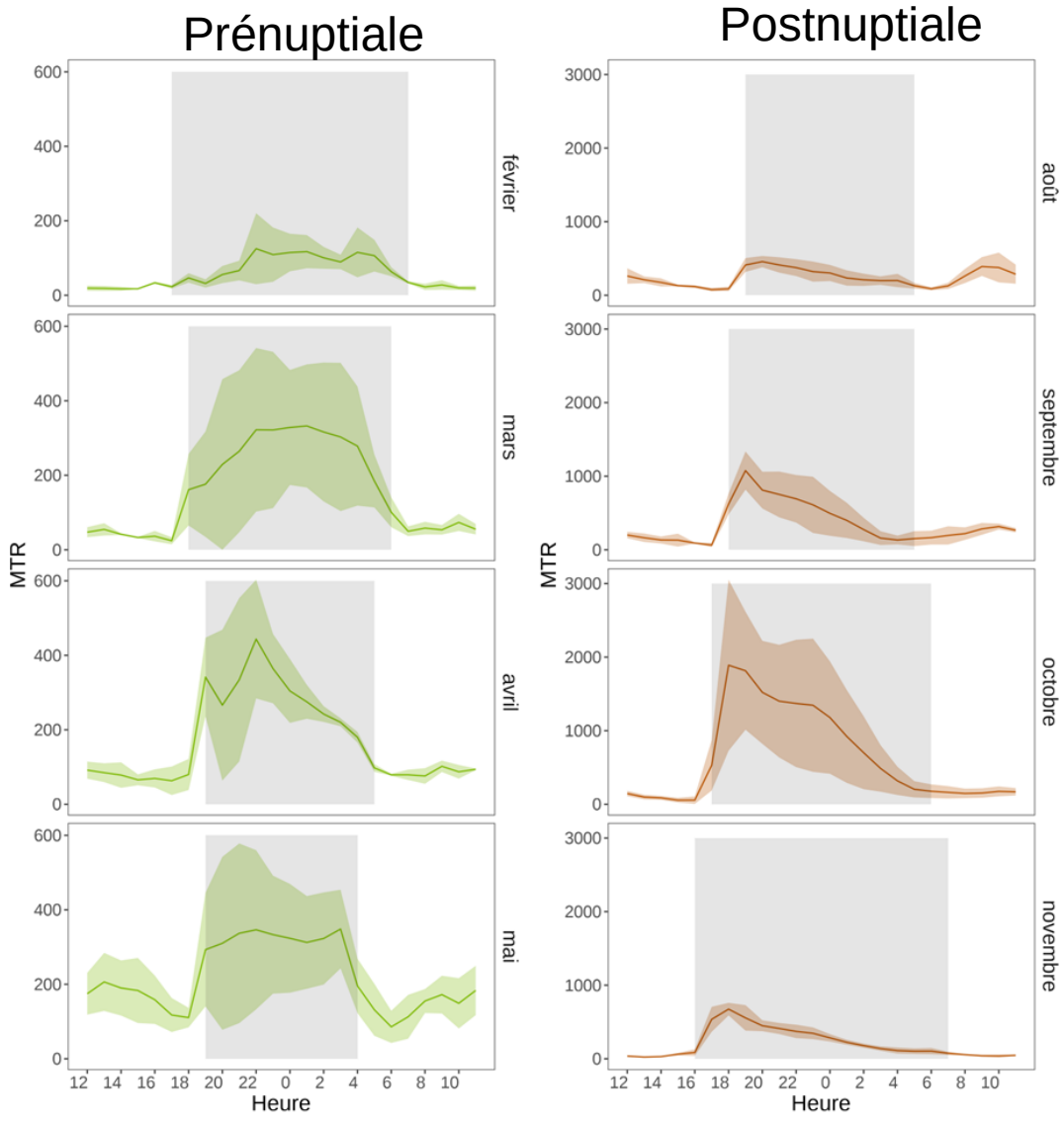
Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Résultats – QUAND ?

- **Phénologie horaire**



En moyenne, au printemps comme à l'automne, les flux nocturnes représentent 70% (min 66%, max 83%) du total des mouvements migratoires enregistrés



La Palissade et Agde (2024)

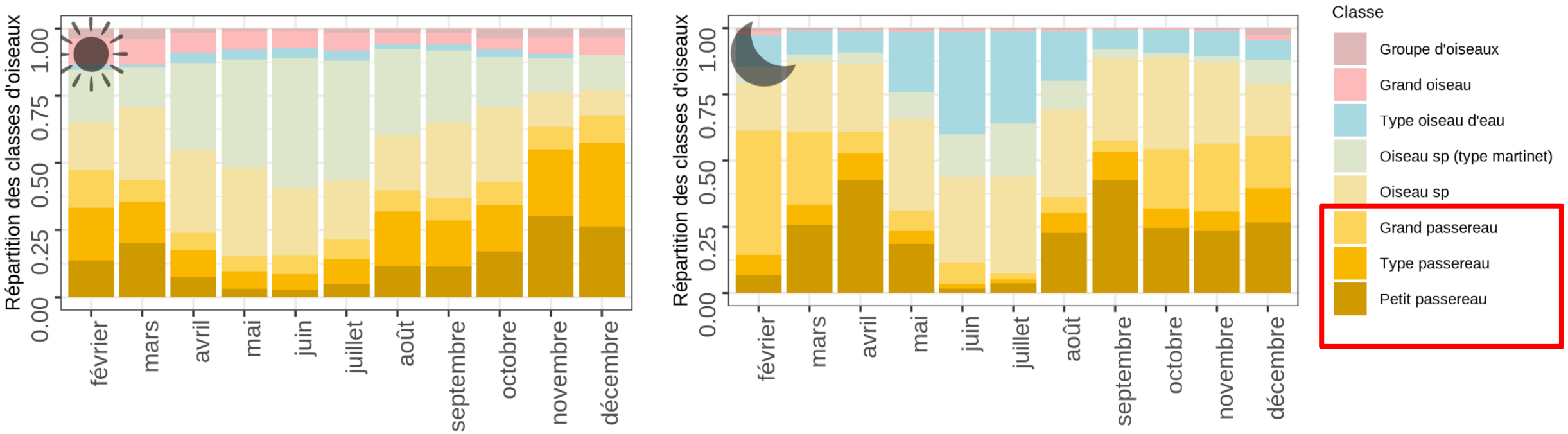
Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Résultats – QUI ?

- **Classes d'oiseaux**

214 espèces identifiées lors des suivis acoustiques et visuels.

Le groupe des passereaux cumule plus de 80% des flux enregistrés



La Palissade et Agde

Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

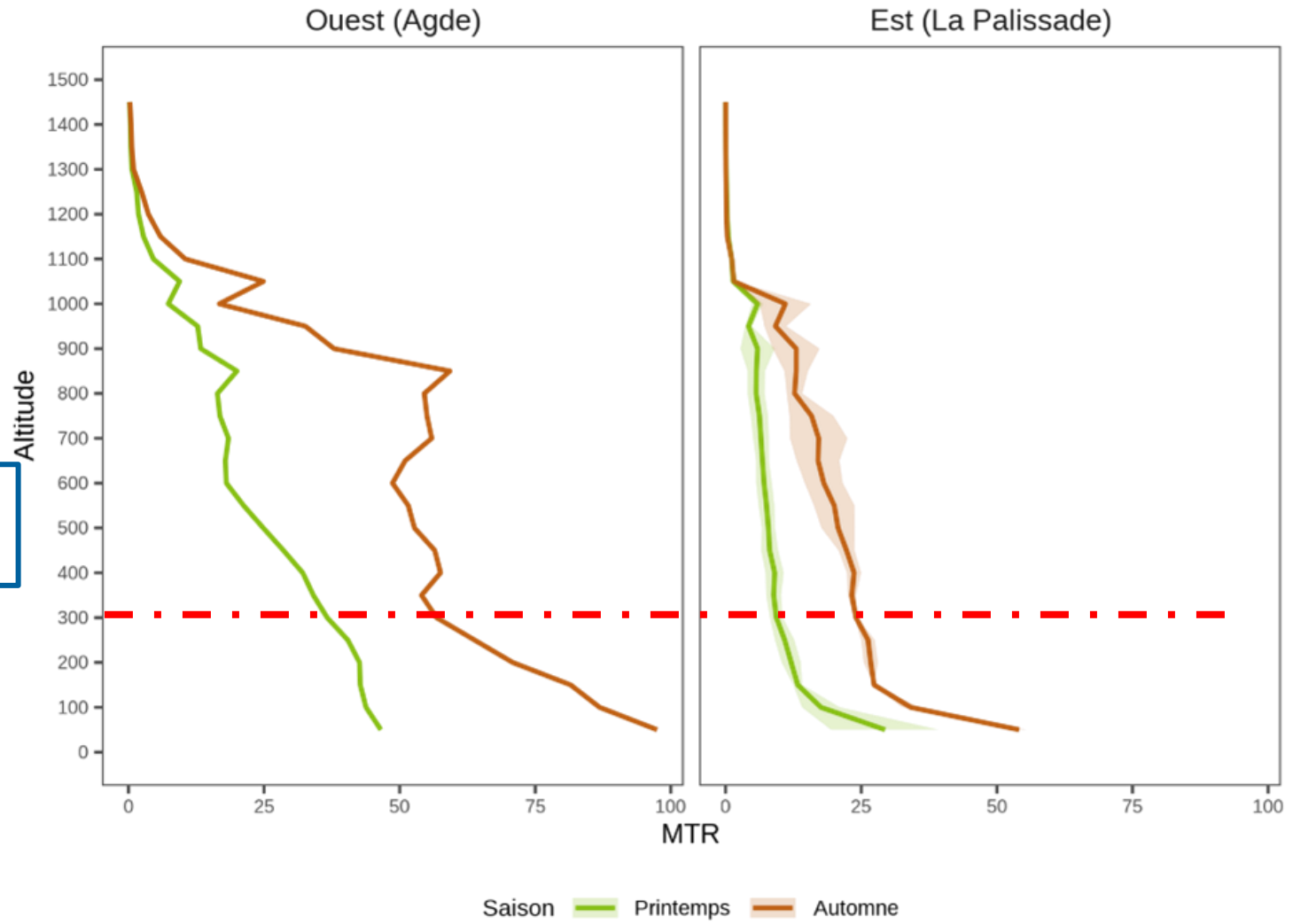
Résultats – COMMENT ?

- **Hauteurs de vol**

Au sein de la classe 50-1000m:

- **prénuptiale**: **45% des mouvements migratoires entre 50 et 300 mètres d'altitude,**
- **Postnuptiale: 37%**.

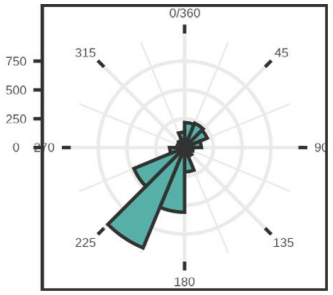
Flux étagés, mais proportion importante de flux à basse altitude.



Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

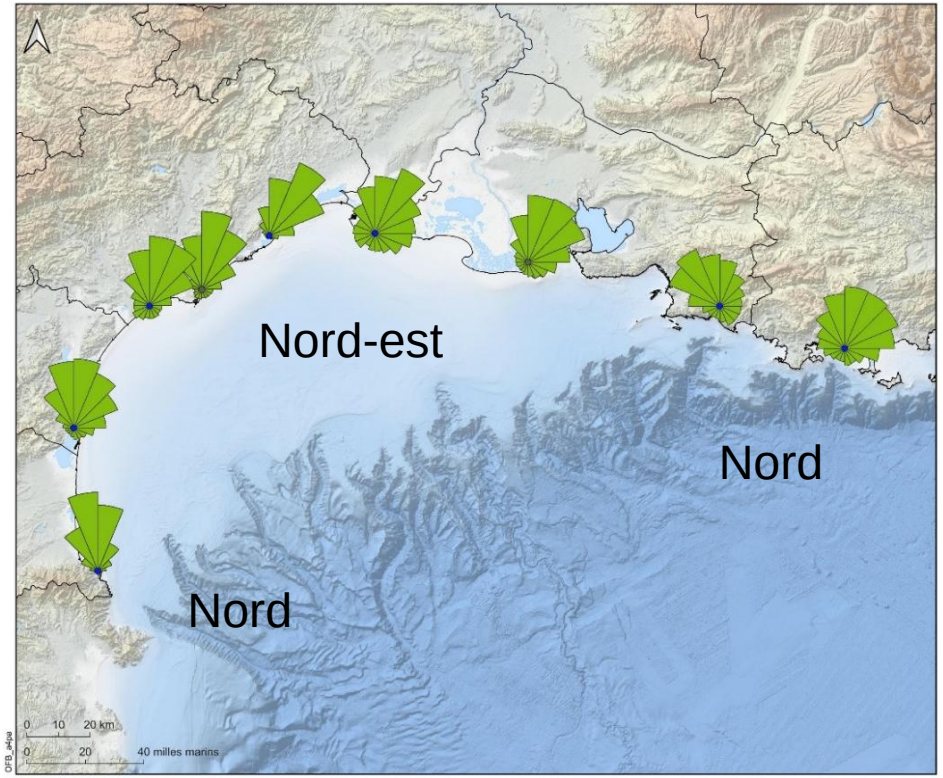
Résultats – OÙ ?

- **Directions de vol**

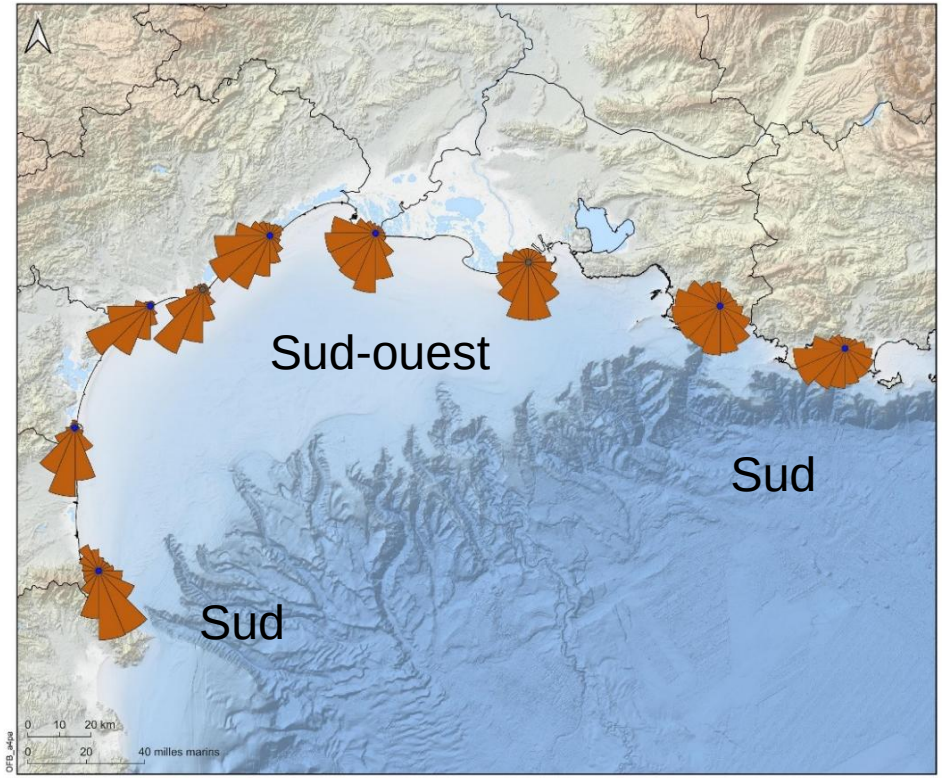


Flux plus côtiers (parallèles à la côte) à l'ouest, plus marins (vers ou en provenance de la mer) à l'est.

Migration pré-nuptiale



Migration post-nuptiale



Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Résultats – COMBIEN ?

- **Flux d'oiseaux traversant le golfe du Lion**

Modèle *Cubist* (Kuhn et al. 2012)

Variables temporelles (jour de l'année, heure après le coucher du soleil, année)

Variables spatiales (latitude, longitude)

Le flux total d'oiseaux migrateurs traversant le golfe du Lion **à moins de 1000 mètres d'altitude** est estimé entre :

- 45 et 90 millions d'oiseaux au printemps
- 140 et 210 millions d'oiseaux à l'automne

Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Conclusion

Quand?

Mouvements migratoires étalés sur 8 mois : entre mi-février et fin mai, et entre mi-juillet et fin novembre

Variabilité inter-journalière importante des flux : **migration en «vagues»**

Migration nocturne majoritaire : **70% des flux enregistrés au cours de la nuit**

Qui?

Diversité d'espèces migratrices très élevée (couloir de migration important)
Majorité de **passereaux**

Comment?

Proportion importante (35-45%) d'oiseaux volant à **basse altitude (<200 m)**

Où?

Flux élevé partant en mer (automne) ou arrivant de la mer (printemps)

Flux plus importants à l'ouest, et proportionnellement plus marins à l'est

Combien?

Entre 45 et 210 millions d'oiseaux traversent le golfe du Lion à moins de 1000 m d'altitude

Lot 4 : Campagnes en mer par bateau

Titulaires

Partenaires sous-traitants





Camille Assali, Vincent Delcourt, **Nicolas Delelis**, Vincent Liebault

Lot 4 : Campagnes en mer par bateau

Objectifs: depuis la mer…

QUAND ? → Préciser la **phénologie** des déplacements migratoires

COMMENT ? → Etudier les **hauteurs de vol (50-1000m)**

OÙ ? → **Spatialiser** les flux

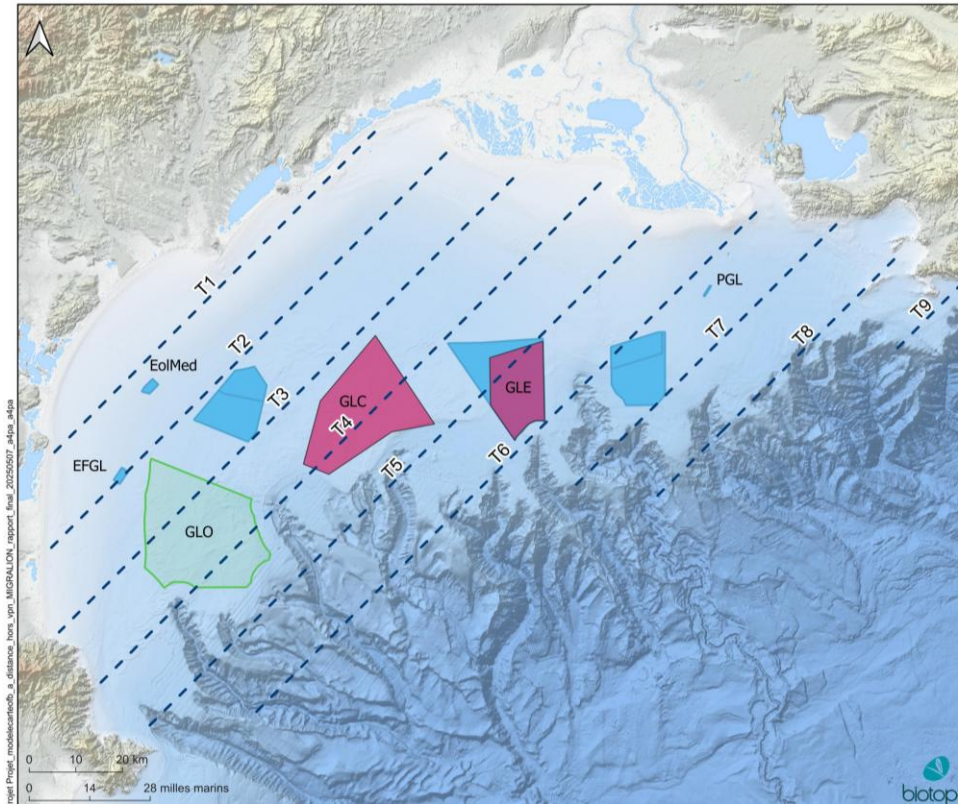
COMBIEN ? → **Quantifier les flux** d'oiseaux migrateurs

(**QUI ?** → identifier les espèces d'oiseaux détectés)



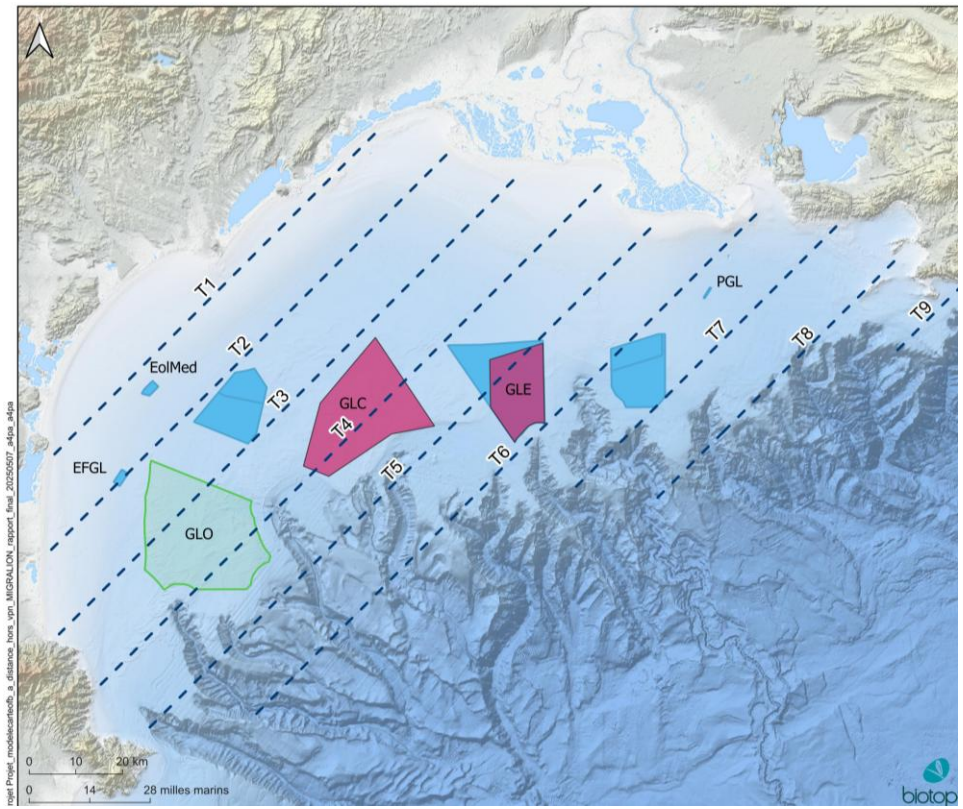
Méthodologie

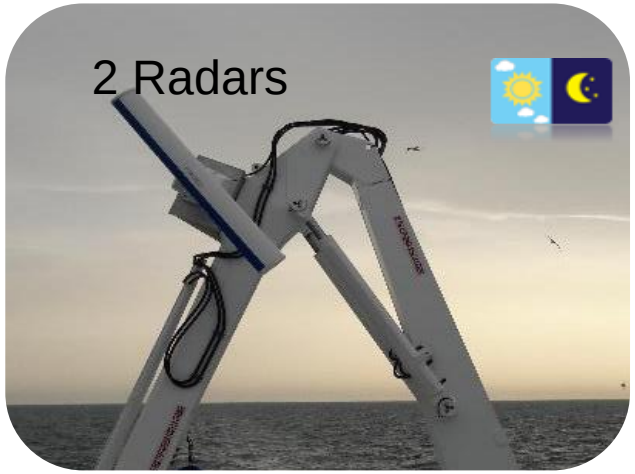
Objectif: 1000 km de transects
→ bateau en déplacement continu (10 nœuds), - de jour comme de nuit



Méthodologie

Objectif: 1000 km de transects
→ bateau en déplacement continu (10 nœuds), - de jour comme de nuit
→ enregistrer en continu l'activité des oiseaux dans le golfe du Lion.







