



FAUNE-PACA PUBLICATION

N°138 Septembre 2026

Suivi de la migration des Avocettes élégantes nicheuses sur les Salins d'Hyères par balise GPS-GSM



Suivi de la migration des Avocettes élégantes méditerranéennes nicheuses sur les Salins d'Hyères par balise GPS-GSM

Mots-clés : Avocette élégante, *Recurvirostra avosetta*, limicole, migration, halte migratoire, hivernage, zone humide, méditerranée, balise GPS-GSM, baguage

Auteurs : Aurélien AUDEVARD, Nicolas BASTIDE & Samuel MEILLIER

Citation : AUDEVARD A., BASTIDE N. & MEILLIER S. (2026). Suivi de la migration des Avocettes élégantes méditerranéennes nicheuses sur les Salins d'Hyères par balise GPS-GSM. *Faune-PACA publication n°138* : 33 pp.

Résumé

L'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) est un limicole migrateur classé Quasi menacé (NT) sur la Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Afin de mieux comprendre ses routes migratoires, ses sites de halte et d'hivernage, ainsi que les caractéristiques de ses déplacements à l'échelle de la Méditerranée, nous avons équipé 24 individus adultes de balises GPS-GSM permettant de suivre leurs mouvements.

Les résultats montrent que les oiseaux migrent majoritairement vers l'ouest, avec plusieurs zones de halte ou d'hivernage d'importance, notamment la Camargue, le delta de l'Èbre et le parc national de Doñana. Les déplacements migratoires s'effectuent principalement de nuit, à des vitesses et altitudes variables selon la distance parcourue. Nos résultats indiquent par ailleurs une corrélation positive entre l'altitude ou la vitesse de vol et la distance du trajet. L'analyse met également en évidence une faible connexion entre la population méditerranéenne et la population atlantique, confirmant les observations précédentes.

Si certains déplacements sont réalisés à l'intérieur des terres ou au-dessus de la mer, les zones humides littorales apparaissent comme des éléments clés du réseau migratoire de l'espèce. Ces résultats soulignent ainsi l'importance de la gestion et de la protection de ces habitats tout au long du littoral méditerranéen pour assurer la conservation de l'Avocette élégante.

Remerciements

Nous remercions le Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux, et en particulier Pierre-Yves Henry, pour son appui dans l'analyse des données françaises de baguage.

Nos remerciements s'adressent également à la Métropole Toulon Provence Méditerranée pour son soutien financier sans faille depuis 24 ans, ainsi qu'au Conservatoire du Littoral, propriétaire des sites des Salins d'Hyères, pour avoir autorisé la mise en œuvre de ces opérations de recherche contribuant à l'amélioration des connaissances sur ce limicole.

Nous tenons à souligner le rôle central de la LPO PACA, structure porteuse de ces travaux, pour son implication continue dans le suivi ornithologique des Salins d'Hyères et la coordination de ces opérations de recherche.

Nous remercions également l'ensemble des personnes ayant effectué des contrôles de bagues d'Avocette élégante, qui ont contribué à améliorer la compréhension des déplacements de cette espèce.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à l'ensemble des bénévoles, stagiaires, écovolontaires et volontaires en service civique engagés aux côtés de la LPO PACA, dont l'implication a été précieuse lors de ces opérations de terrain. Nous tenons également à remercier les observateurs bénévoles ayant mis à disposition leurs données sur la base de données en ligne de la LPO « Faune-PACA » www.faune-paca.org.

Sommaire

Introduction	5
Matériel et méthodes	9
Site d'étude.....	9
Modèle biologique.....	9
Méthode de capture des avocettes élégantes	9
Matériel de balisage	10
Méthode de balisage.....	10
Analyses des données.....	11
Résultats et discussion.....	12
Caractéristiques des déplacements	12
Voies de migration.....	16
Zones préférentielles des Salins d'Hyères.....	18
Zones d'hivernage et de halte	20
Focus sur Robin & Casse-noisettes	25
Focus sur Galinette.....	26
Conclusion.....	28
Références bibliographiques.....	30
Annexes	31
La faune de la région PACA.....	33
Le projet www.faune-paca.org	33
Les partenaires.....	33
Faune-PACA Publication	33



Avocette élégante au coucher du soleil © Aurélien AUDEVARD

Introduction

La conservation des espèces repose en grande partie sur le maintien de la connectivité entre les habitats, condition essentielle au déplacement des individus et au bon fonctionnement des processus écologiques à l'échelle des paysages (Fahrig, 2003 ; Batáry & Báldi, 2004 ; Laurance *et al.*, 2007). Les corridors écologiques jouent à ce titre un rôle déterminant, en permettant aux populations de limiter les effets de la fragmentation des milieux naturels.