+

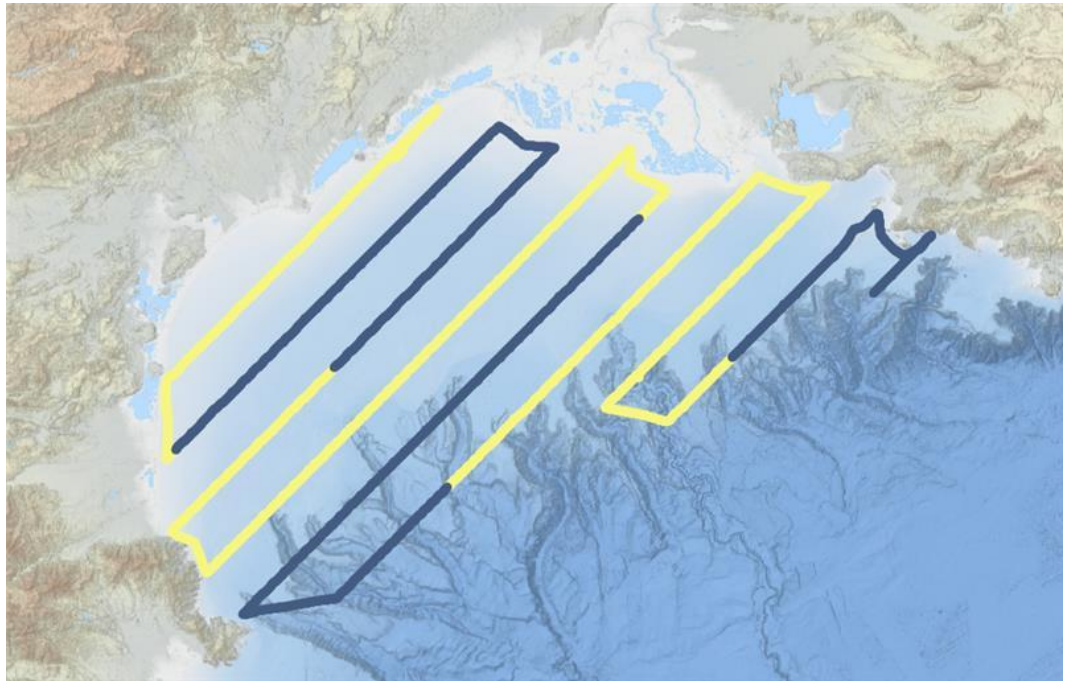
Obs visuelle



Acoustique



Bilan des campagnes réalisées



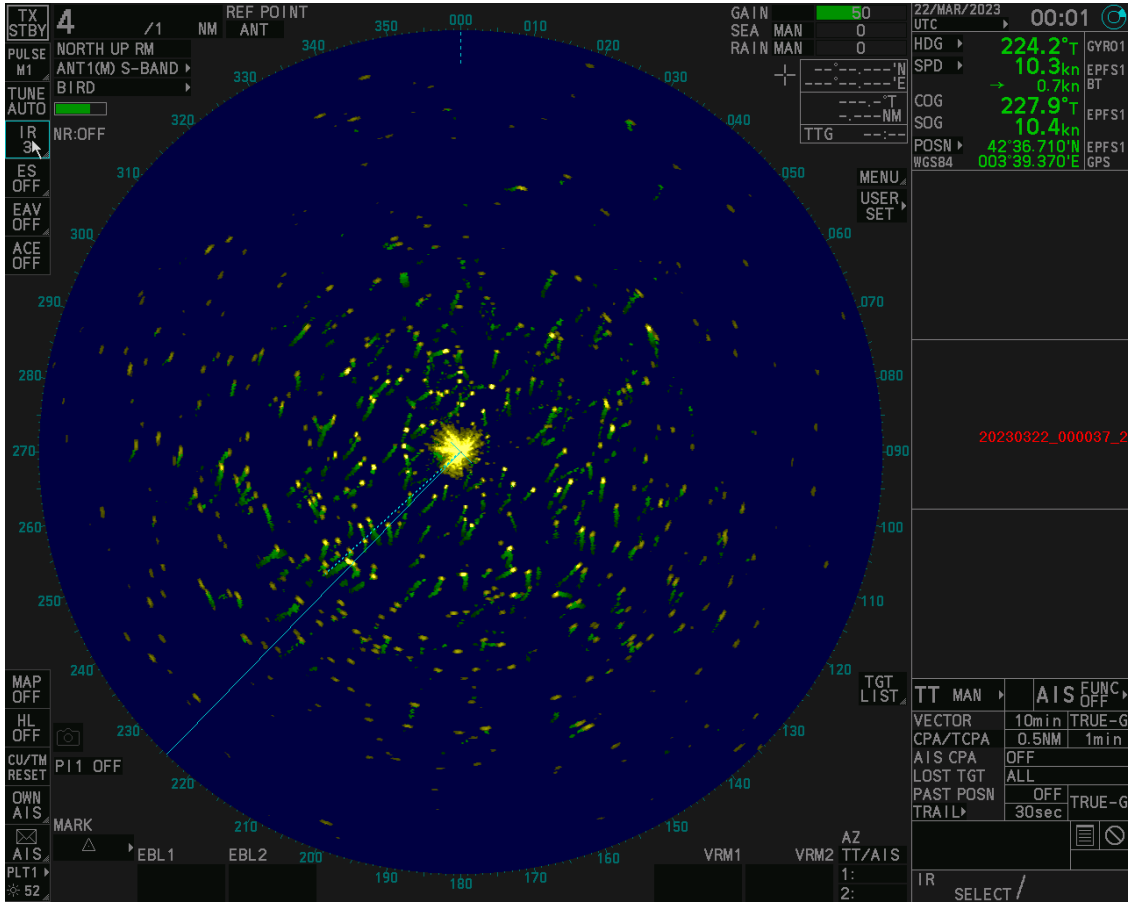
- ✓ 4 campagnes réalisées en 2022
- ✓ 4 campagnes réalisées en 2023
- ✓ 2 campagnes réalisées en 2024

Campagne	Nombre d'espèces contactées et identifiées	Nombre total d'individus observés
Prénuptiale 2022	63 espèces	8 742 individus
2023	48 espèces	13 129 individus
2024	23 espèces	2 420 individus
Postnuptiale 2022	40 espèces	7 466 individus
2023	33 espèces	6 256 individus
2024	25 espèces	4 388 individus
TOTAL	95 espèces	42 401 individus

- ✓ **Campagnes prénuptiales plus riches et diversifiées que les campagnes postnuptiales**

Suivis par radars embarqués : méthodologie

Radar horizontal: 10 km de rayon



2022	2023	2024
✗ (400 000 images)	✓ (380 000 images)	✓ (197 000 images)

Reconstruction des trajectoires d'échos

→ Sélection des trajectoires d'oiseaux

Nombre au cours du temps

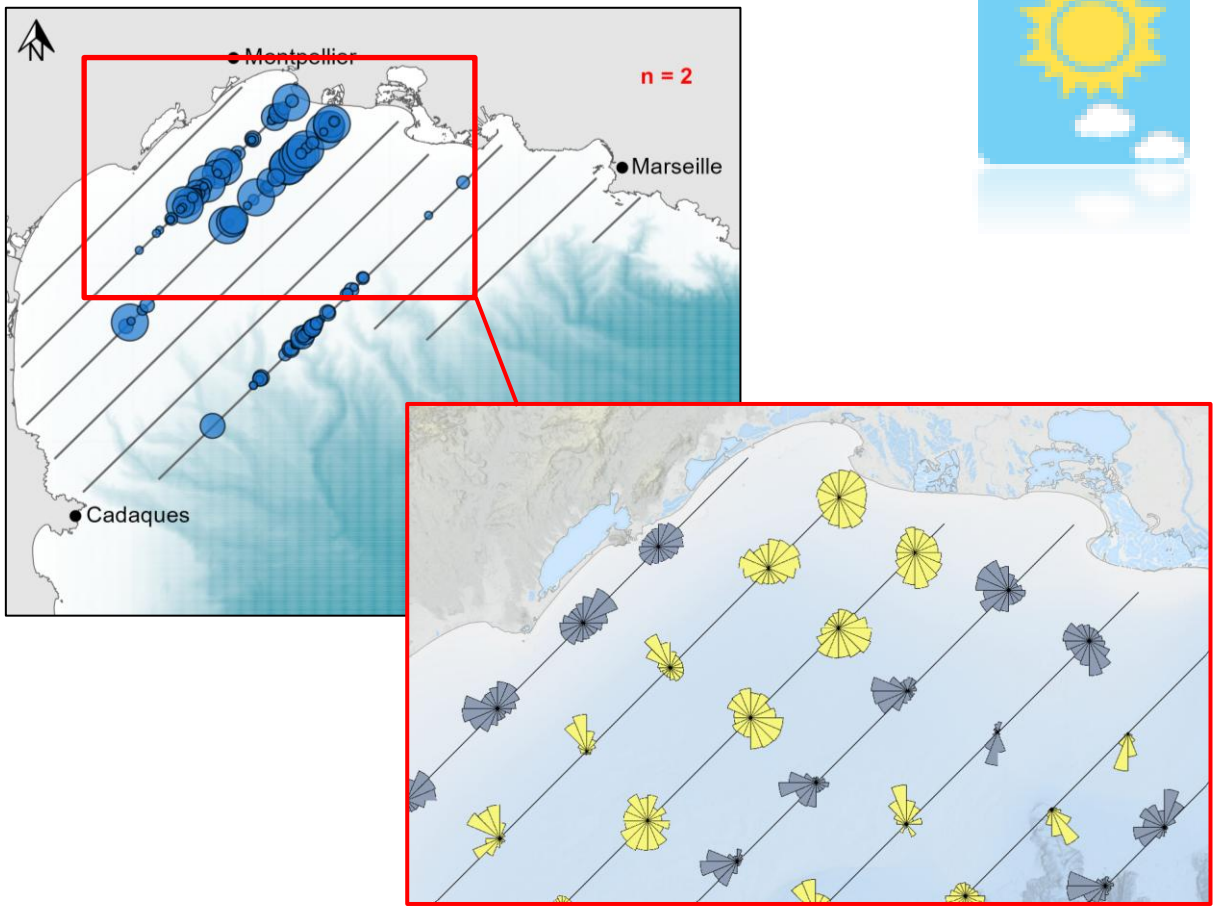
Directions de vol

Nombre par heure et par km²
(Activité horaire)

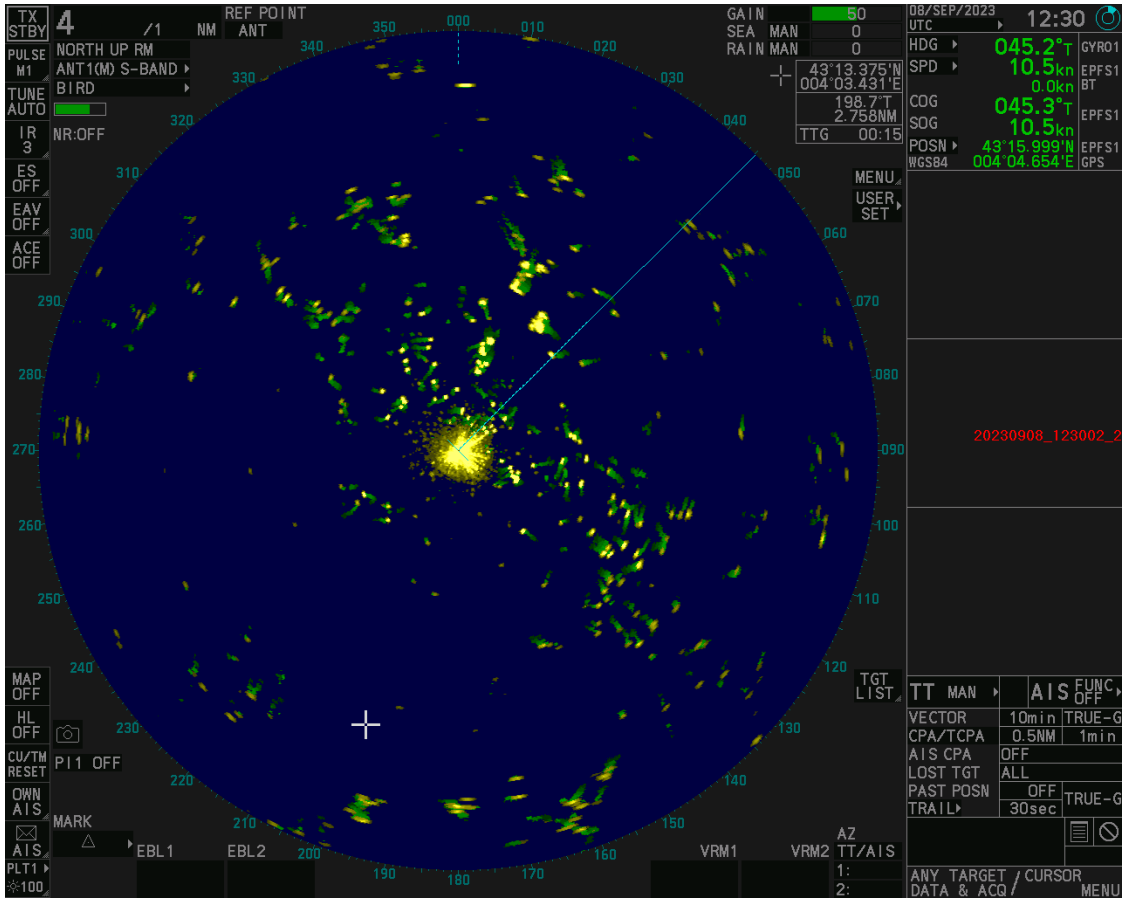
Résultats des suivis par radars embarqués

Directions de vol (radar horizontal)

Exemple en saison postnuptiale

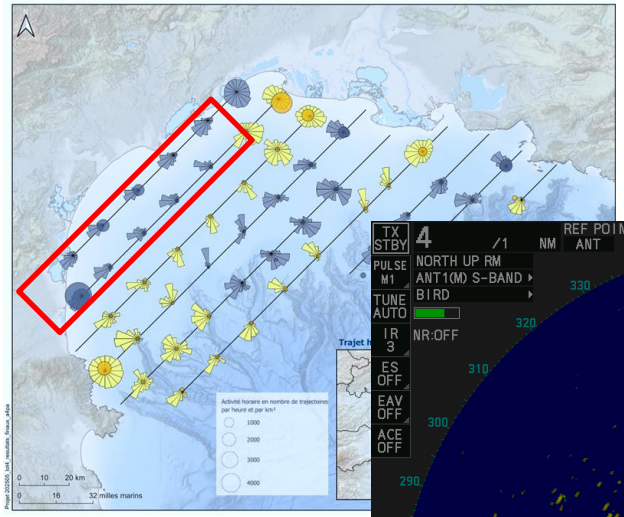


Ex 08/09/2023, en journée:
Sterne pierregarin, Guifette noire



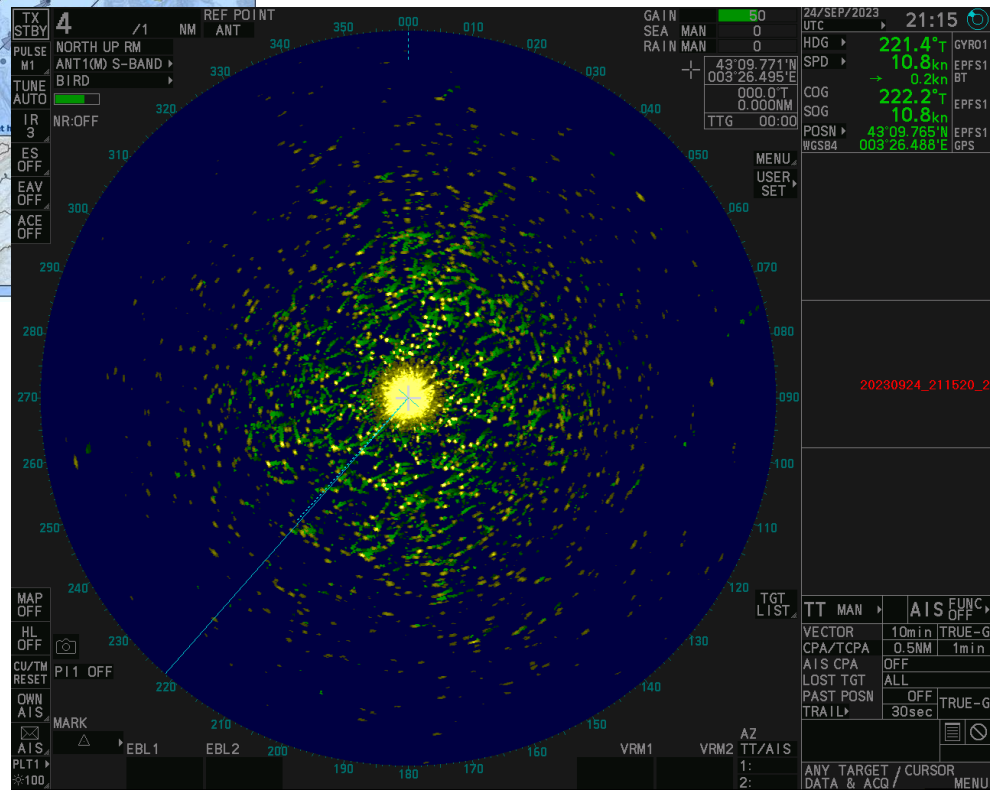
Résultats des suivis par radars embarqués

Directions de vol (radar horizontal)



Postnuptiale

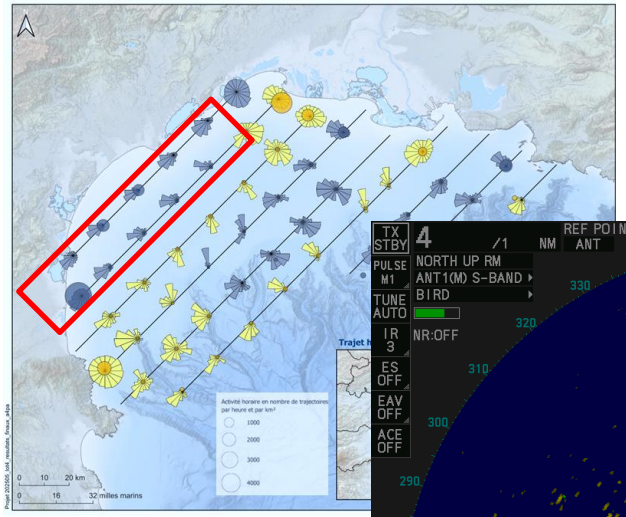
Ex 24/09/2023, de nuit



Rouge-gorge familier et Grive musicienne captées par acoustique

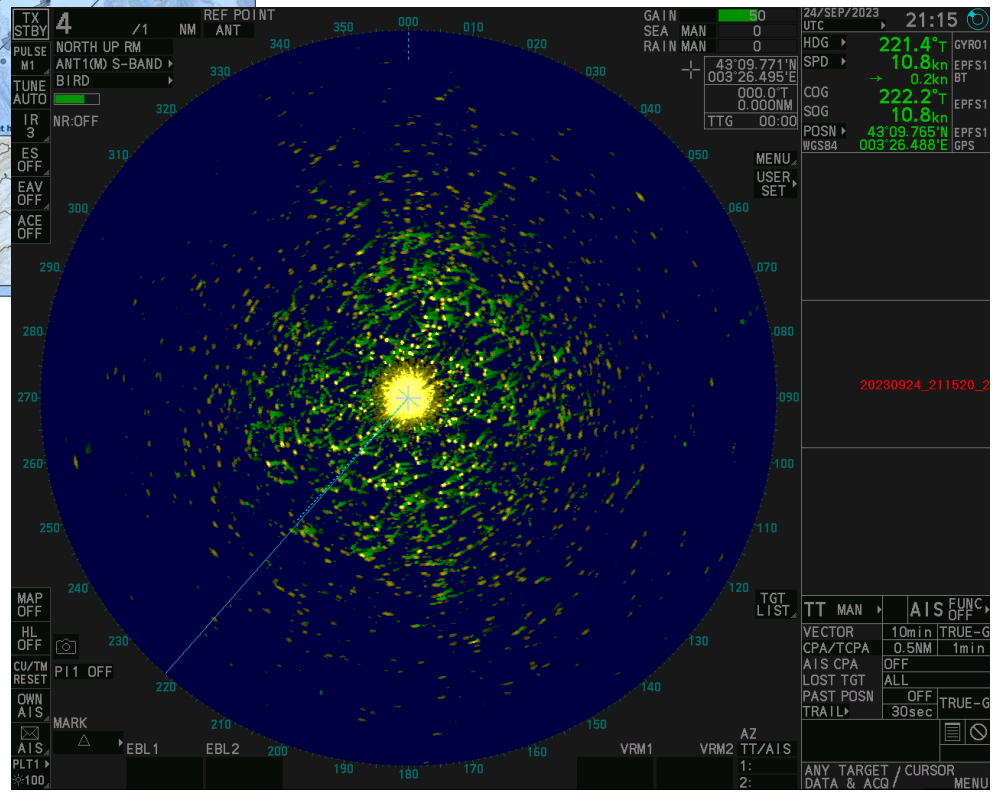
Résultats des suivis par radars embarqués

Directions de vol (radar horizontal)



Postnuptiale

Ex 24/09/2023, de nuit

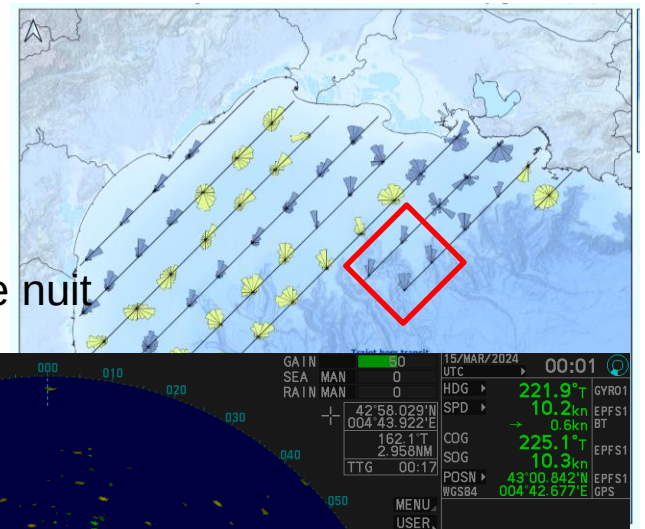


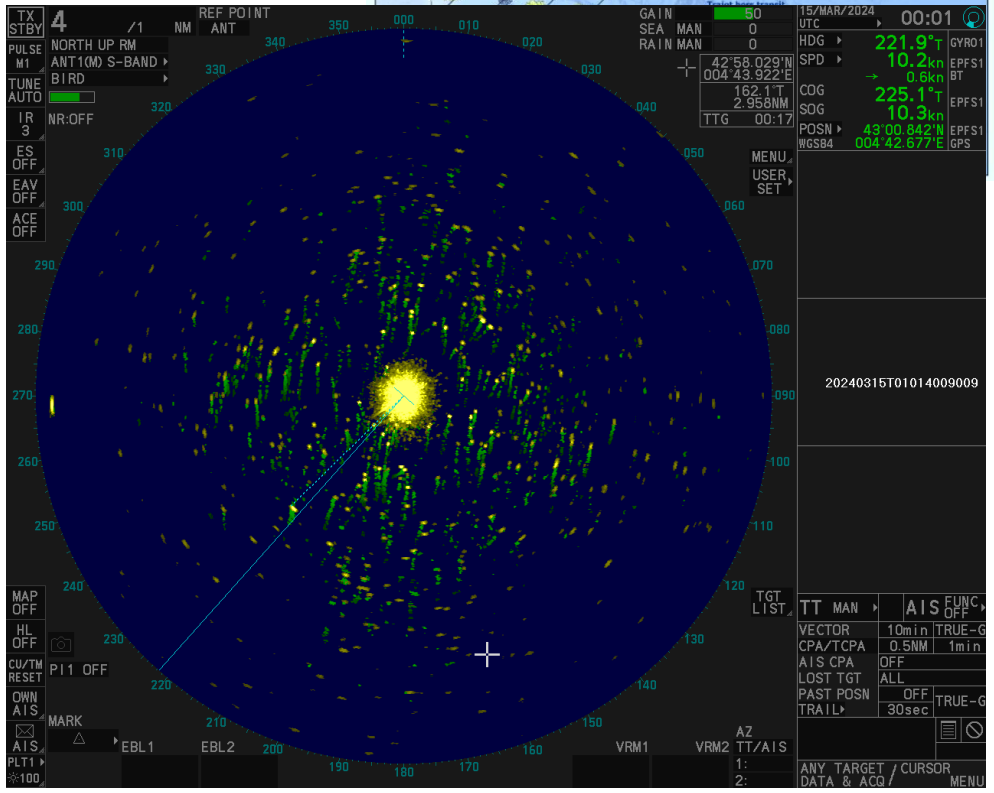


Rouge-gorge familier et Grive musicienne captées par acoustique

Prénuptiale

Ex 15/03/2024, de nuit

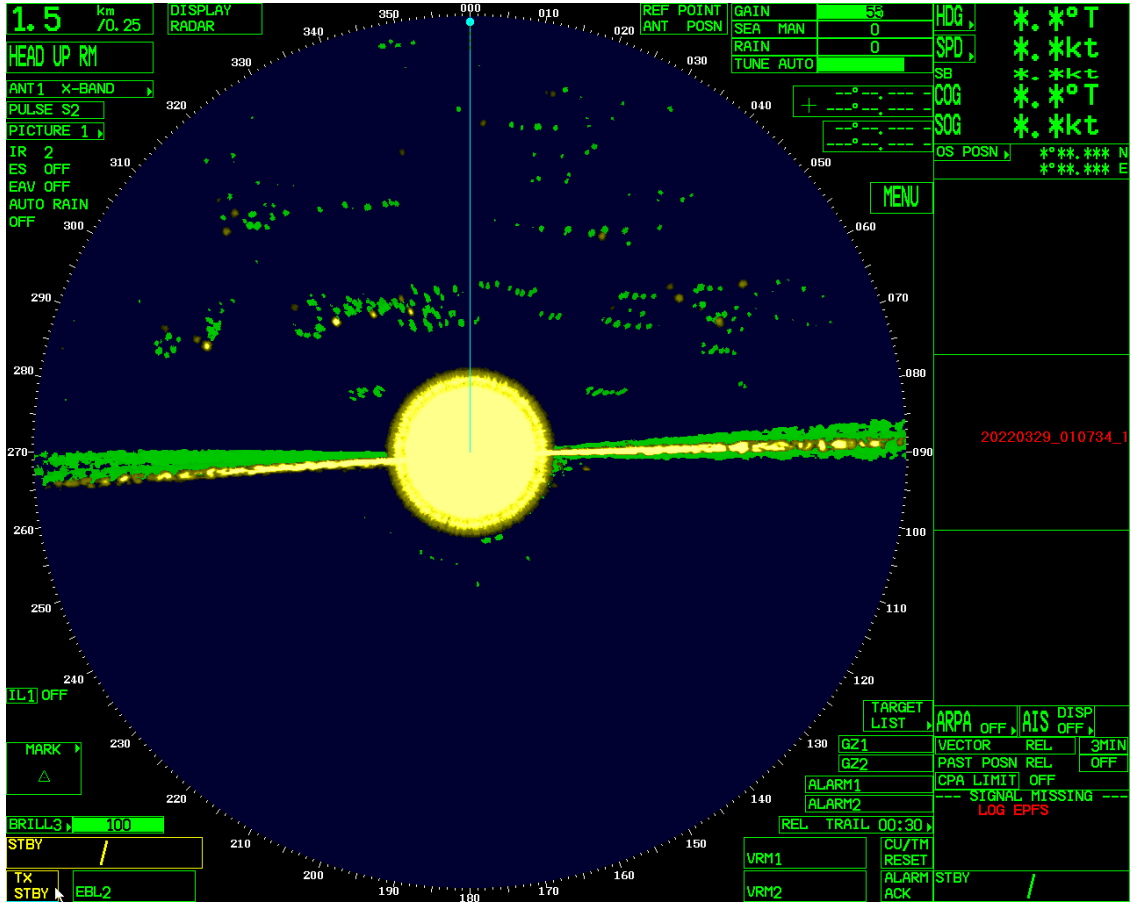




Suivis par radars embarqués : méthodologie

Radar vertical

Hauteur: 50 – 1400 m



2022	2023	2024
✓ (415 000 images)	✓ (390 000 images)	✓ (186 000 images)

Sélection des échos d'oiseaux

↓

Nombre d'oiseaux par heure et par km (MTR – *Migration Traffic Rate*)

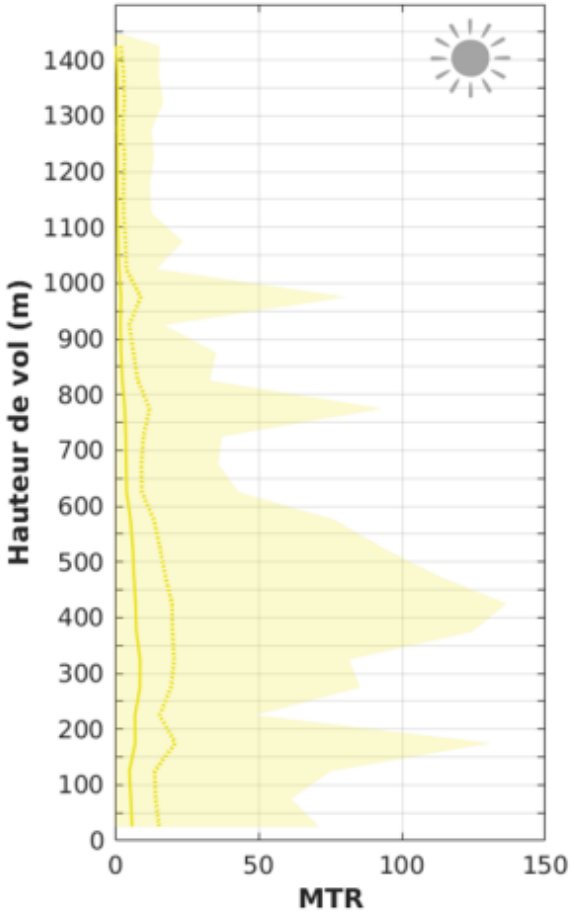
↓

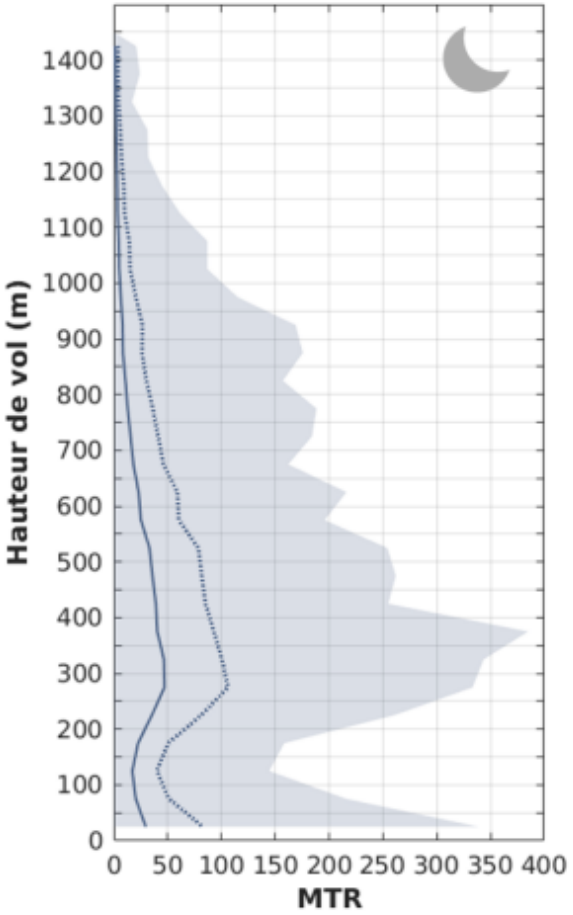
Hauteurs de vol



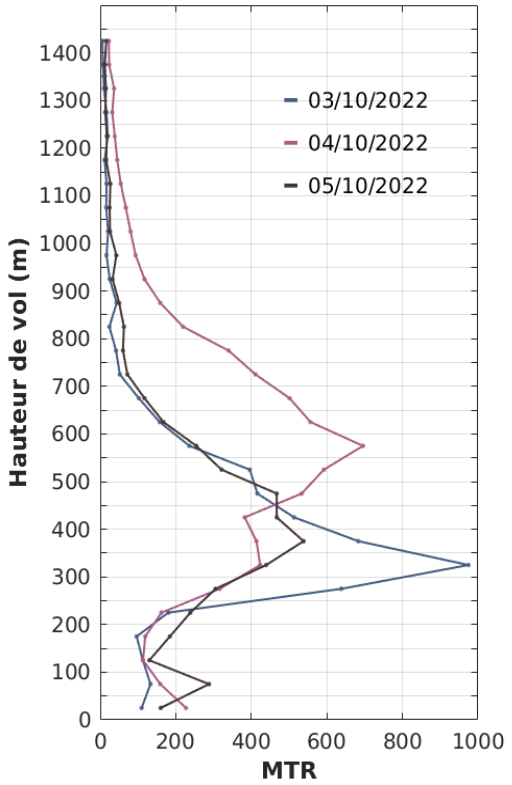
Résultats des suivis par radars embarqués

Hauteurs de vol (radars verticaux)



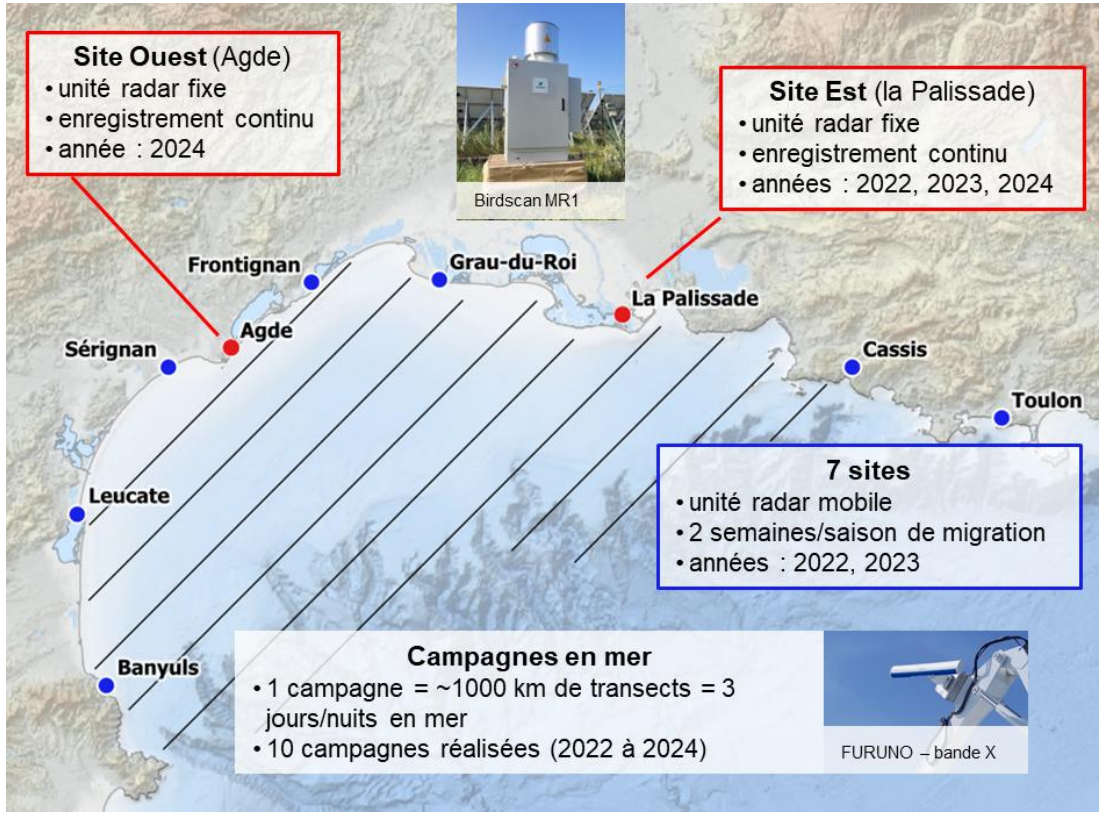


Variabilité entre nuits



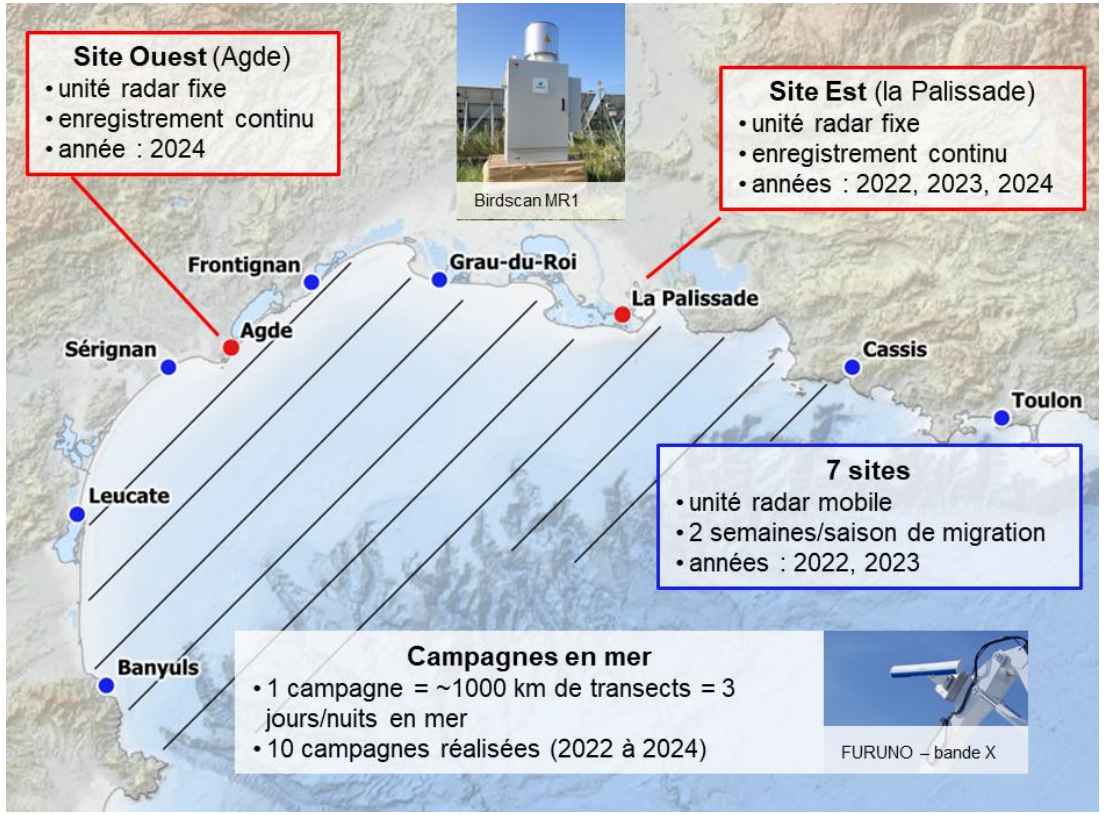
Résultats des suivis par radars embarqués

Comparaison des données acquises par les radars verticaux (lot 4 et lot 5)



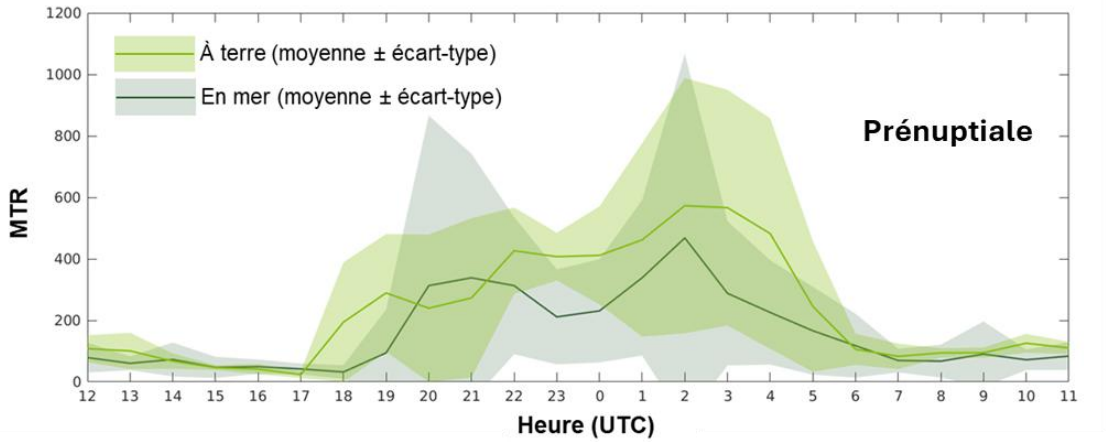
Sélection de 30 jours et nuits suivis simultanément à terre et en mer

Résultats des suivis par radars embarqués



Sélection de 30 nuits suivies simultanément à terre et en mer

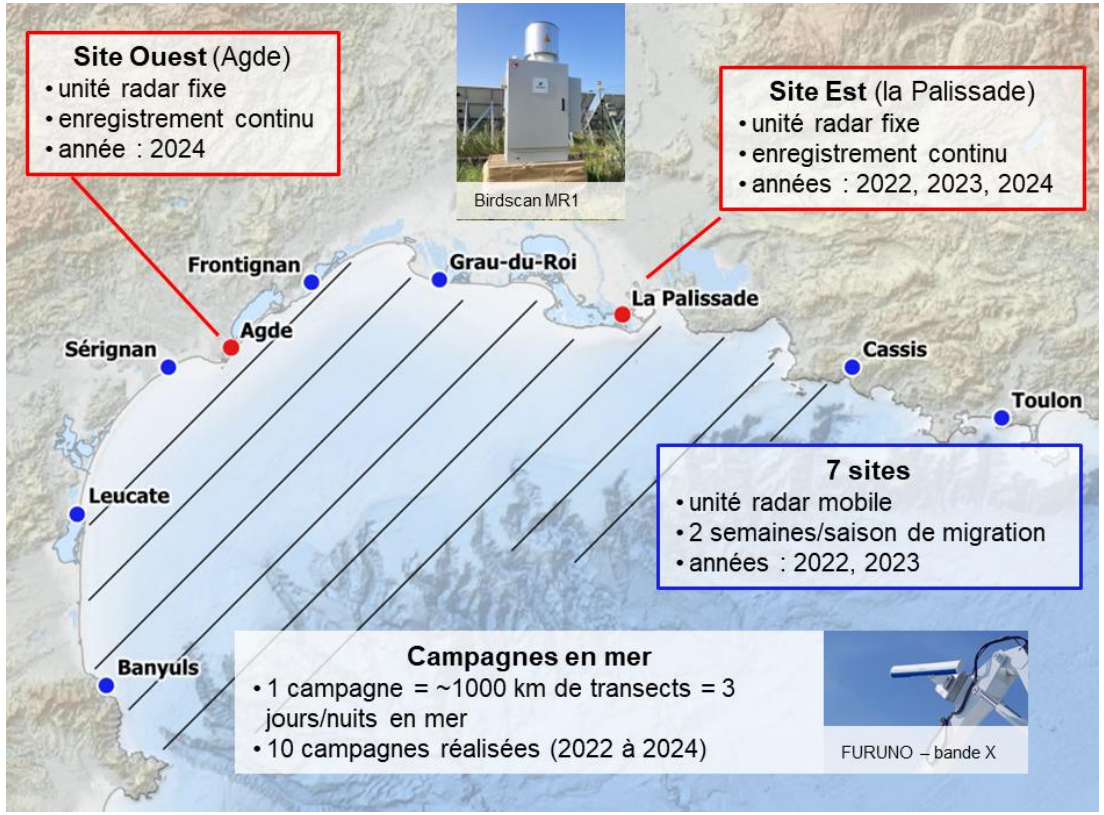
Phénologie horaire (radars verticaux)



Flux principalement nocturnes, plus concentrés en début de nuit à l'automne et répartis au printemps.

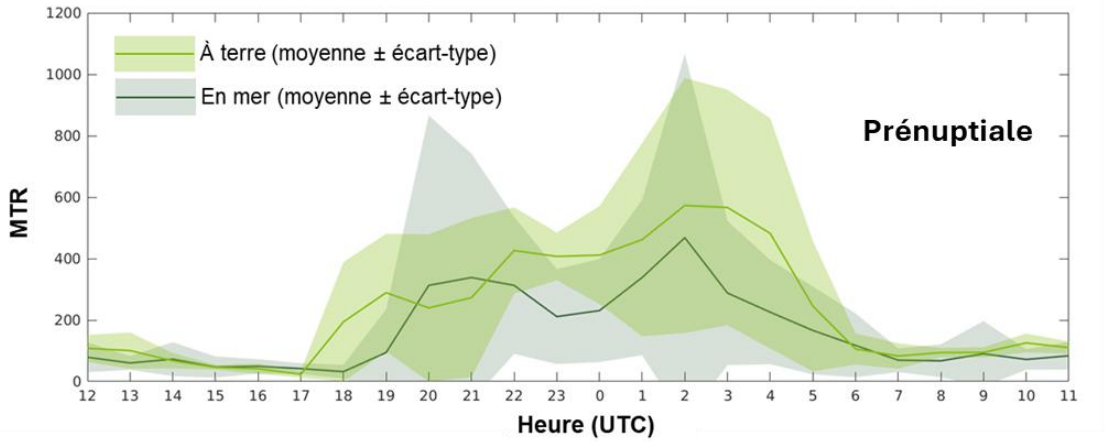
Lot 4 : Campagnes en mer par bateau

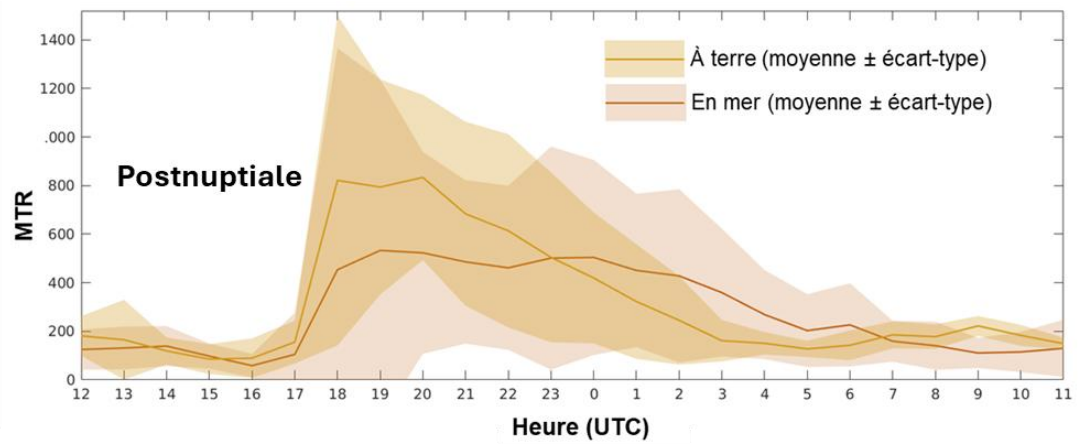
Résultats des suivis par radars embarqués



Sélection de 30 nuits suivies simultanément à terre et en mer

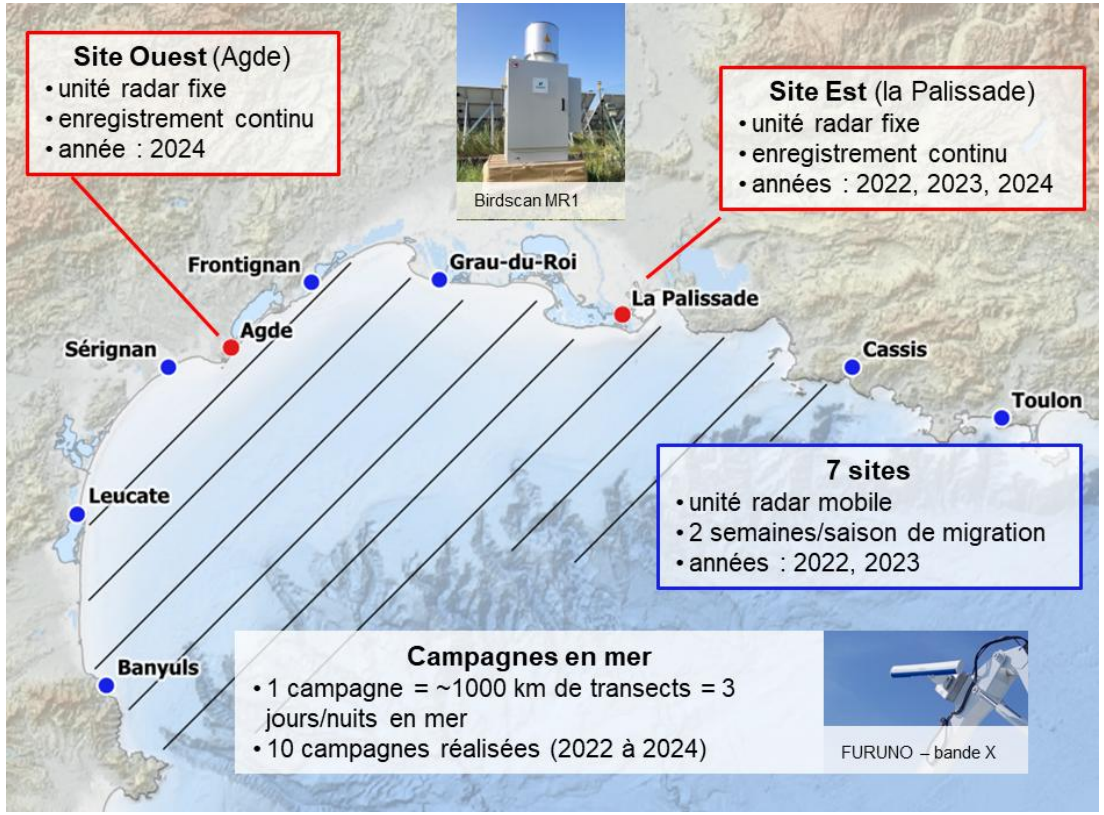
Phénologie horaire (radars verticaux)