Cependant, cette connectivité est aujourd'hui fortement compromise par la destruction et la dégradation des habitats, en particulier des zones humides, sous l'effet de l'urbanisation, de l'intensification agricole et des changements climatiques. Ces milieux figurent pourtant parmi les écosystèmes les plus riches et les plus fonctionnels pour la biodiversité : près de 50 % des espèces d'oiseaux y sont directement associées à un moment de leur cycle de vie.

Les zones humides jouent un rôle central dans le cycle biologique de nombreuses espèces, qu'elles soient sédentaires ou migratrices. Leur conservation constitue donc un enjeu majeur, d'autant que, chez les oiseaux, les conditions environnementales et les contraintes énergétiques liées aux migrations, aux haltes migratoires, ainsi qu'aux sites d'hivernage et de reproduction

influencent directement la survie et la dynamique des populations (Peach *et al.*, 1991 ; Sæther & Bakke, 2000 ; Saino *et al.*, 2004 ; Reudink *et al.*, 2009).

Parmi ces espèces, les limicoles figurent parmi les plus sensibles aux altérations des zones humides et aux effets combinés du changement climatique et des activités humaines (Chambon, 2018). De nombreuses populations sont aujourd'hui en déclin, et près de 20 % des espèces sont désormais considérées comme menacées (Colwell, 2010 ; Chambon, 2018).

Dans ce contexte, nous avons choisi d'étudier une espèce de limicole particulièrement dépendante de ces milieux, l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), afin d'identifier les principaux sites de halte migratoire et d'hivernage essentiels à sa conservation.

L'Avocette élégante est un limicole migrateur patrimonial, classé « Quasi menacé » en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Hameau & Roy, 2020). L'attention portée à cette espèce est notamment renforcée par le suivi démographique mené depuis 2003 sur les Salins d'Hyères, seul site de reproduction connu dans le département du Var. Ce suivi met en évidence une forte variabilité interannuelle du nombre de couples nicheurs et de jeunes à l'envol (Figure 1), ainsi qu'une tendance à la diminution du nombre moyen de jeunes produits par couple (Figure 2).