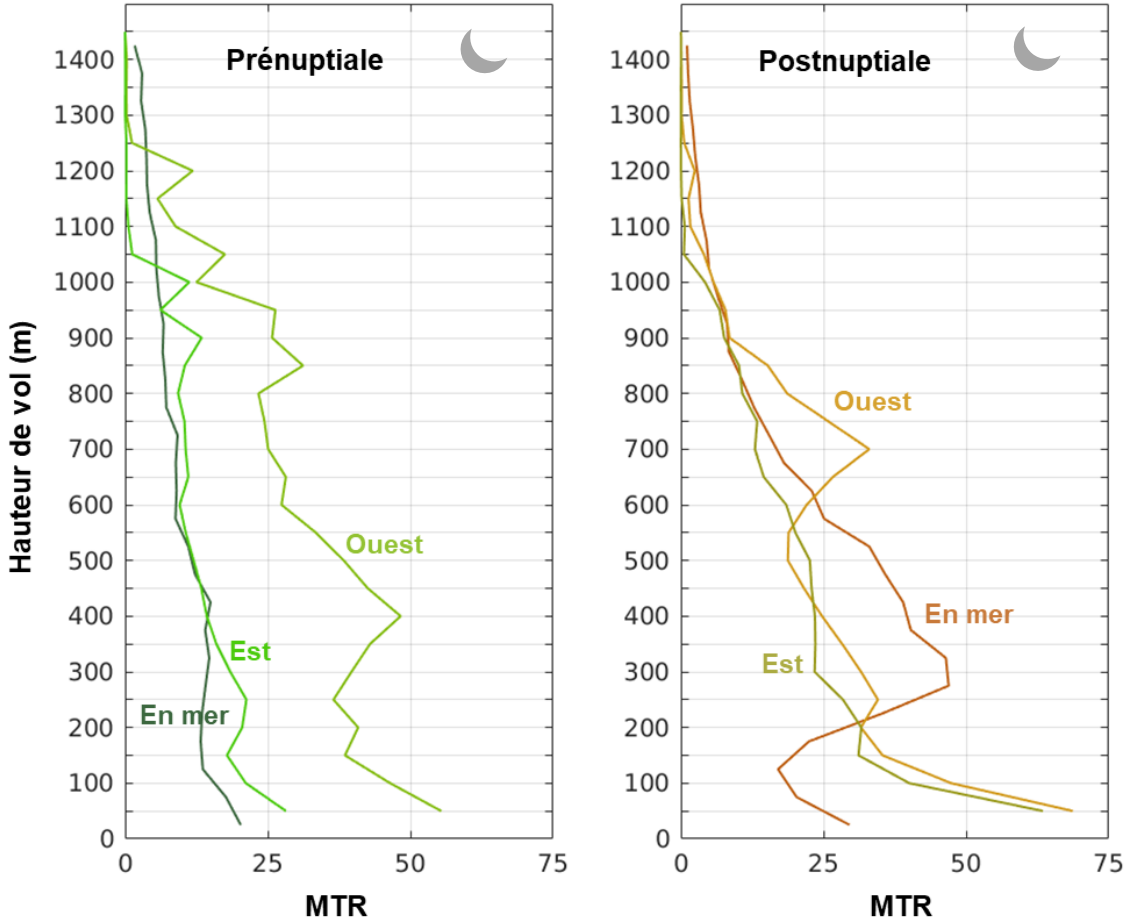
Flux principalement nocturnes, plus concentrés en début de nuit à l'automne et répartis au printemps.

Résultats des suivis par radars embarqués



Sélection de 30 nuits suivies simultanément à terre et en mer

Hauteurs de vol (radars verticaux)



Discussion

- ✓ Première utilisation en France d'un radar vertical embarqué pour l'étude des flux d'oiseaux en mer : **méthodologie novatrice / jeu de données inédit**
  - ✓ Intérêt réel des malgré des contraintes logistiques et opérationnelles fortes ;

- ✓ Intérêt particulier de certaines zones pour les **espèces marines**, avec une forte variabilité spécifique: temporelle et saisonnière ;

- ✓ **Déplacements nocturnes d'oiseaux marins et de migrateurs terrestres dans l'ensemble du golfe du Lion**
  - ✓ variabilité spatio-temporelle forte de ces flux ➔ échantillonnage temporel plus important nécessaire ;

- ✓ Des espèces à enjeu probable face aux futures centrales éoliennes dont:
  - Les Sternidés et la Mouette pygmée avec des concentrations parfois importantes selon les saisons;
  - Les migrateurs terrestres : flux importants transitent par le golfe du Lion ;
  - Le flux de chiroptères qui reste à étudier avec les difficultés de suivis associés ;

Lot 3 : Télémétrie migrateurs terrestres et oiseaux marins







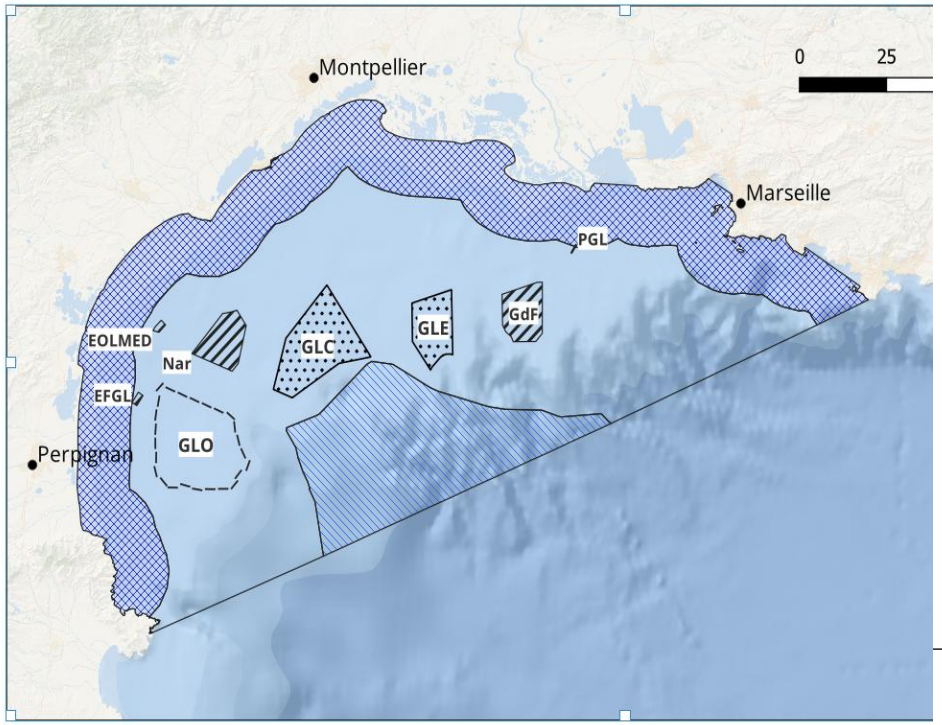


Porteurs: Jocelyn Champagnon, **Frédéric Jiguet**, **Olivier Duriez,** David Grémillet
Collaborateurs: Stéphan Tillo, Nicolas Courbin, Paul Dufour, Léo Denoual,,

Lot 3 : Télémétrie

Objectifs

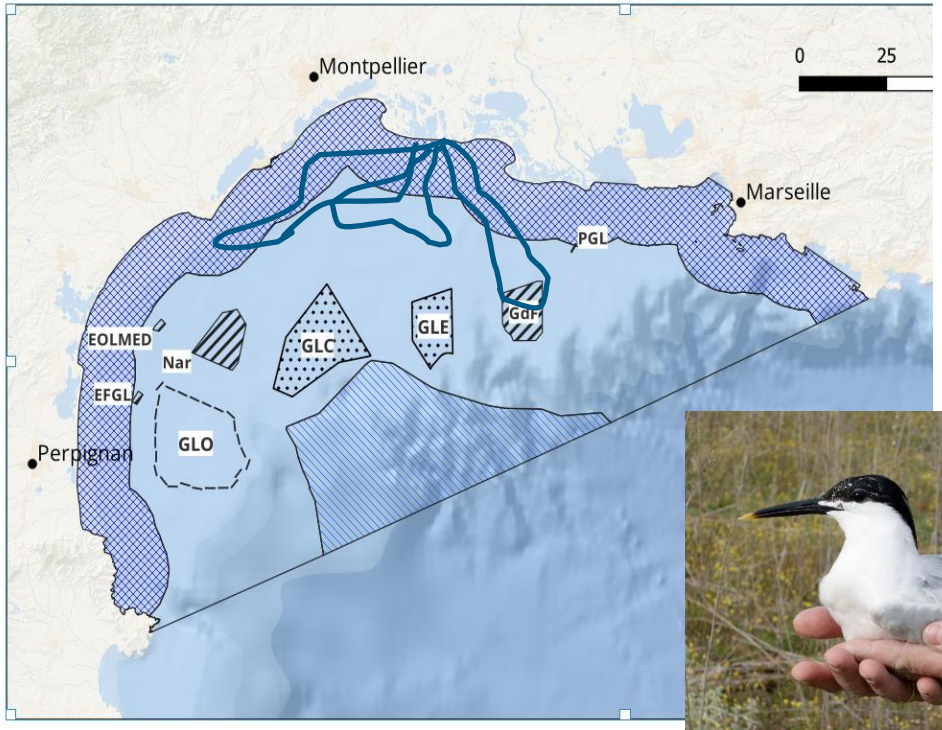
- **Suivi longitudinal des déplacements individuels**
  - Balises géolocalisation sur les individus
    - Espèce, âge, sexe connus
  - Plusieurs années (variations interannuelles des comportements migratoires)



Lot 3 : Télémétrie

Objectifs

- **Suivi longitudinal des déplacements individuels**
  - Balises géolocalisation sur les individus
    - Espèce, âge, sexe connus
  - Plusieurs années (variations interannuelles des comportements migratoires)



- **Oiseaux marins**
  - zones utilisées en mer (alimentation, repos), en période de reproduction et hivernale,
  - altitudes de vol.
  - **3 espèces**



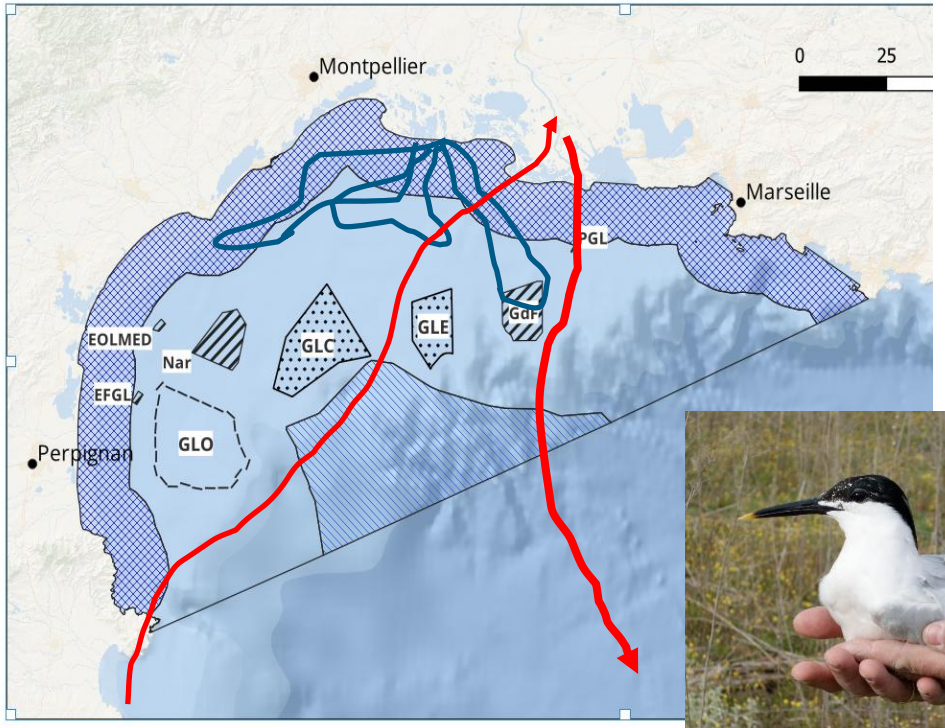
Lot 3 : Télémétrie

Objectifs

- **Suivi longitudinal des déplacements individuels**
  - Balises géolocalisation sur les individus
    - Espèce, âge, sexe connus
  - Plusieurs années (variations interannuelles des comportements migratoires)

- **Oiseaux terrestres**
  - Déterminer les voies et périodes de passage
  - altitudes de vol lors des trajets migratoires,
  - **37 espèces**





- **Oiseaux marins**
  - zones utilisées en mer (alimentation, repos), en période de reproduction et hivernale,
  - altitudes de vol.
  - **3 espèces**



Lot 3 : Télémétrie: méthodes

Méthodologies et protocoles

- **Cadre administratif**
  - Programme de baguage PP1190 "Migralion"

- **Terrain**
  - **Technicien de recherche Stéphan Tillo**, bagueur généraliste confirmé pour l'ensemble du projet (2021-2024),
  - Assisté par **sept bagueur.se.s ou assistants bagueur.se.s sous contrat** lors des campagnes de terrain (printemps 2021, 2022, 2023 et 2024)
  - Nombreu.ses.x bénévoles et gestionnaires impliqués



Lot 3 : Télémétrie: méthodes

Technologies employées: balise GPS

- **Balise entre 3 et 25 g ==> masse oiseau >75 g**
- **Harnais en téflon**
- **Alimentation panneau solaire**
- **Données collectées:**
  - Position 3D, vitesse
  - Posture, comportement (accéléromètre)







Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux marins

Résultats: 1. Répartition spatiale

38 puffins yelkouan
(*Puffinus yelkouan*)

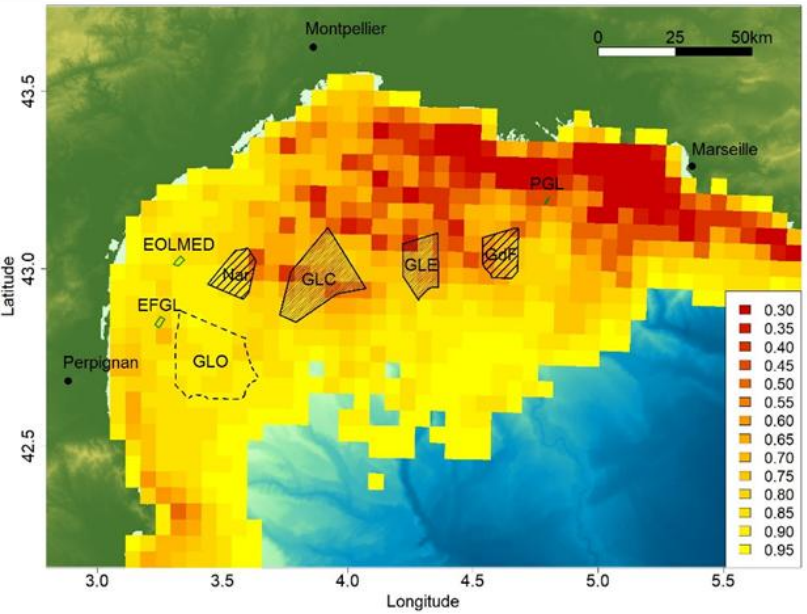


205 puffins de Scopoli
(*Calonectris diomedea*)

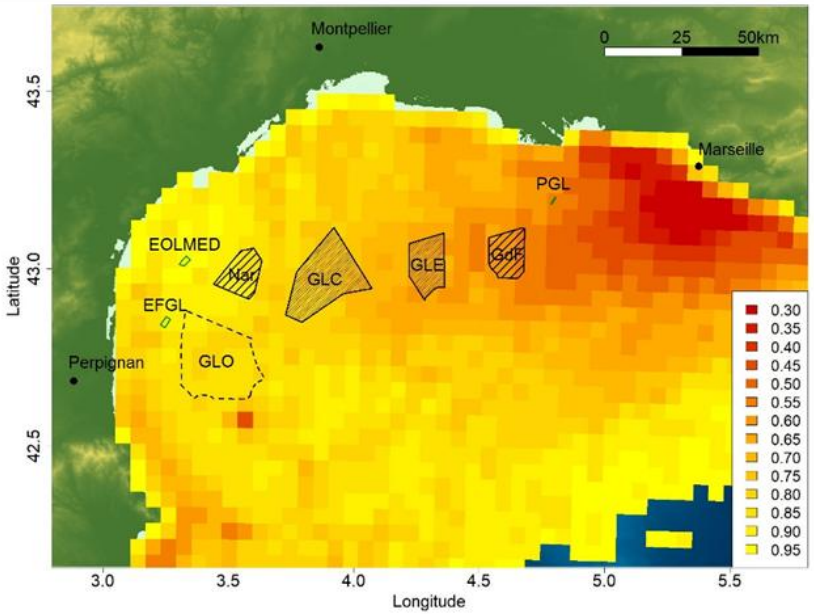


26 sternes caugek
(*Thalasseus sandvicensis*)

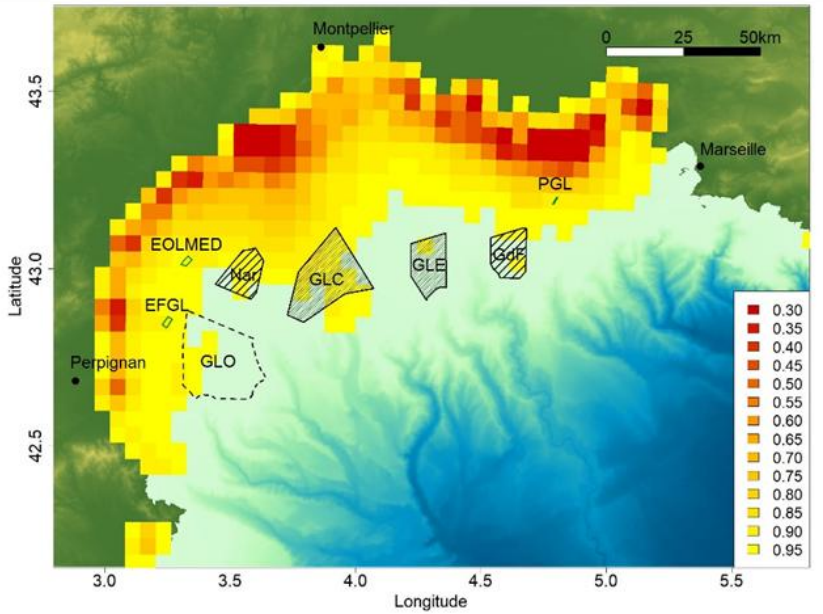




Plateau continental



Plateau continental et pélagique



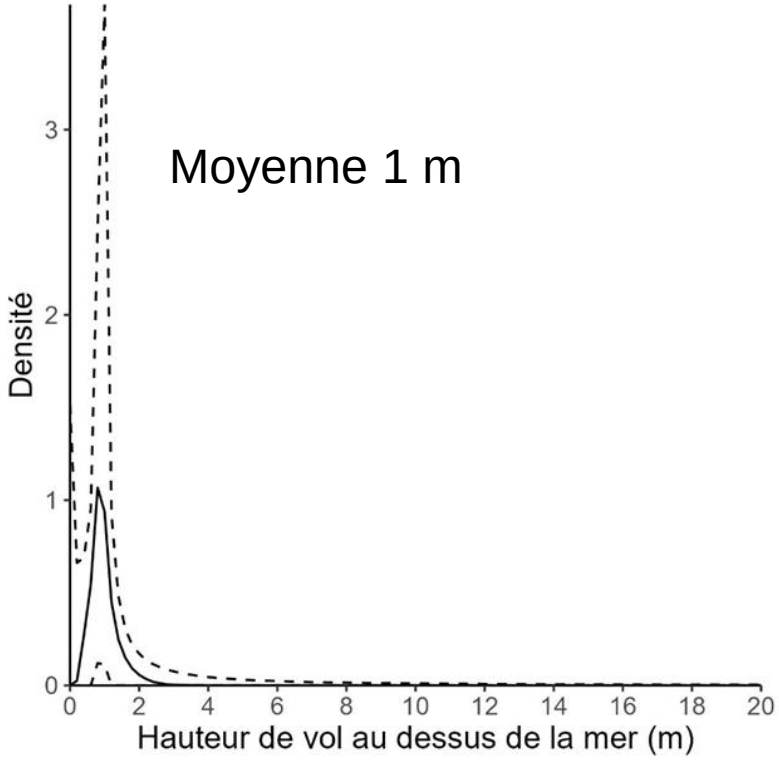
Zone côtière

Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux marins

Résultats: 3. Distribution des hauteurs de vol

31 puffins yelkouan
(*Puffinus yelkouan*)

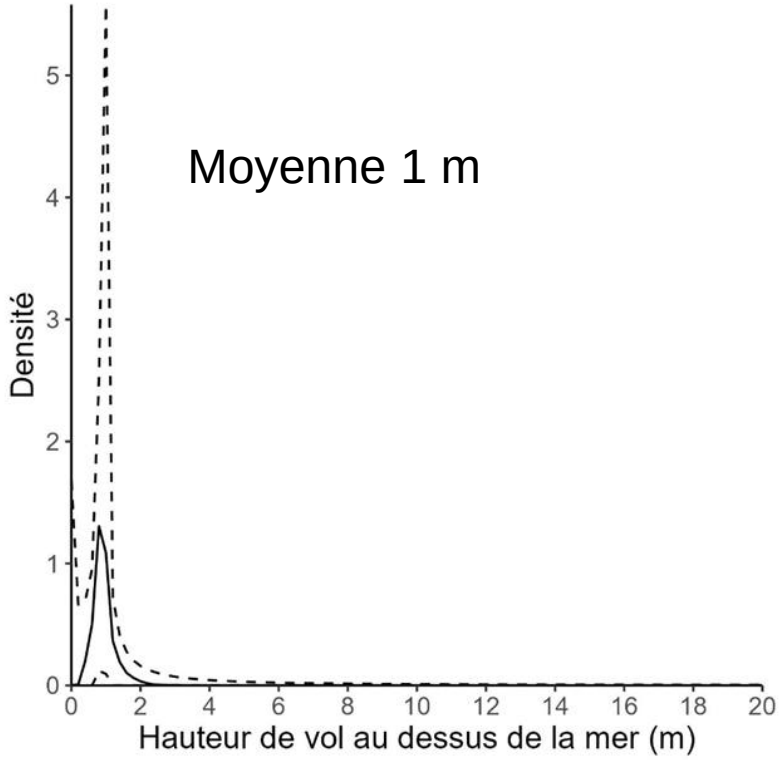




Moyenne 1 m

40 puffins de Scopoli
(*Calonectris diomedea*)

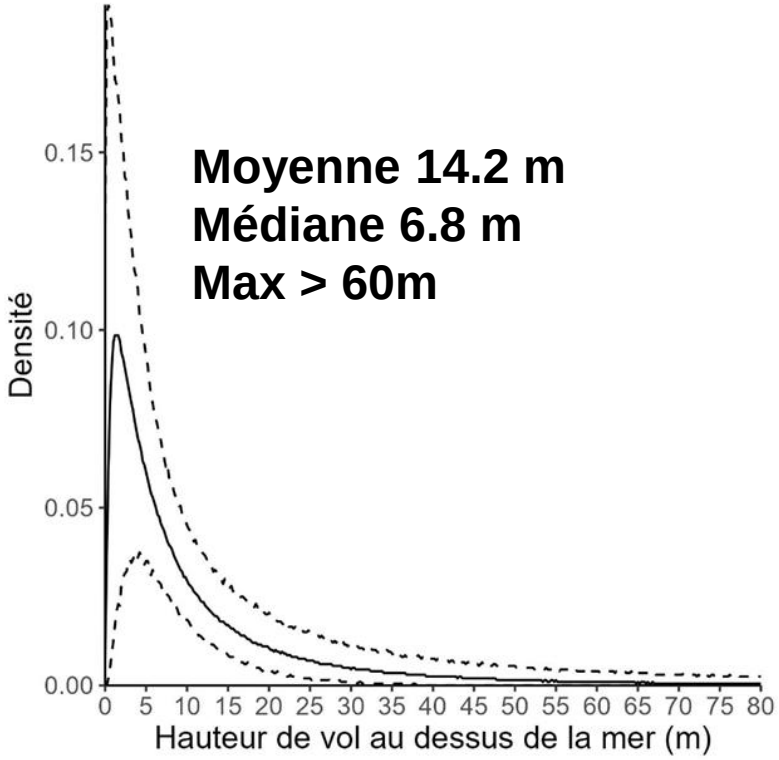




Moyenne 1 m

26 sternes caugek
(*Thalasseus sandvicensis*)

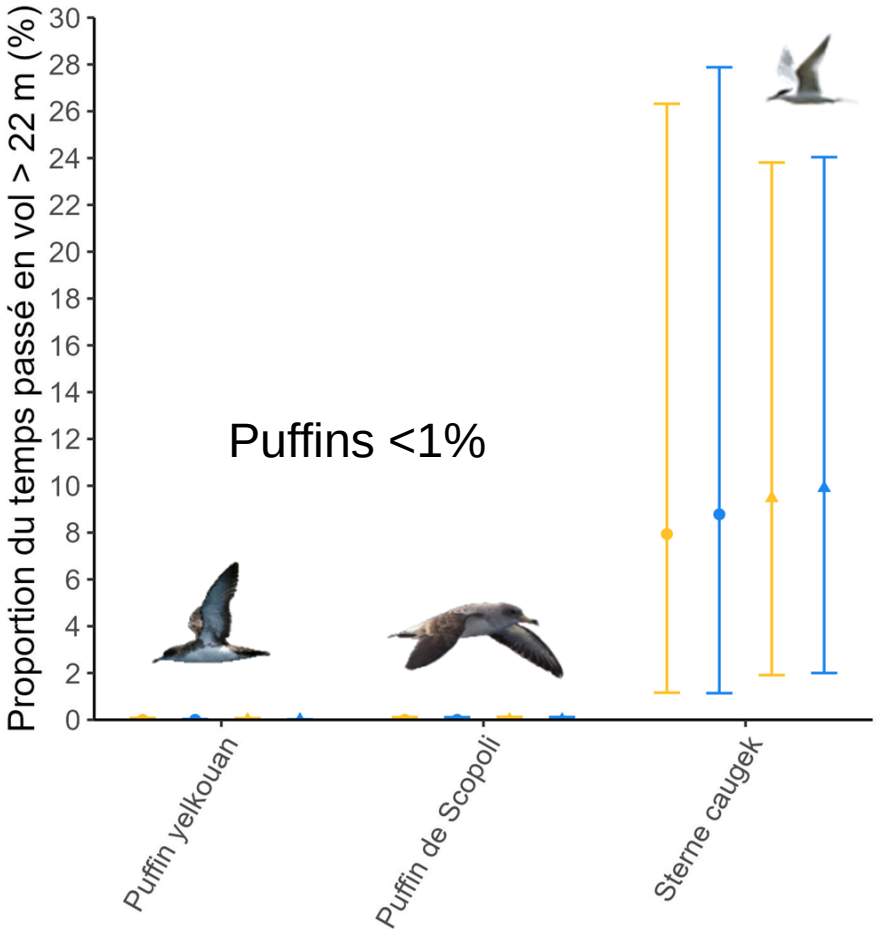




Moyenne 14.2 m
Médiane 6.8 m
Max > 60m

Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux marins

Résultats: 4. Temps passé à hauteur de risque de collision



Sternes

- 5% au dessus de 30 m
- **Risque de collision non négligeable**

Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GPS)

- **589 individus de 19 espèces**

F. crécerellette



F. Eleonore



Tourterelle des bois



Rollier



Coucou-geai



P. guignard



H. pourpré



H. crabier



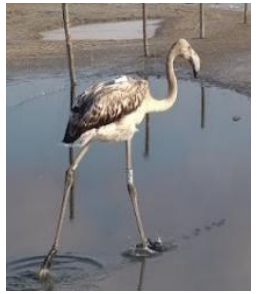
Blongios



Spatule



Flamant rose



Ibis falcinelle



G. railleur



M. mélano.



Sterne hansel



Glaréole



Avocette



Echasse



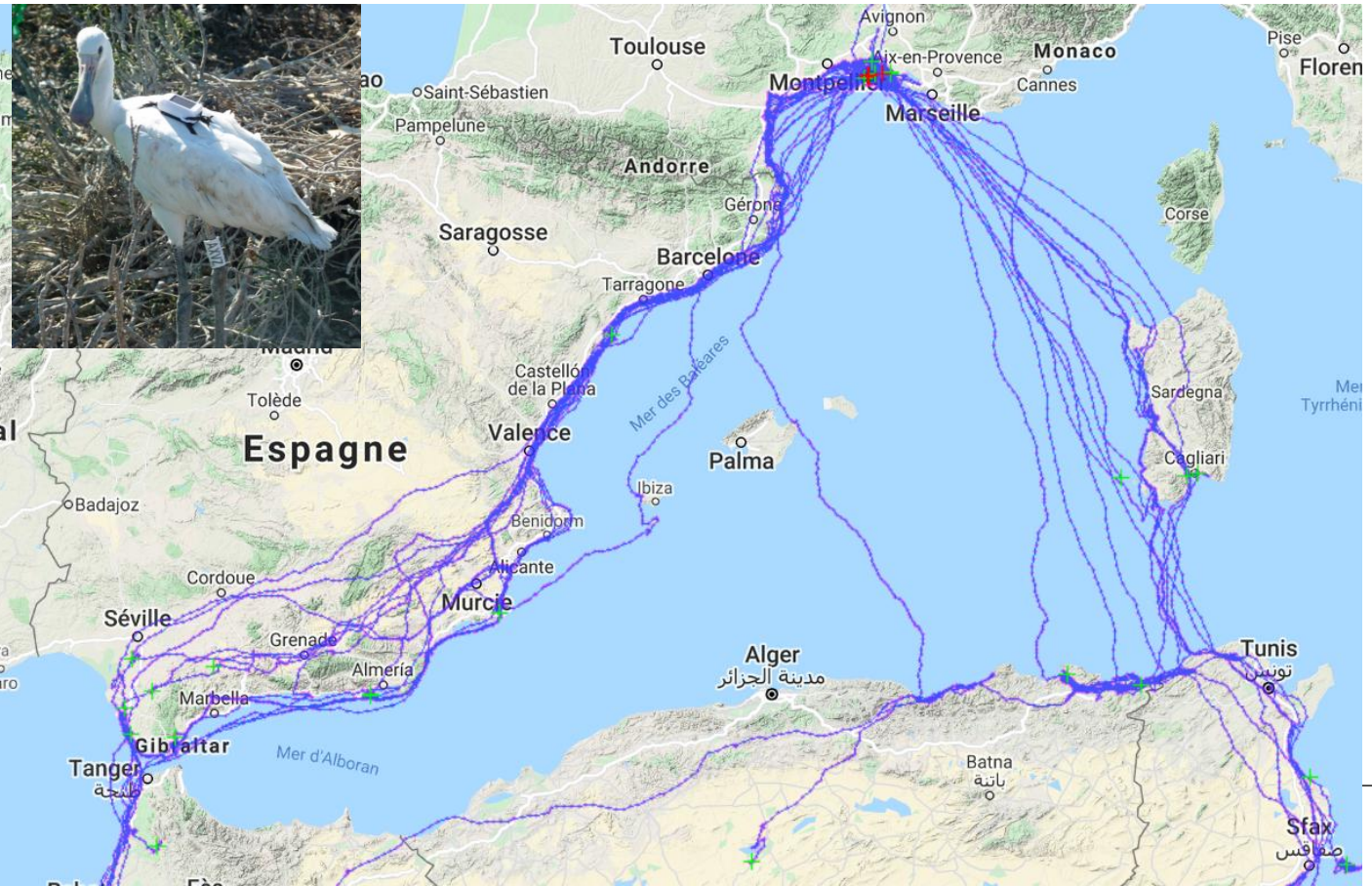
M. rieuse

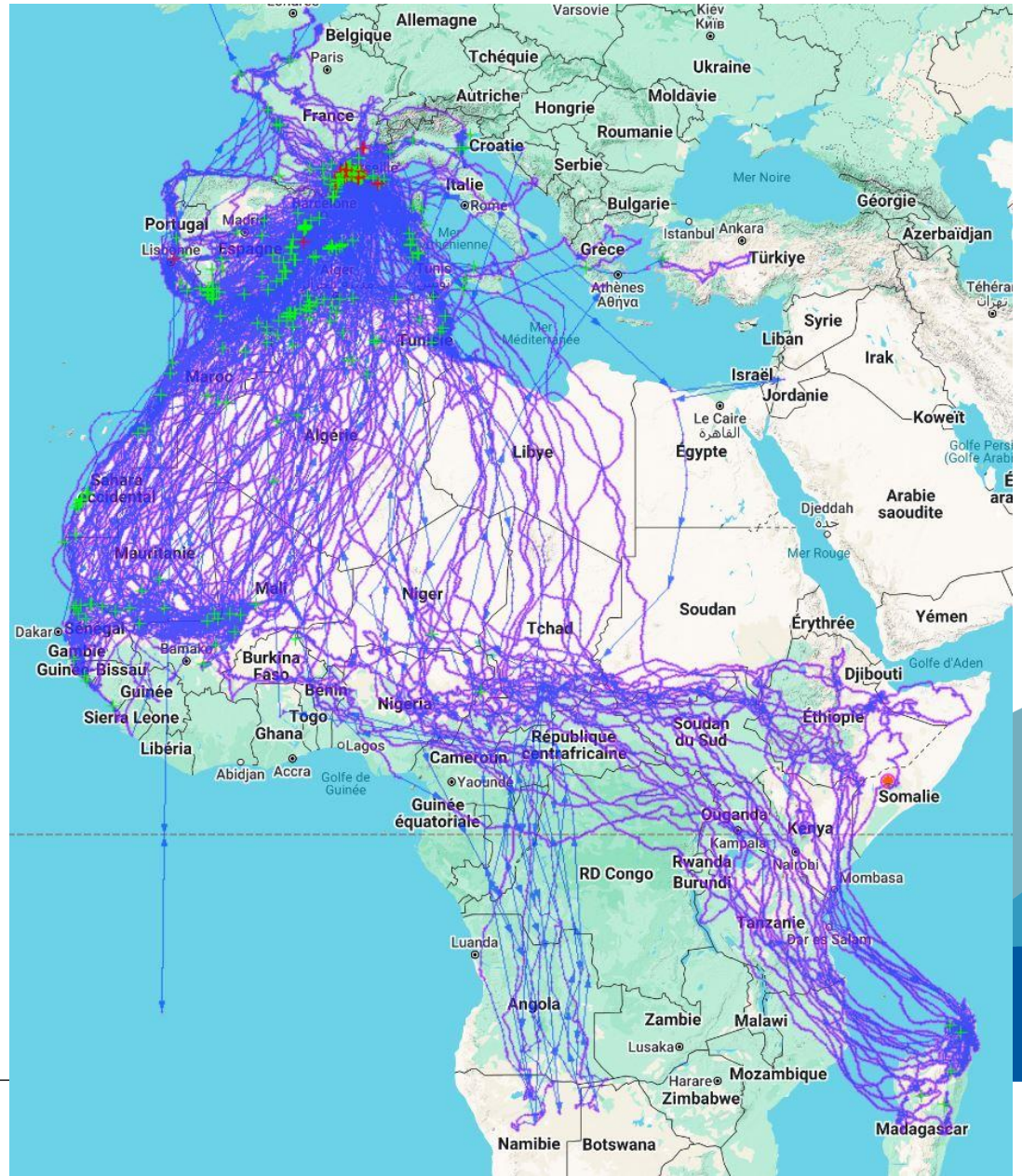
Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GPS)

Résultats: patron général de migration

- **406 trajets migratoires de 19 espèces**

Spatule blanche (n=37)



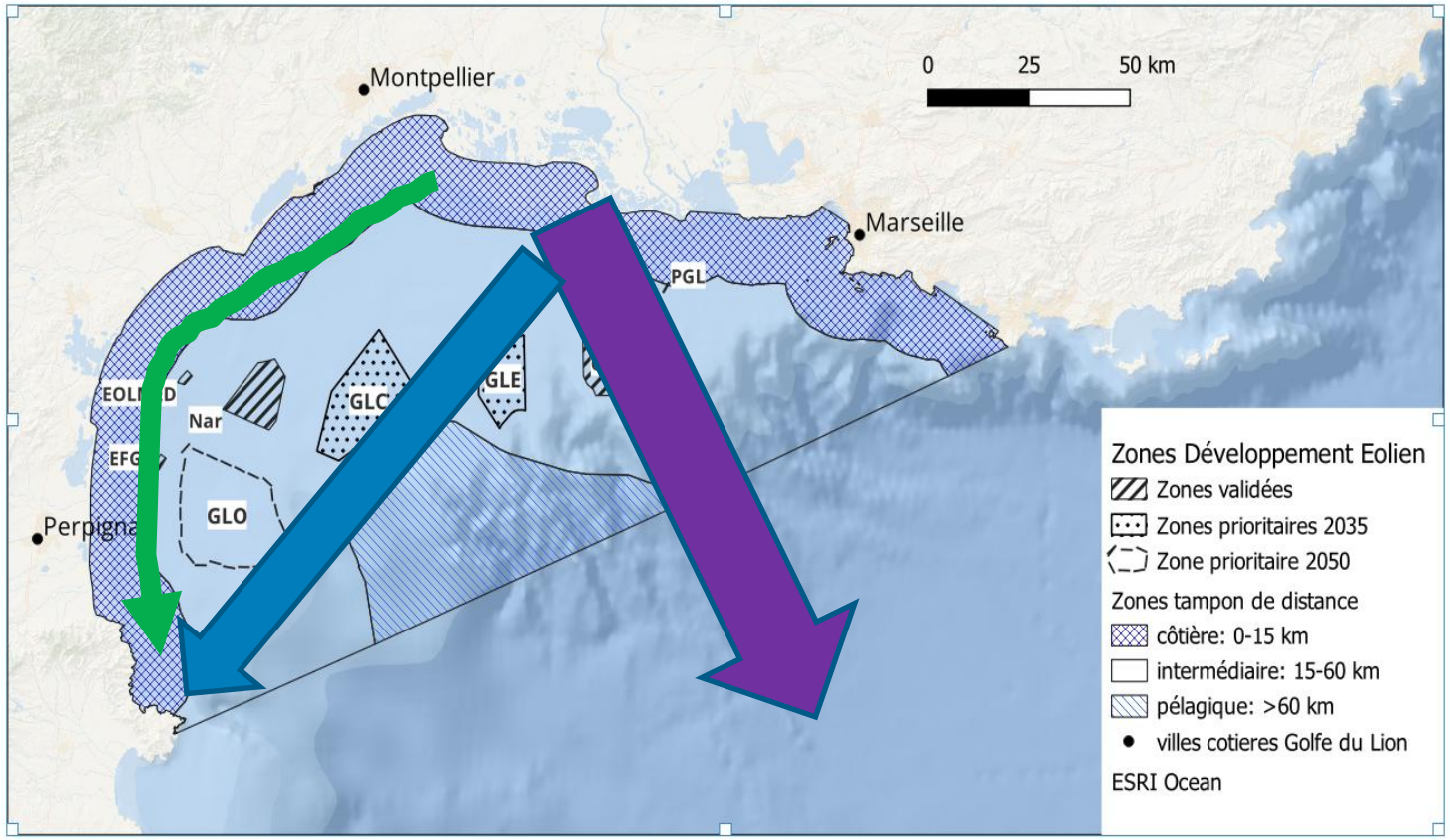


Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GPS)

Résultats: stratégies survol Golfe du Lion

- **589 individus de 19 espèces**
- **406 trajets migratoires**

- **Migration Nord-Sud (automne)**
  - 74% ind ont survolé le golfe
    - 51% direct mer,
    - 29% diagonale,
    - 15% longe côte



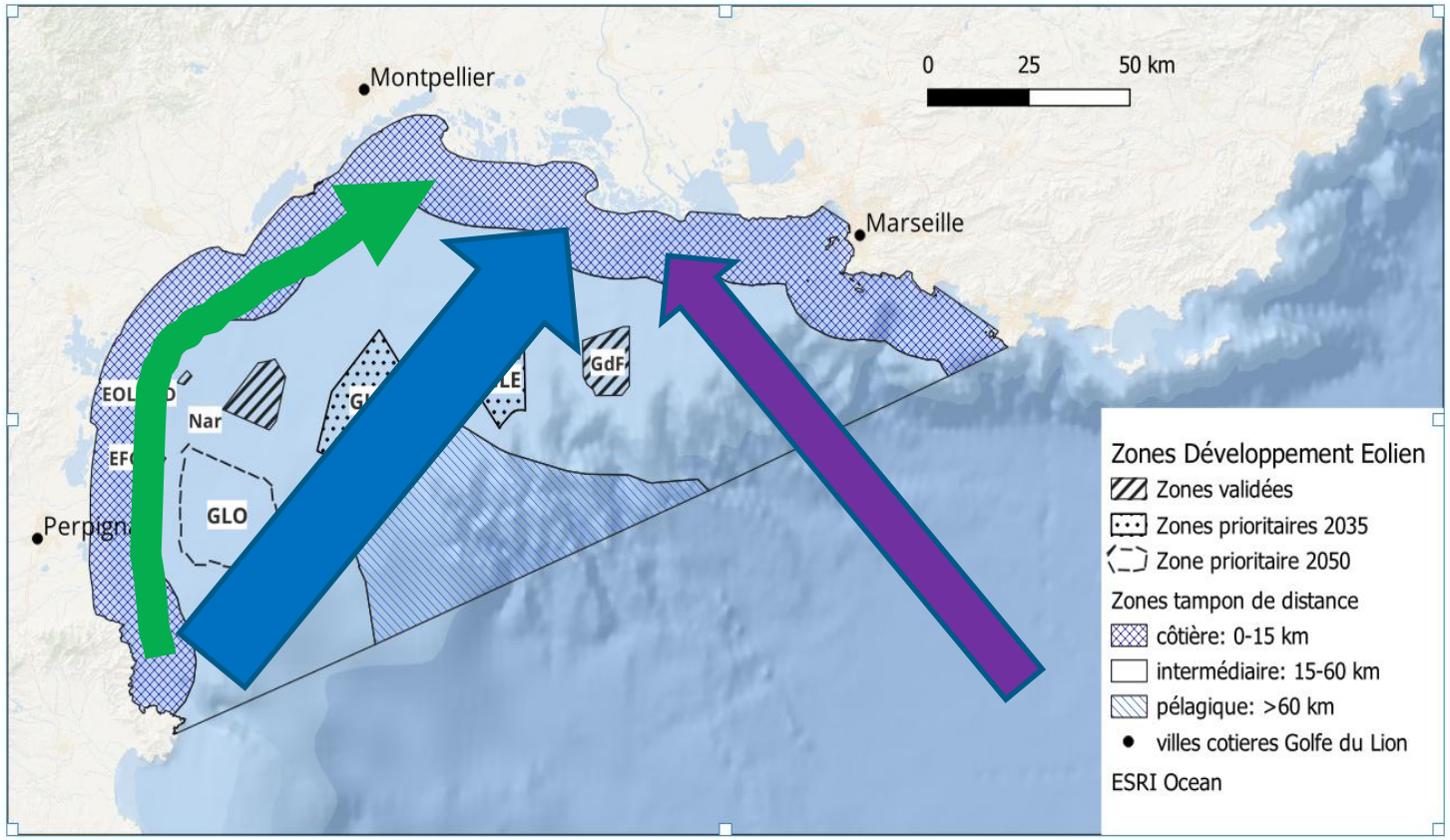
Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GPS)

Résultats: stratégies survol Golfe du Lion

- **589 individus de 19 espèces**
- **406 trajets migratoires**

- **Migration Nord-Sud (automne)**
  - 74% ind ont survolé le golfe
    - 51% direct mer,
    - 29% diagonale,
    - 15% longe côte

- **Migration Sud-Nord (printemps)**
  - 56% ind ont survolé le golfe
    - 53% diagonale,
    - 24% direct mer,
    - 22% longe côte



Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GPS)

Résultats: Hauteurs de vol

- **Migration Nord-Sud (automne)**
  - **ZDE 174 ± 388m** vs 211 ± 381m hors ZDE
  - 9 esp avec hauteur moy 20-300m











Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GPS)

Résultats: Hauteurs de vol

- **Migration Nord-Sud (automne)**
  - **ZDE 174 ± 388m** vs 211 ± 381m hors ZDE
  - 9 esp avec hauteur moy 20-300m











- **Migration Sud-Nord (printemps)**
  - **ZDE 188 ± 454m** vs 191 ± 406m hors ZDE
  - 5 esp avec hauteur moy 20-300m







Lot 3 : Télémétrie: méthodes

Technologies employées: balise géolocalisation GLS

- **Balise 0.6 - 1.2 g ==> masse oiseau 15-70 g**
- **Capteurs multiloggers**
  - Mesure de lumière (intervalle 5 min)
  - Pression atmosphérique (intervalle 5 – 20 min)
  - Température (intervalle 5 – 20 min)
  - Activité (intervalle 20-30 min)
- **Pile 1 an**
- **Pas de transmission, recapture oiseau**

➔Position géographique (±20-50 km)
➔Hauteur de vol





Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GLS)

19 espèces terrestres

315 GLS déployés

75 individus revus

66 GLS recupérés (21%) de 17 espèces



Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GLS)

Résultats: 42% traversées marines

28 vols identifiés au dessus de la mer Méditerranée pour 8 espèces







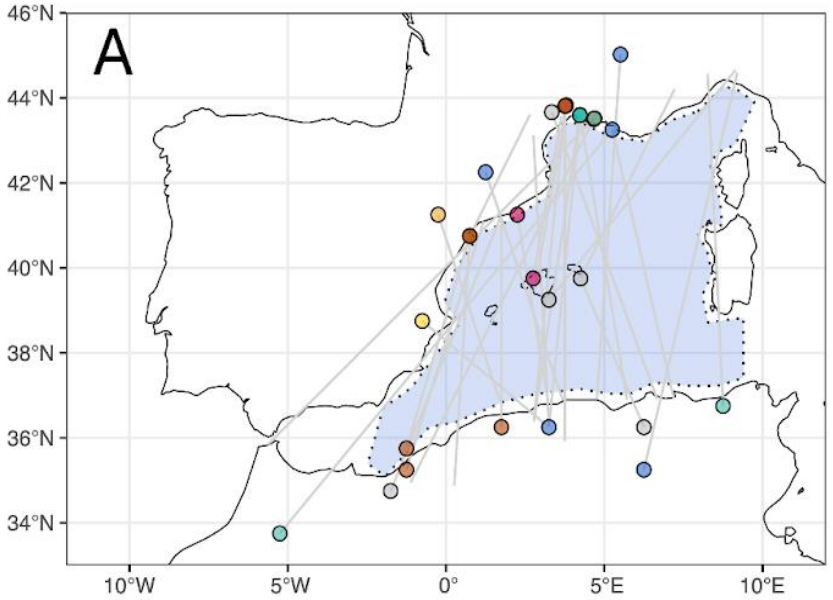












Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GLS)

Résultats: 42% traversées marines

28 vols identifiés au dessus de la mer Méditerranée pour 8 espèces

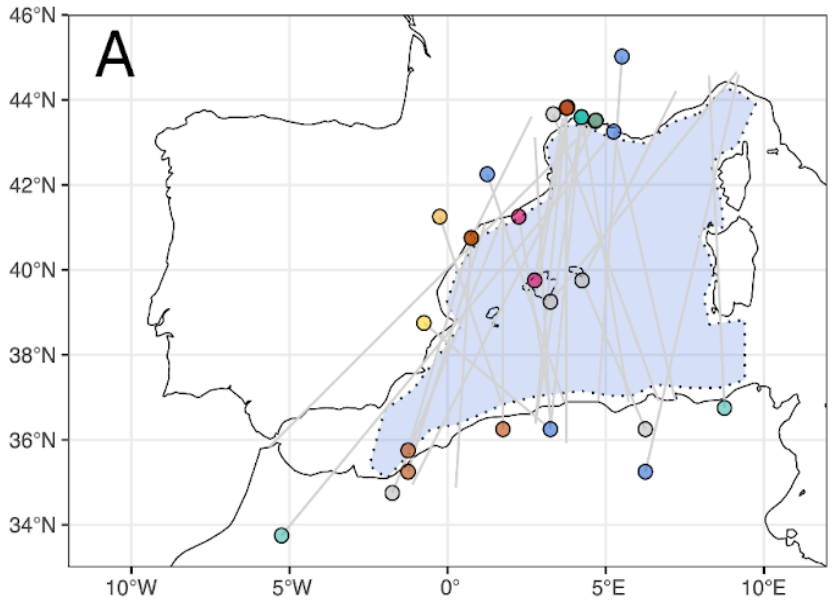
Altitude de survol: entre 0 et 2200m

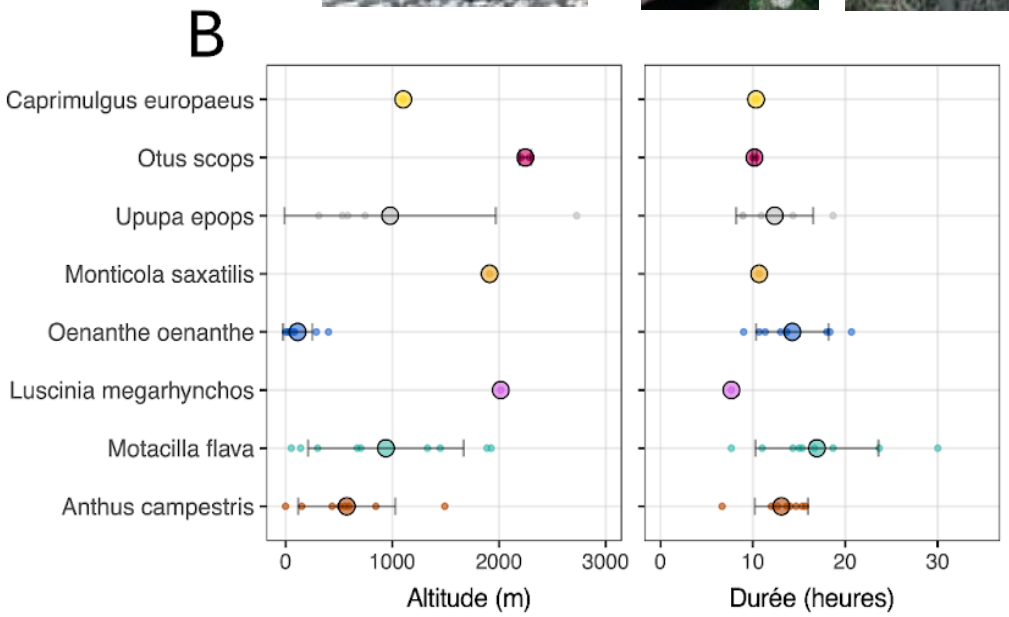
Durée de traversée nocturne: moy 12h15 (7h30 à 30h)



















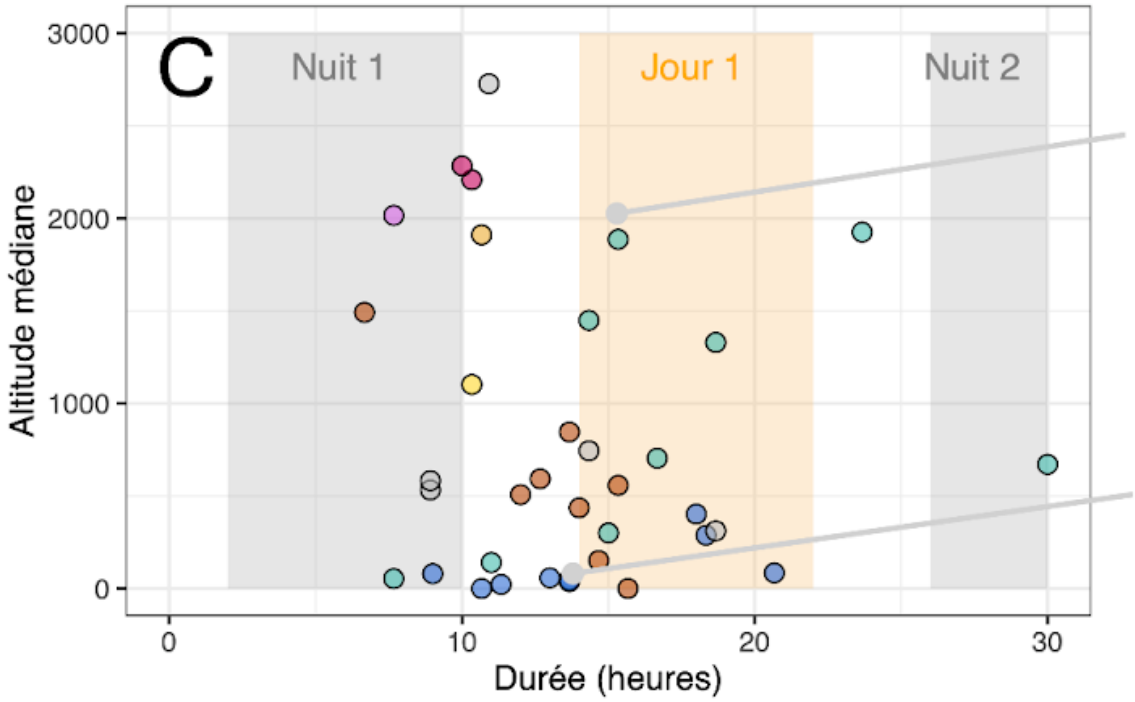


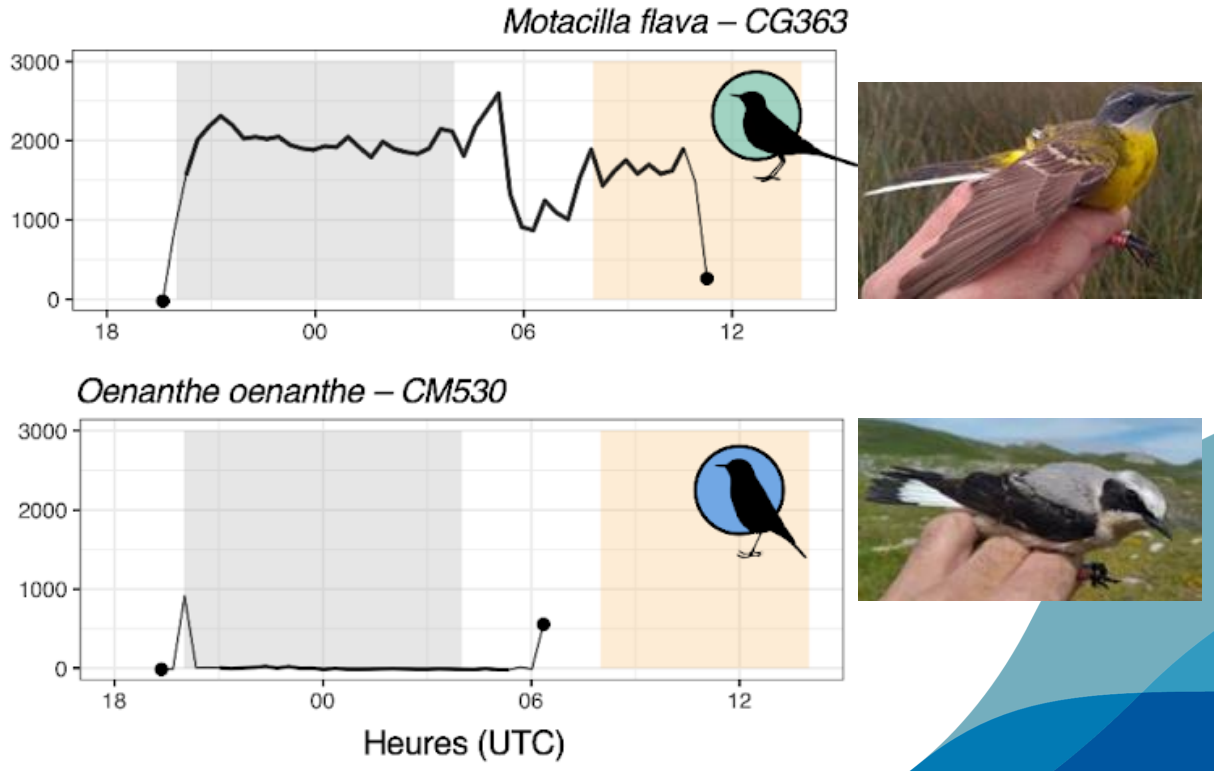
Lot 3 : Télémétrie: Oiseaux terrestres (GLS)

Résultats: hauteurs de vol

Grande variabilité des hauteurs de vol (entre espèces, entre individus, jour/nuit, par heure)

10 / 28 traversées (36 %) : altitude < 500m





Conclusion Lot 3: télémétrie

- **40 espèces**:
  - Avantage par rapport aux radars: **identité** de l'individu (esp, age, sexe)
  - effort de terrain important mais échantillon modeste au regard des 295 espèces d'oiseaux potentiellement migrateurs dans la région
- **Oiseaux marins**
  - Forte utilisation du Golfe du Lion, notamment des ZDE pour les puffins,
  - Risque de collision pour les sternes caugek
- **"Grands" oiseaux migrateurs terrestres**
  - 2 pics de migration mais **passages possibles toute l'année** pour les migrateurs partiels
  - Automne: traversées plus au large
  - Printemps: traversées plus côtières (Roussillon)
- **"Petits" oiseaux migrateurs terrestres**
  - Migrations nocturnes: hauteur de vol variable

Hauteurs et distribution:

- Forte proportion de vols <200m
- Probable effet négatif des parcs éoliens:
  - **interactions directes (collisions)**
  - **indirectes (évitement)**

Lot 6 : Développement de méthodes permettant l'analyse des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets

Titulaires

Partenaire sous-traitant



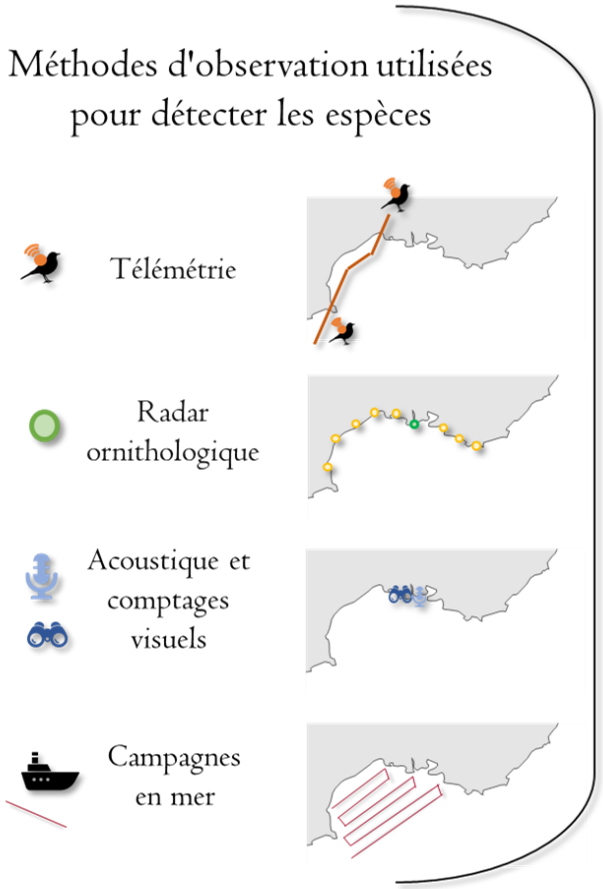


Photos : Sébastien Roques

Aurélien Besnard, Coline Canonne, Maud Quéroué, Sébastien Roques, Valentin Lauret, Louis Schroll, Victor Cat, Nicolas Courbin, Yann Planque, Jocelyn Champagnon, Olivier Duriez,

Lot 6 : Analyse combinée des données

Objectifs du lot 6



Utilisation du golfe du Lion par l'avifaune :

- Défi : surface importante et difficile d'accès
- Chaque technologie apporte des informations complémentaires à **différentes échelles spatiales, temporelles et biologiques**
- Objectifs :
  - Développer des **méthodologies d'analyses statistiques** permettant de combiner les données acquises dans les lots 3, 4 et 5 pour améliorer la vision d'ensemble
  - Appliquer ces méthodes sur les données disponibles

Lot 6 : Analyse combinée des données

Objectifs du lot 6





1) Comment **les oiseaux marins utilisent-ils l'espace marin** du golfe du Lion ?



2) Quelles sont les zones présentant **les flux d'oiseaux migrateurs les plus intenses** au sein du golfe du Lion ?



3) À quelle **hauteur volent les migrateurs terrestres** lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?



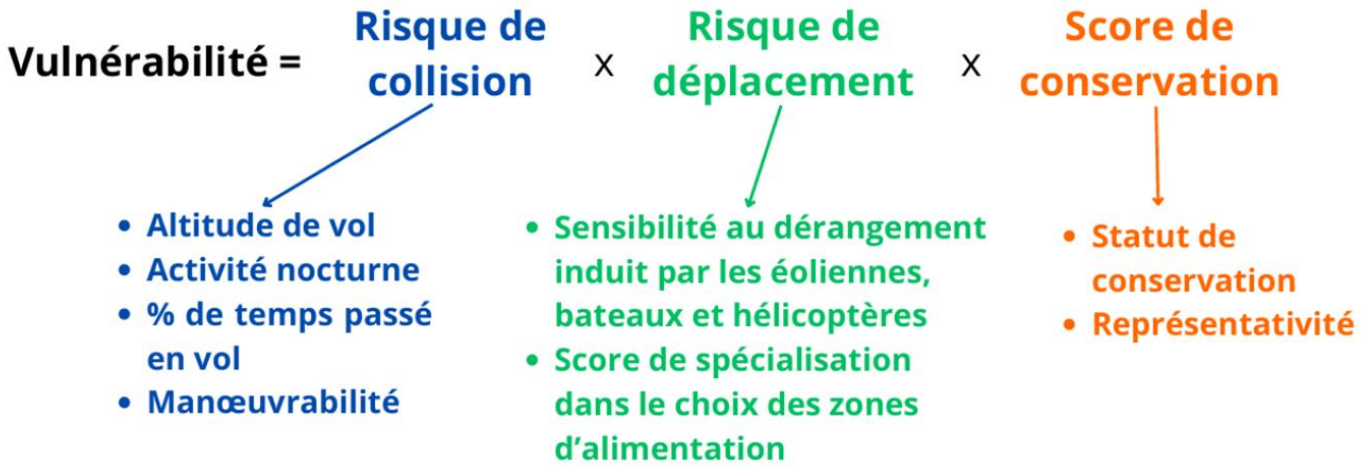
Photos : Sébastien Roques

→ Quelles implications ces connaissances ont-elles pour la planification des parcs éoliens et l'évaluation du risque potentiel sur l'avifaune ?

Lot 6 : Analyse combinée des données

1) Comment les oiseaux marins utilisent-ils l'espace marin du golfe du Lion ?

Création d'une carte synthétique avec un indice de vulnérabilité à l'éolien par espèce et saison à partir de trois facteurs :



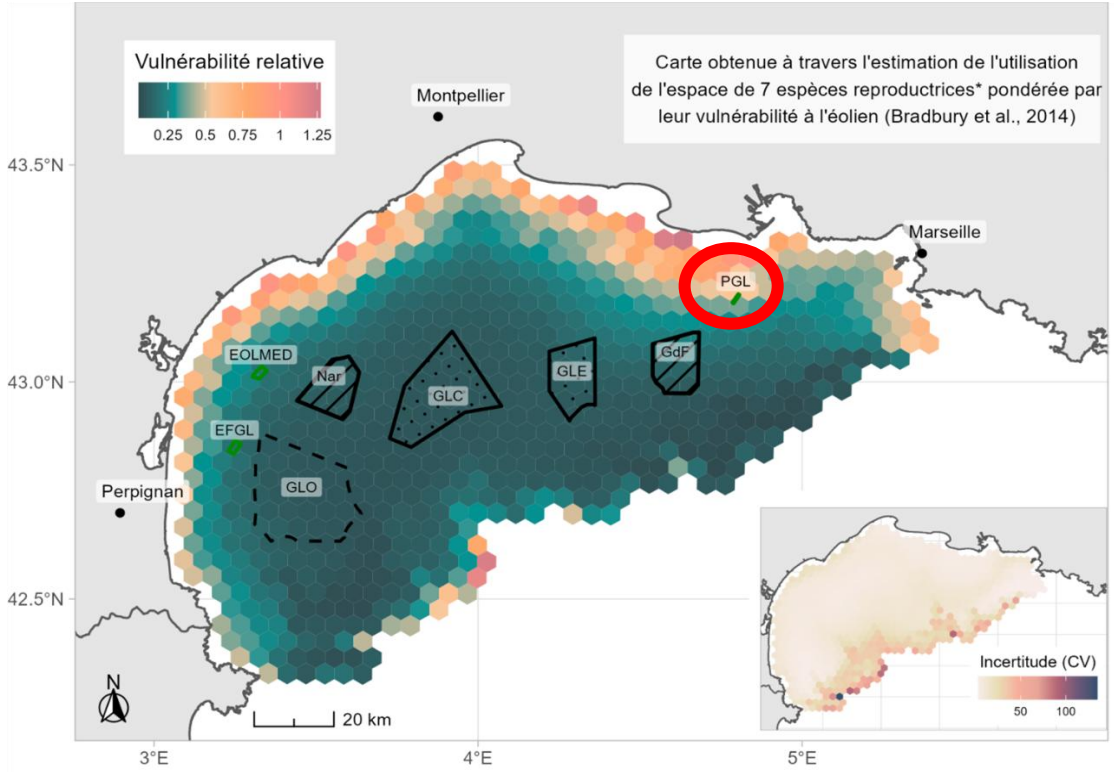
→ Somme des prédictions cartographiques des différentes espèces pondérées par la vulnérabilité

- "OFB and GISOM. *Identification et priorisation de la responsabilité de chaque sous-région marine pour les enjeux ornithologiques*. (2020)"
- Bradbury *et al.* (2014)

Lot 6 : Analyse combinée des données

1) Comment les oiseaux marins utilisent-ils l'espace marin du golfe du Lion ?

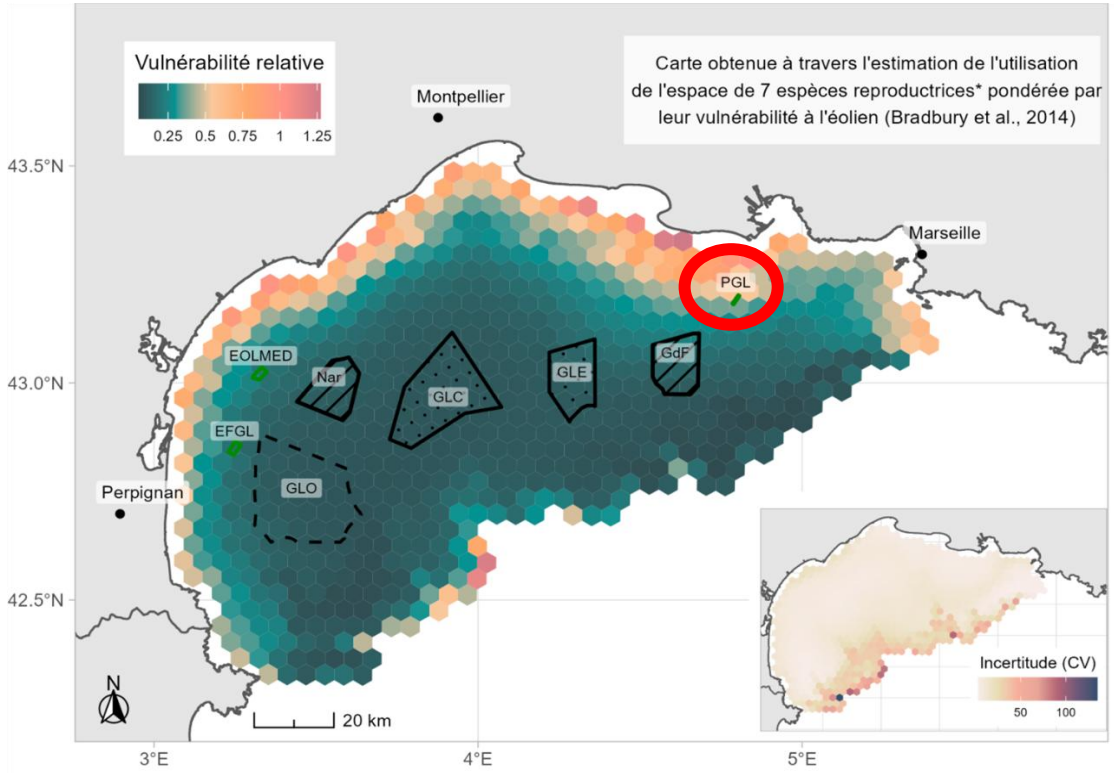
Reproduction



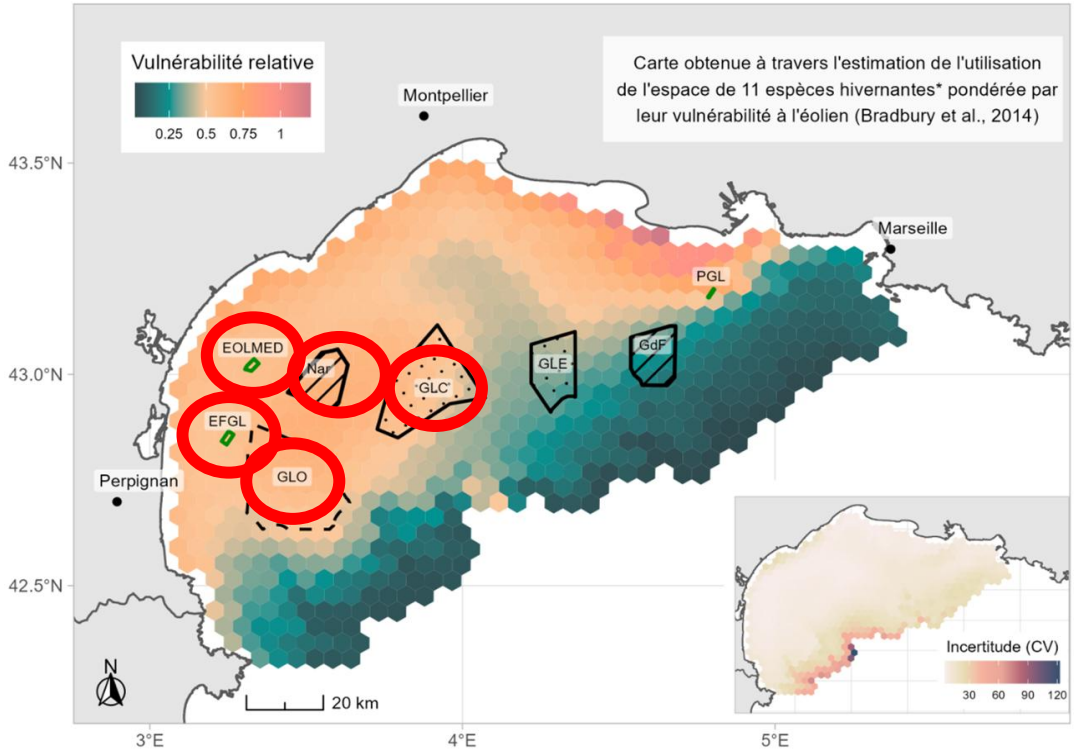
Lot 6 : Analyse combinée des données

1) Comment les oiseaux marins utilisent-ils l'espace marin du golfe du Lion ?

Reproduction



Hors reproduction



Lot 6 : Analyse combinée des données

1) Comment les oiseaux marins utilisent-ils l'espace marin du golfe du Lion ?

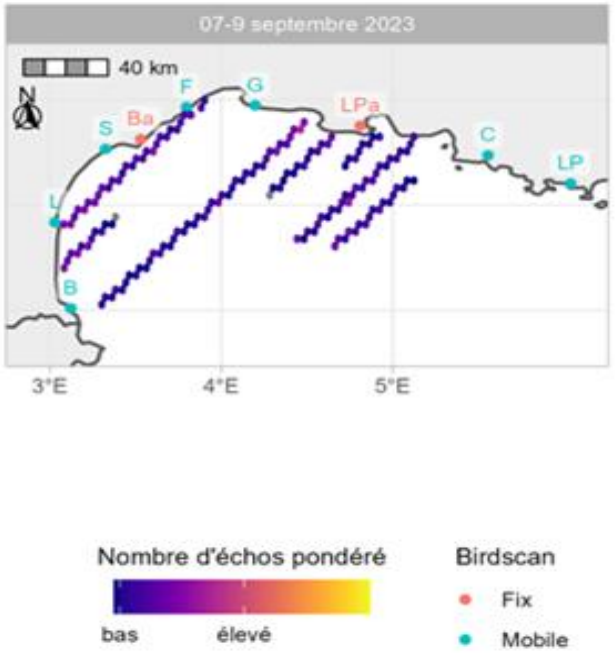
- Combinaison des données de plusieurs programmes ➔ distribution de la plupart des oiseaux marins réguliers dans le golfe du Lion

- **Vulnérabilité à l'éolien très contrastée en fonction des saisons**
  - **Côtière en reproduction**
  - **Importante zone à l'ouest du golfe en hiver dans les zones de projets de parcs éoliens**

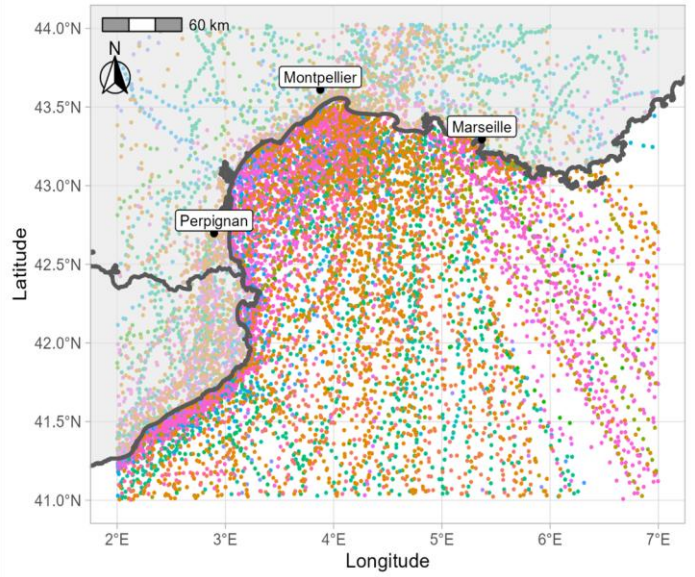
Lot 6 : Analyse combinée des données

2) Quelles zones présentent les flux migratoires les plus intenses au sein du golfe du Lion ?

- **Densité d'échos captés de nuit par radar vertical**



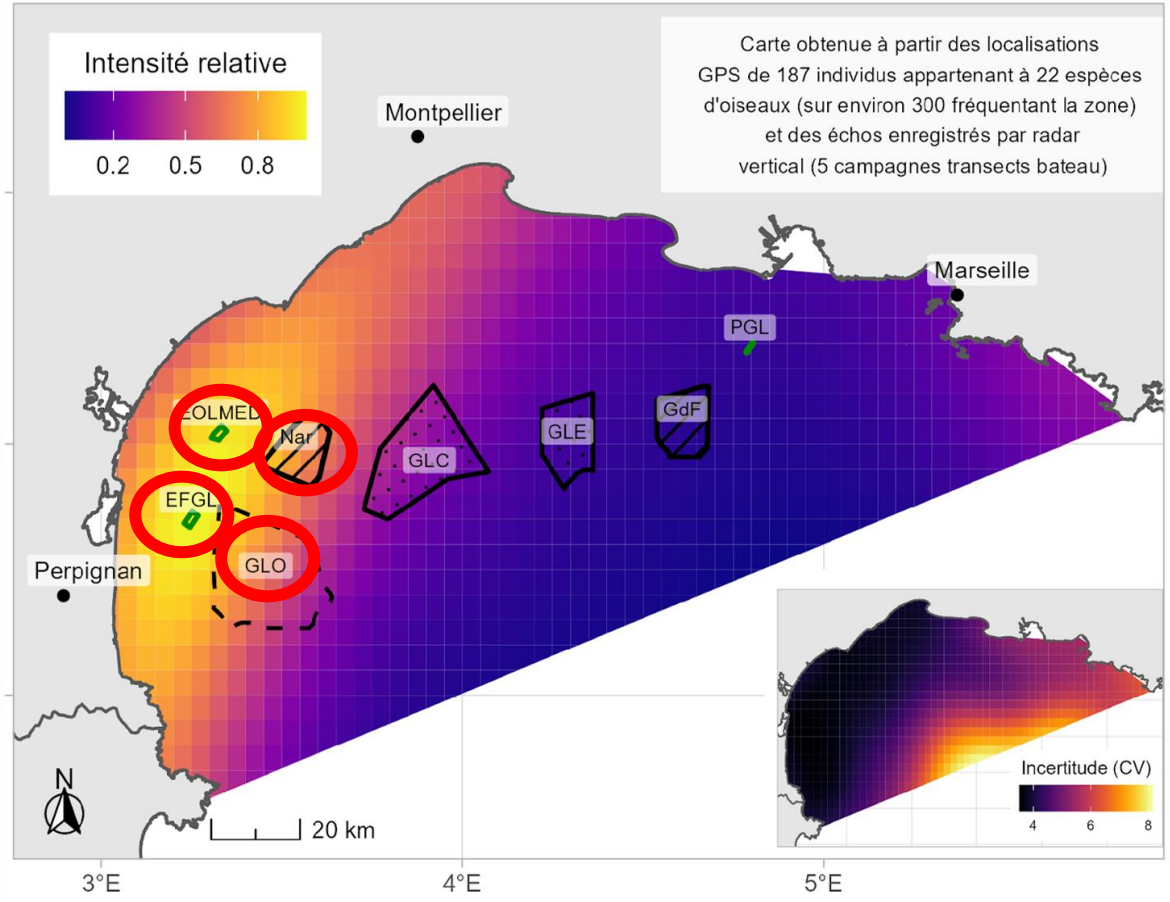
- **Localisations GPS trajets migratoires**



Lot 6 : Analyse combinée des données

2) Quelles zones présentent les flux migratoires les plus intenses au sein du golfe du Lion ?

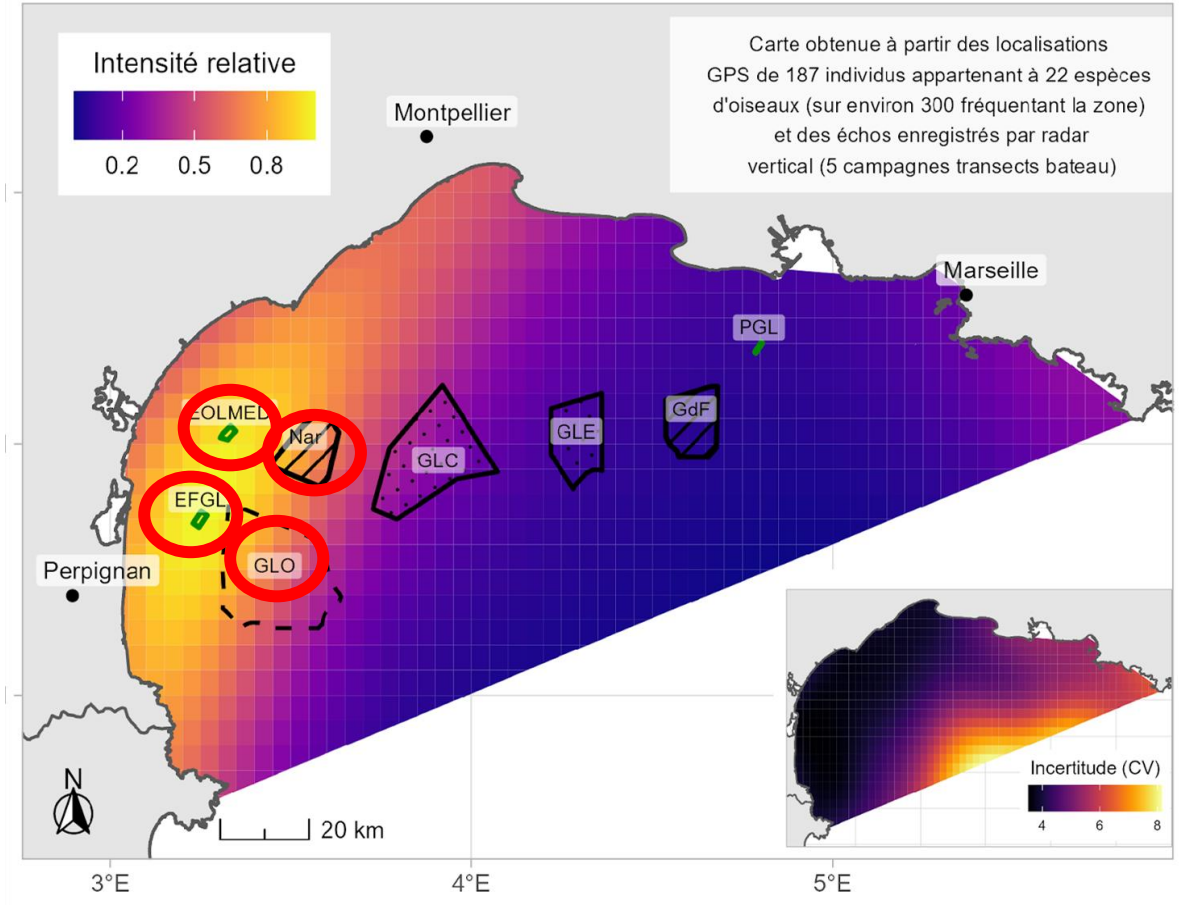
Migration pré-nuptiale



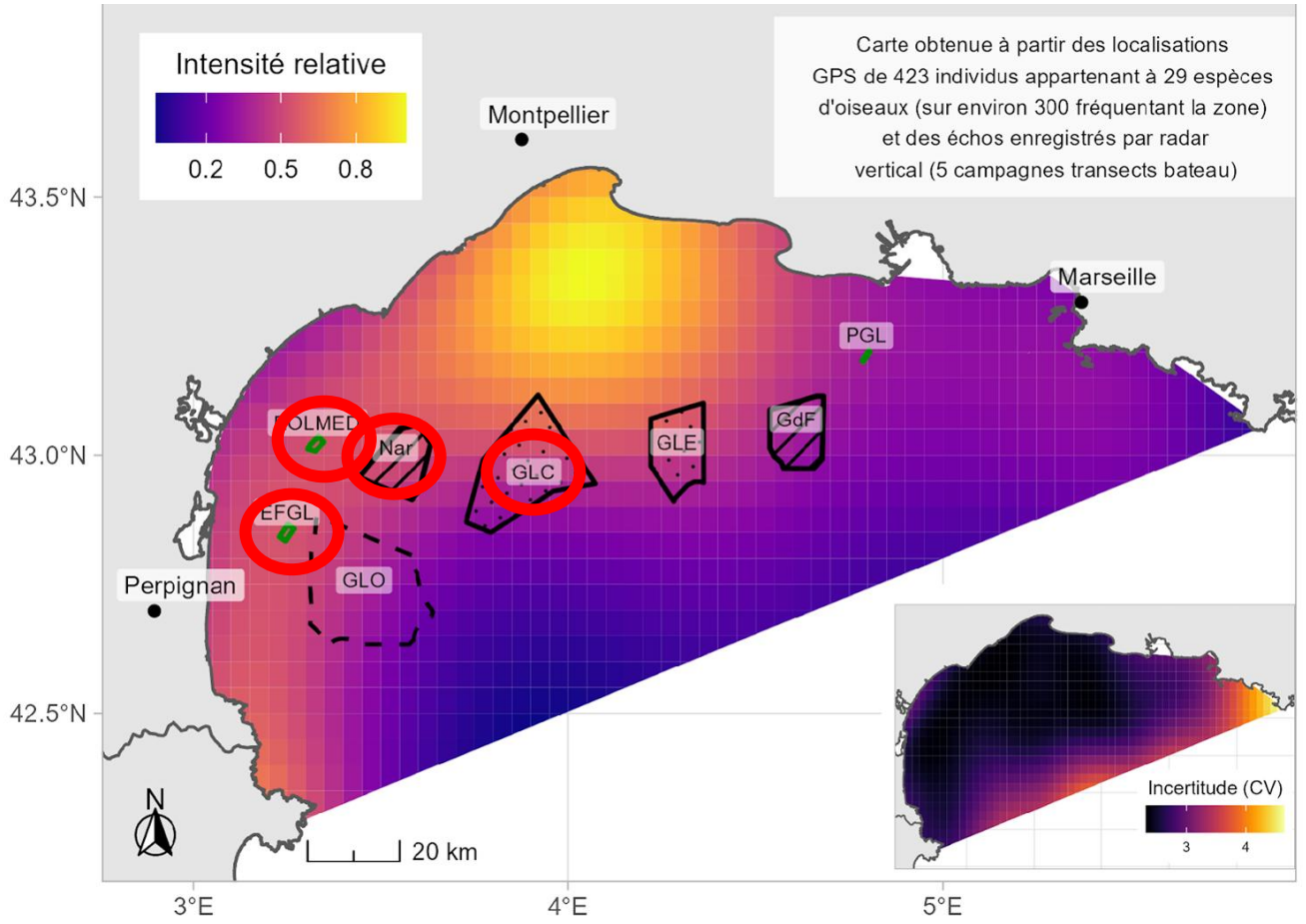
Lot 6 : Analyse combinée des données

2) Quelles zones présentent les flux migratoires les plus intenses au sein du golfe du Lion ?

Migration pré-nuptiale



Migration post-nuptiale



Lot 6 : Analyse combinée des données

2) Quelles zones présentent les flux migratoires les plus intenses au sein du golfe du Lion ?

- **Intensité migratoire plus forte proche des côtes, patrons différents entre saisons**
- **Superposition importante avec zones identifiées pour le développement éolien, en particulier à l'ouest**

Lot 6 : Analyse combinée des données

3) À quelle hauteur volent les migrateurs terrestres de grande taille lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?

- Hauteurs de vol au-dessus de la mer plus basse que sur terre ?

→ Pas de courant aériens verticaux, pas possibilité de se poser, éviter la dérive, etc

- Analyses combinées des hauteurs de vol → données GPS + échos radars à la côte

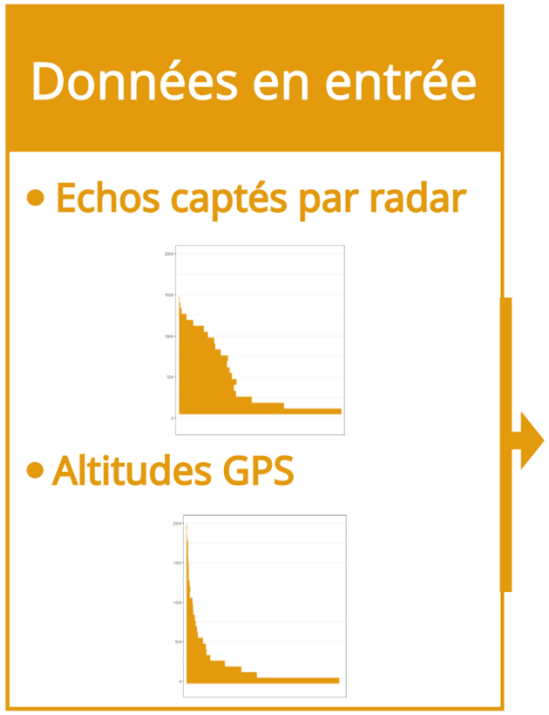
- **Analyses uniquement pour oiseaux de grande tailles (> 75 g)** → GPS

Petits oiseaux :

- GLS : échantillons réduits et peu de précision latitude-longitude
- Vols + en altitude dont une partie n'est pas captée par le faisceau radar

Lot 6 : Analyse combinée des données

3) À quelle hauteur volent les migrateurs terrestres de grande taille lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?



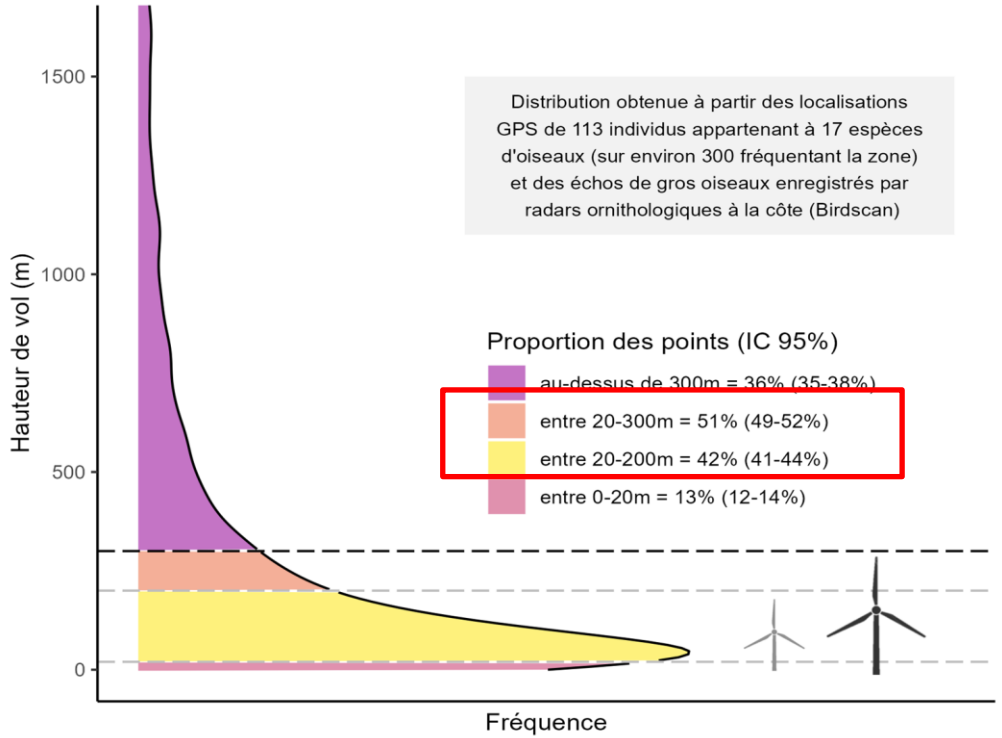
- **Échos enregistrés par radars ornithologiques à la côte (BirdScan)**
  - Échos enregistrés de nuit par radars fixes et mobiles
  - Catégories gros oiseaux + oiseaux d'eau
  - En période de migration (en séparant pré- et post-reproduction)
- **Altitudes enregistrées par les GPS (oiseaux > 75g, 100-350 ind selon saison)**
  - Filtre spatial pour garder les données uniquement au-dessus du golfe du Lion

Lot 6 : Analyse combinée des données

3) À quelle hauteur volent les migrateurs terrestres de grande taille lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?

Distribution des hauteurs de vol intégrants données GPS et radar à la côte

Migration pré-nuptiale



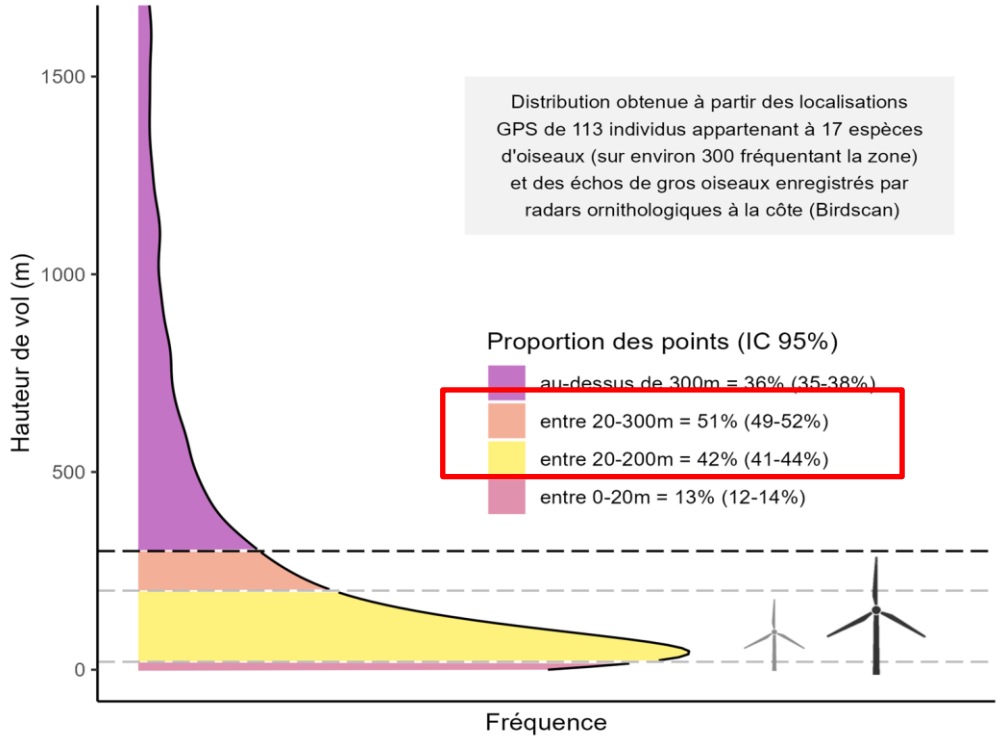
Lot 6 : Analyse combinée des données

3) À quelle hauteur volent les migrateurs terrestres de grande taille lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?

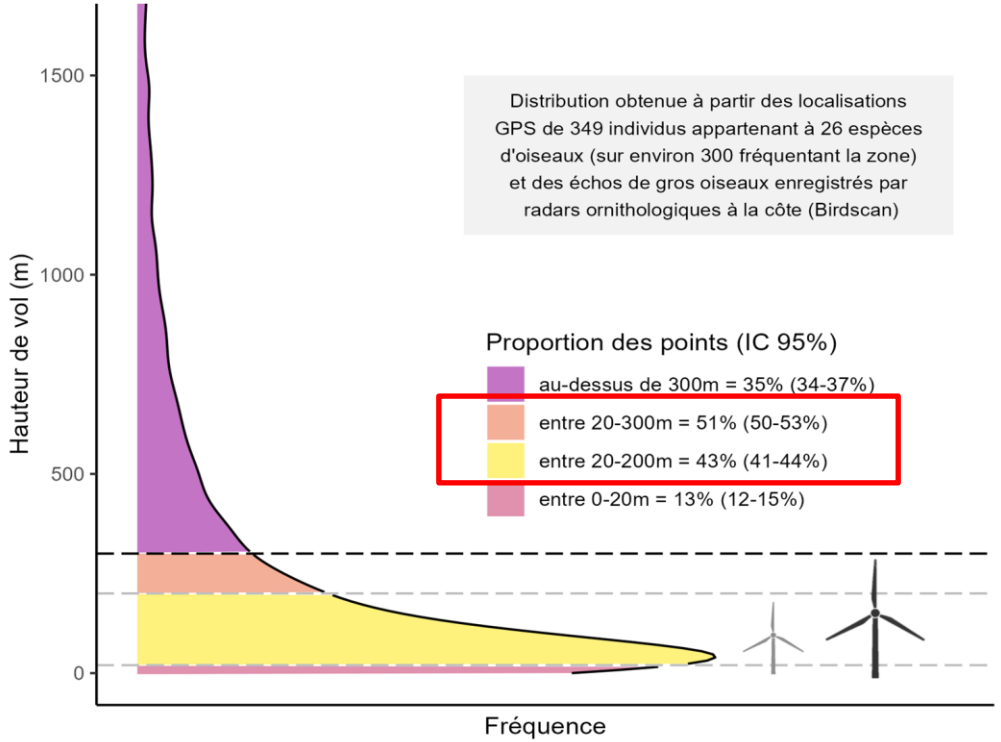
Distribution des hauteurs de vol intégrants données GPS et radar à la côte

51% survols <300m

Migration pré-nuptiale



Migration post-nuptiale



Lot 6 : Analyse combinée des données

3) À quelle hauteur volent les migrateurs terrestres de grande taille lorsqu'ils traversent le golfe du Lion ?

Résultats principaux :

- Première modélisation combinée de données de distribution d'altitudes de vol
- Pas de différences marquées entre saisons
- **La majorité des gros oiseaux migrateurs volent à des altitudes relativement basses, avec 51% dans des tranches d'altitudes à risque de collision avec les futures éoliennes en mer**
- Manque d'information en mer sur les petits oiseaux migrateurs

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan scientifique

- **Identification des espèces concernées**

➔ Plus de 200 espèces, 45-200 millions d'individus

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan scientifique

- **Identification des espèces concernées**

➔ Plus de 200 espèces, 45-200 millions d'individus

- **Distribution spatio-temporelle**
  - Zones/habitats fonctionnels
  - Routes et flux migratoires

➔ Oiseaux marins: plus côtiers en reproduction, plus pélagique en hivernage

➔ Oiseaux terrestres: traversées nocturnes toute l'année
  ➔ Migration Postnuptiale: plus au large
  ➔ Migration Prénuptiale: plus côtier, à l'ouest

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan scientifique

- **Identification des espèces concernées**

➔ Plus de 200 espèces, 45-200 millions d'individus

- **Distribution spatio-temporelle**
  - Zones/habitats fonctionnels
  - Routes et flux migratoires

➔ Oiseaux marins: plus côtiers en reproduction, plus pélagique en hivernage

➔ Oiseaux terrestres: traversées nocturnes toute l'année
  ➔ Migration Postnuptiale: plus au large
  ➔ Migration Prénuptiale: plus côtier, à l'ouest

- **Altitudes de vol**

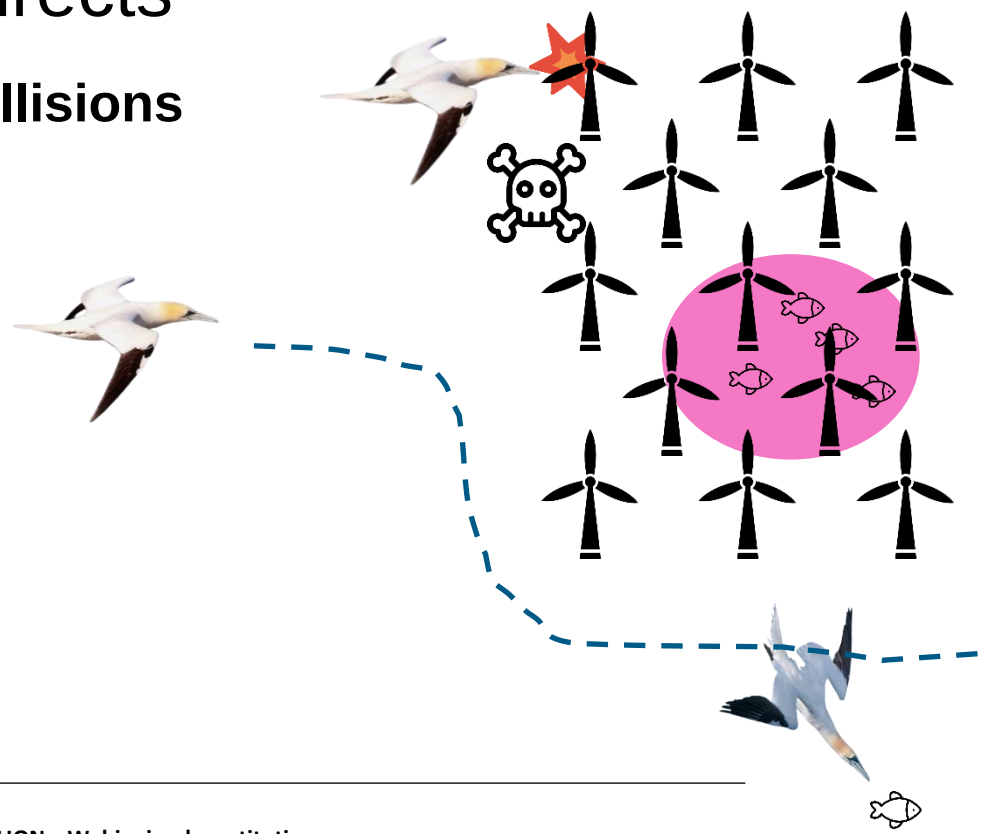
➔ Oiseaux marins: enjeux collision pour sternes, laridés
➔ Oiseaux terrestres: 50% des vols <200m

Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan scientifique

Directs

Collisions



Indirects ???

Modifications environnement physique ???

courants aériens, courants marins, sédiments

➔ **Effet récif et effet réserve**

Effet barrière: détournement des voies de déplacements

Répulsion:
perte d'habitats



Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan appliqué

Eviter?

Réduire?

Compenser?



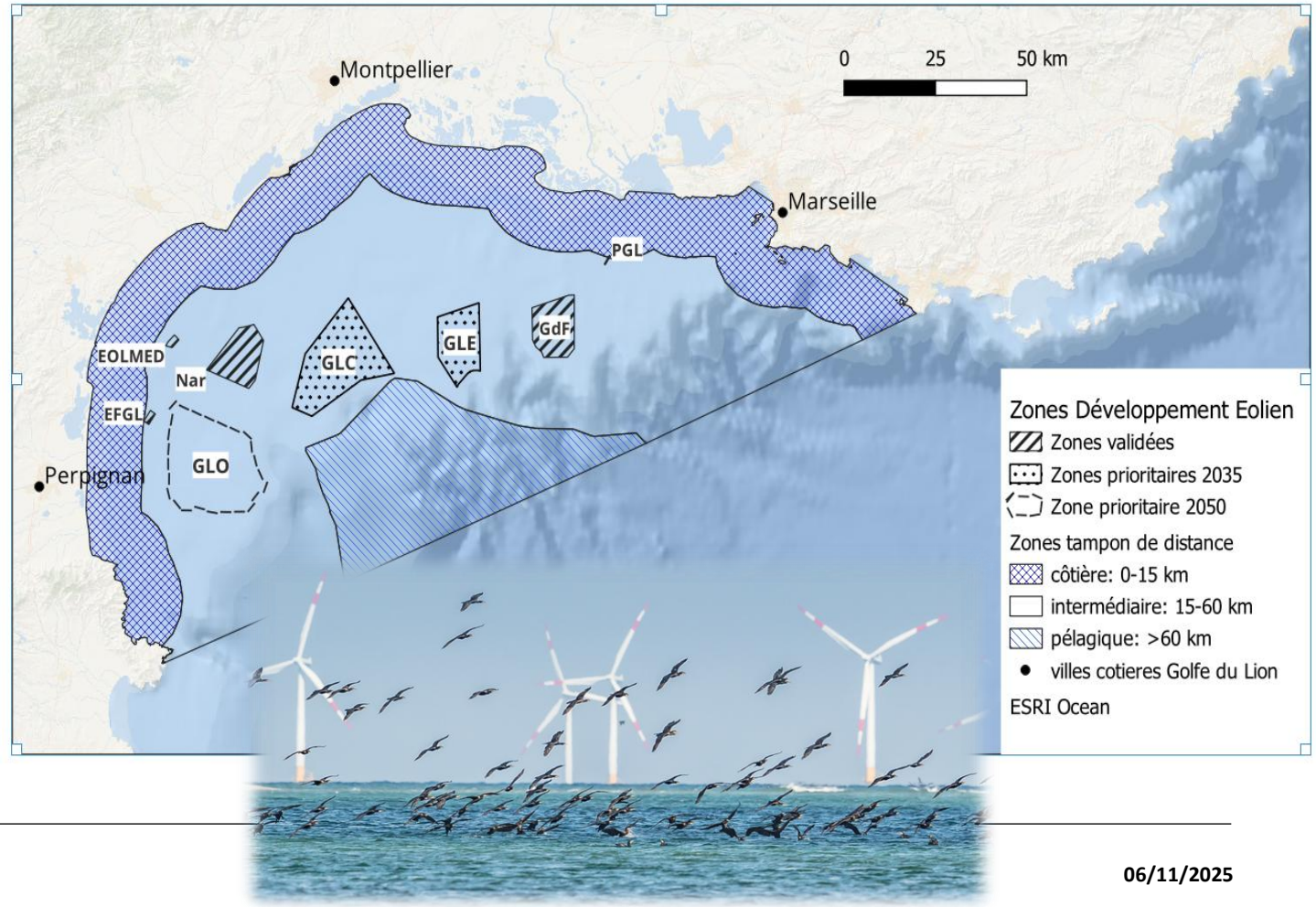
Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan appliqué

Eviter?

Réduire?

Compenser?



Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan appliqué

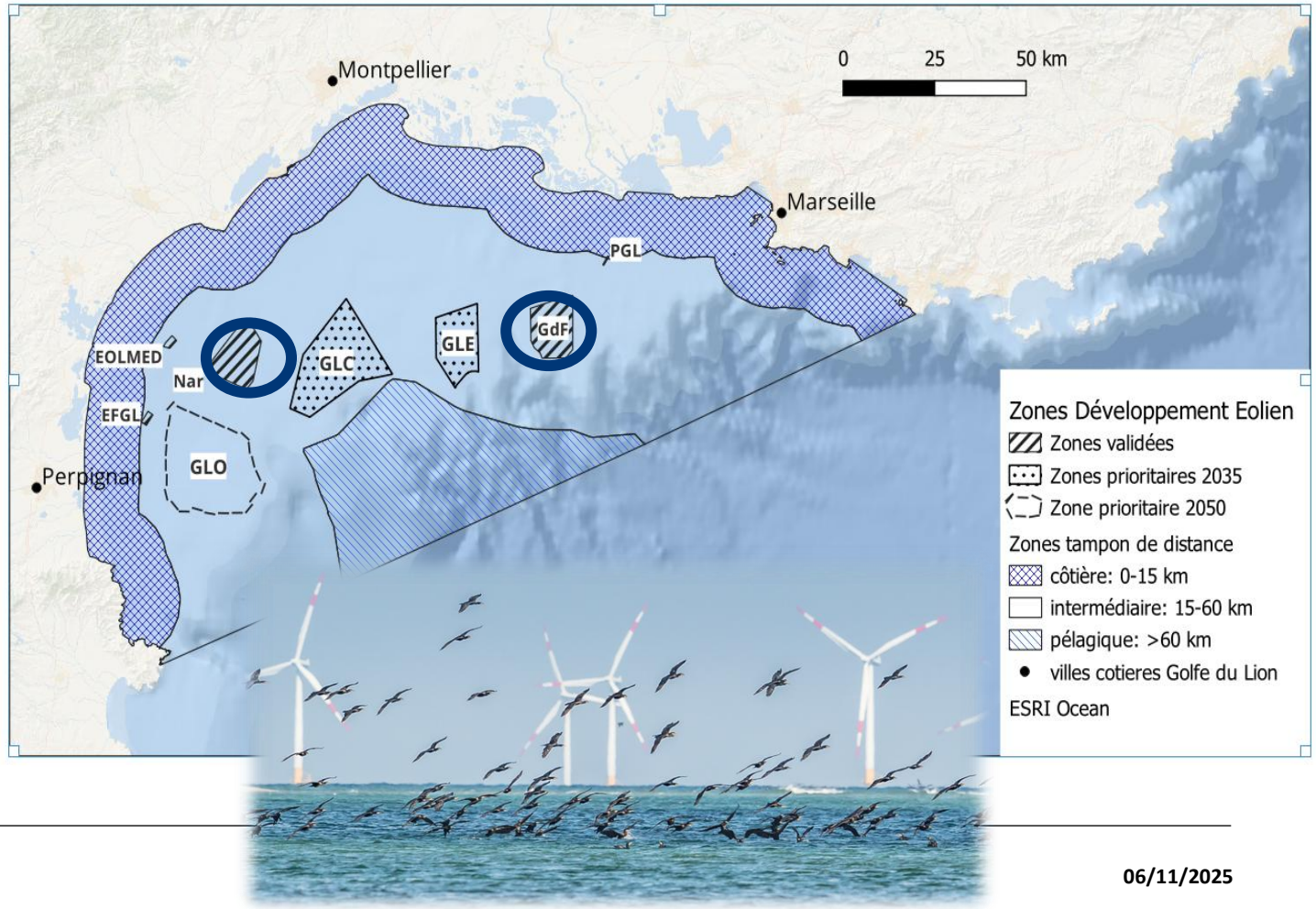
Eviter?

- Validation avant la fin du programme…

Réduire?

Compenser?

2 zones validées en 2023 ➔ construction 2030



Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan appliqué

Eviter?

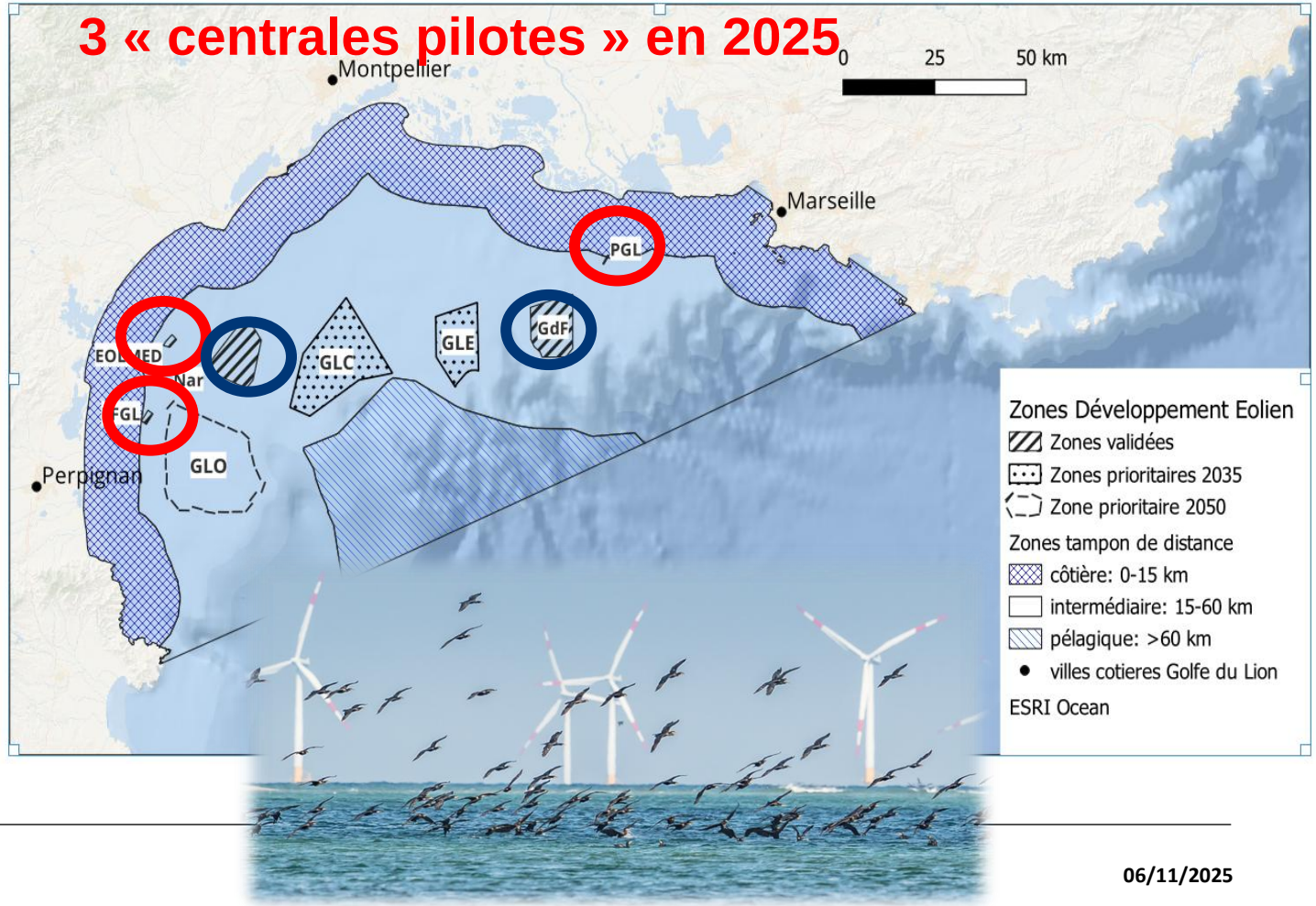
- Validation avant la fin du programme…

Réduire?

- **Bridage? mesures de réduction ?**
  ➔Étude de l'évitement / collisions autour des éoliennes

Compenser?

2 zones validées en 2023 ➔ construction 2030



Comment les oiseaux utilisant le Golfe du Lion seront affectés par les éoliennes offshore?

Bilan appliqué

Eviter?

- Validation avant la fin du programme…

Réduire?

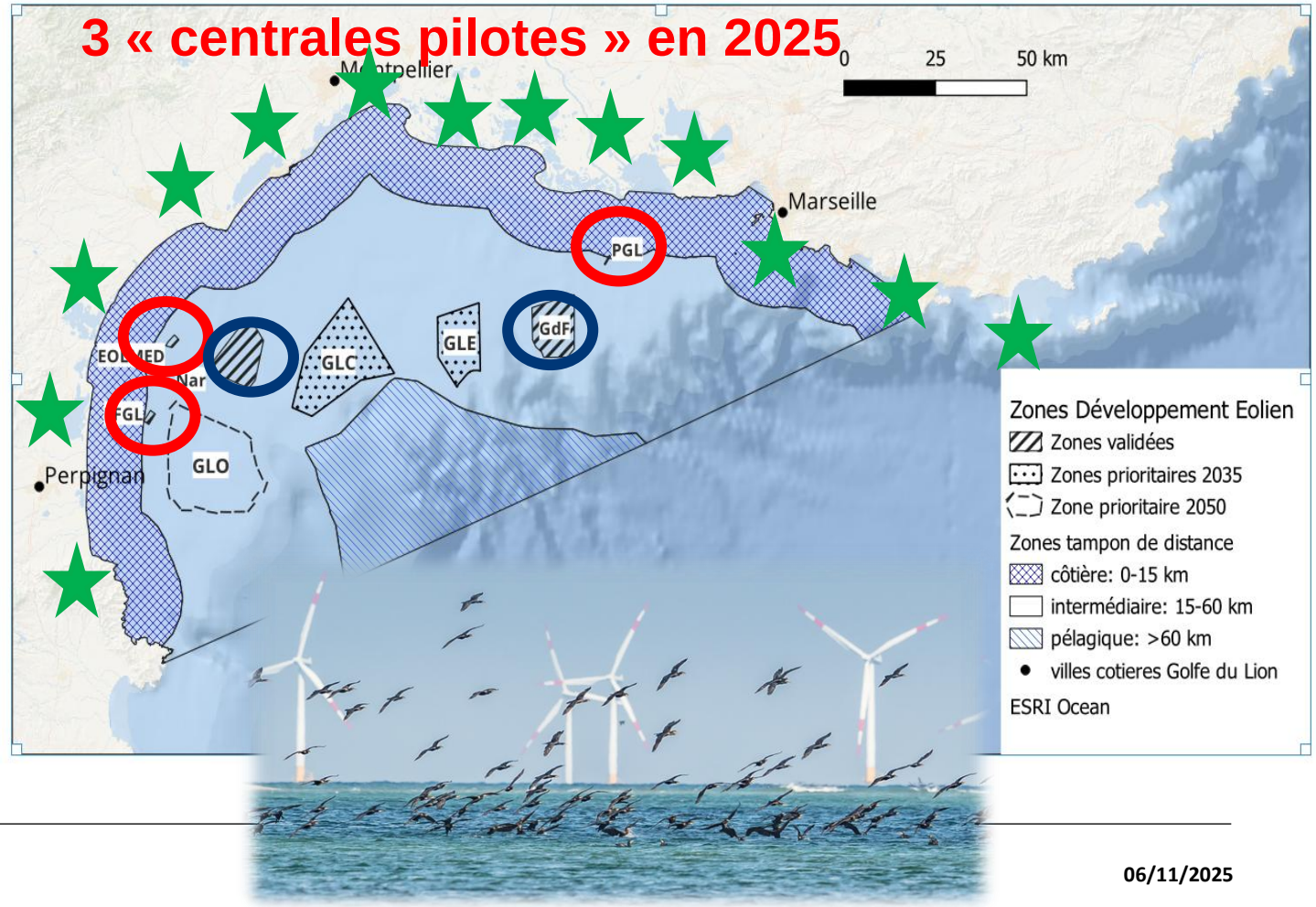
- **Bridage? mesures de réduction ?**
  ➔Étude de l'évitement / collisions autour des éoliennes

Compenser?

- **impact sur les populations**

➔Poursuivre monitoring des oiseaux autour du Golfe du Lion

2 zones validées en 2023 ➔ construction 2030



MERCI à toutes les personnes et structures impliquées

Rapport complet sur
https://www.eoliennesenmer.fr/observatoire/migralion



Phare de la Gacholle et flamants roses en Camargue - © J. Leunens

Remerciements lot 3

Bagueurs et bagueuses, de leurs assistant.e.s et des bénévoles qui les ont accompagnés. En particulier Christophe de Franceschi (CEFE/CNRS), Robin Monchatre (TdV), Fanny Rey (TdV), Bastien Jeannin (TdV), Thomas Dagonet (TdV/SMCG), Virginie Gailly (TdV), Théo Chateaugiron (TdV), Marie Fretin (TdV), Thomas Blanchon (TdV), Antoine Arnaud (TdV), Carole Leray (TdV), Yves Kayser (TdV), Eliott Huguet (COGARD), Rémi Tiné (SMCG), Olivier Scher (CEN occitanie), Sophie de Grissac (FEM/MNHN), Betty Plaquin (OFB), Charlotte Francesiaz (OFB), Christophe Pin (Amis des marais du Vigueirat), Philippe Pilard (LPO), Timothée Schwartz (A. Rocha), Thibaut Lacombe (Monticola), Naïs Avargues (PN Calanques), Jeremy Tornos (CEFE/CNRS), Samuel Perret (CEFE/CNRS) et le personnel du CRBPO.

Remerciements

- Les observateurs embarqués qui se sont mobilisées afin de participer aux campagnes en mer dont Dominique CLEMENT (Aude Nature), Matthieu BOURGEOIS & Thomas MARCHAL (LPO Occitanie), Samuel HILAIRE (Tour du Valat), Gaspard BERNARD, Julie CABRI, Alexandre HAMON, Vincent LIEBAULT, Cyprien DAIDE (BIOTOPE) ;
- L'équipe de biostatisticiens, Maud BERLINCOURT, Marjolaine CAILLAT, Dorian CHAUVIN, Cindy GIDOIN, Yves LE BRAS, Fanny RAMOGNINO pour les échanges sur les protocoles de suivi et les analyses des données collectées dans le cadre des campagnes en mer ;
- La coordination du programme : Sophie de GRISSAC, Yann PLANQUE (France Energies Marines), Alexandra GIGOU & Constance AUDIFFREN (Office Français pour la Biodiversité) pour leur soutien ;
- Les membres du consortium porteurs des lots 3 et 6 pour les échanges constructifs et bonne réalisation du programme dans son ensemble.



Lot 5 : Radars ornithologiques à la côte

Remerciements

- L'Office Français pour la Biodiversité
- L'ensemble des personnes et structures ayant permis l'acquisition des données, notamment : Le Domaine de la Palissade (PNR Camargue),
- La Réserve Naturelle Nationale du Bagnas (ADENA),
- le clos des Paulilles à Port-Vendres, les Oliviers de Sasha à Leucate, le camping Le Sérignan, la société Agile Water à Mèze, le Mas rouge à Frontignan, le Mas Royal de Jarras au Grau-du-Roi, la mairie du Grau-du-Roi, le Méhari Club de Cassis, le Domaine de l'Artaude au Pradet, et le Conservatoire du Littoral
- Les partenaires du lot 5, et particulièrement la Station ornithologique suisse ; les LPO PACA & Occitanie, Aude Nature et la Tour du Valat
- L'ensemble des membres du consortium
- La Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), la Région Sud et la Région Occitanie

Lot 6 : Analyse combinée des données

Remerciements

- **Financeurs de MIGRALION et la coordination**



- **Autres lots,**
  ainsi que Amédée Roy (FEM) & Thibault Désert (Météo-France)

- **Louis Schroll & Victor Cat**
- **Maud Quéroué, Sébastien Roques & Nicolas Courbin**

- **Porteurs des programmes de collecte de données externes inclus dans cette étude**
  - Oiseaux marins : comptages en mer + GPS
  - Migrateurs terrestres : GPS

https://github.com/MIGRALION/MIGRALION.git