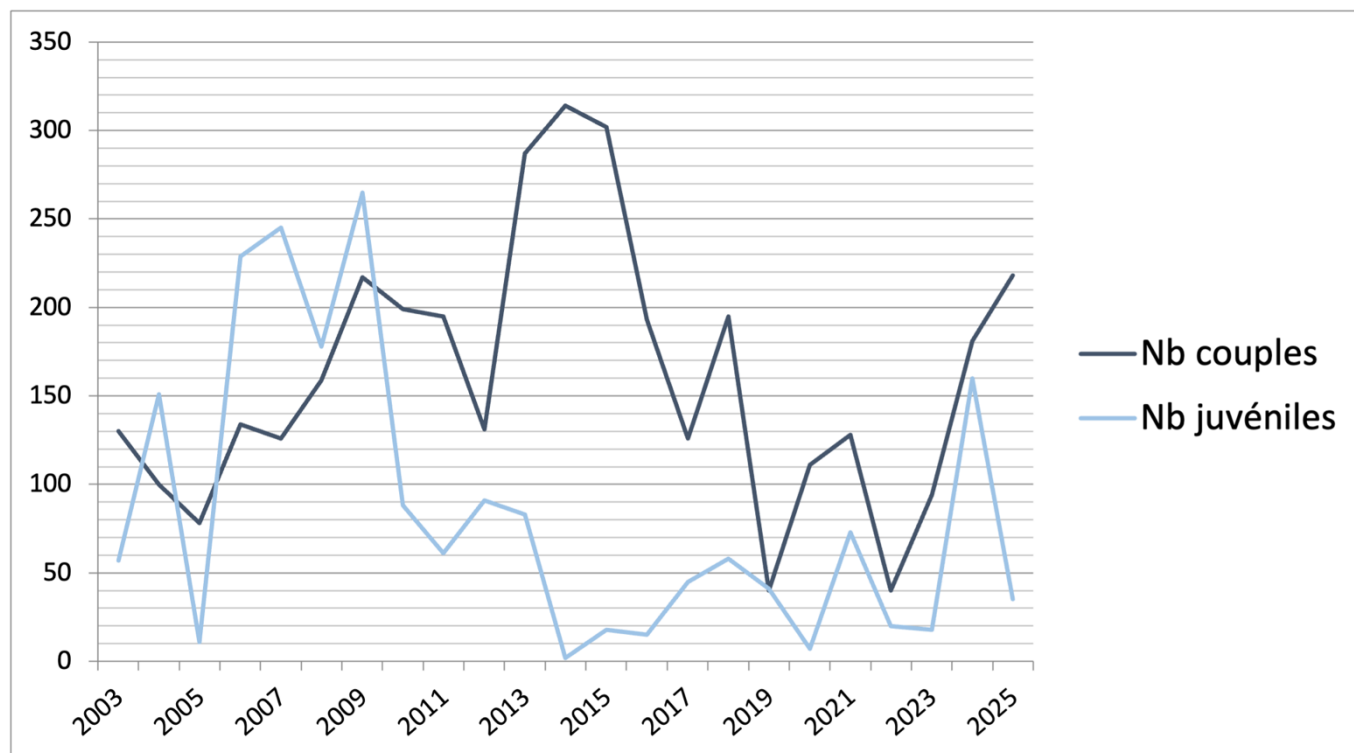


Figure 1. Évolution du nombre de couples et du nombre de jeunes à l'envol produits d'Avocette élégante aux Salins d'Hyères (2003-2025).

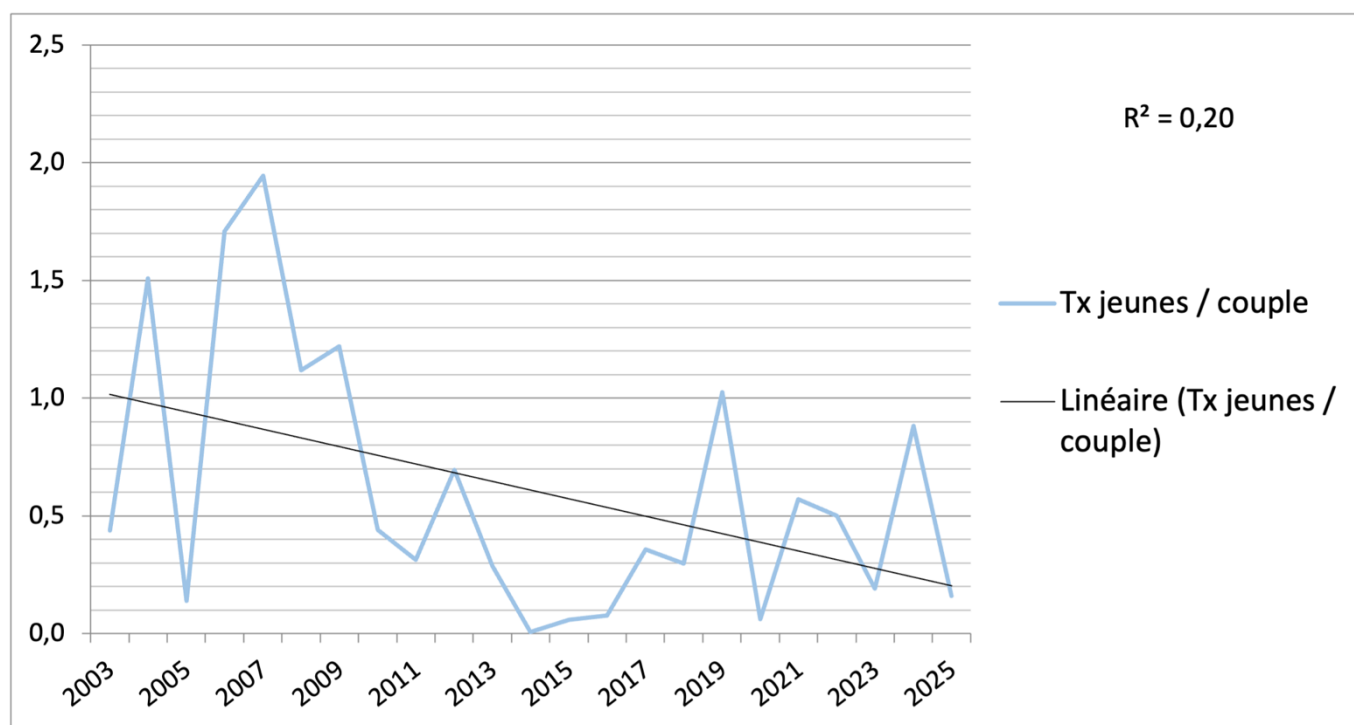


Figure 2. Régression linéaire et coefficient de corrélation du taux de jeunes à l'envol produits par couple d'Avocette élégante aux Salins d'Hyères entre 2003 et 2025.

Bien que ses populations soient bien étudiées sur la façade atlantique depuis plus de 20 ans, aucune étude approfondie n'avait encore été menée en Méditerranée (Van der Yeught, 2013). Depuis 2013, des poussins et des adultes sont bagués sur la population nicheuse des Salins d'Hyères. En 2023, le

baguage de 358 poussins et l'acquisition de 3640 contrôles (Tableau I) ont permis d'apporter de nombreuses informations sur cette population, notamment sur la biologie des individus, la survie des jeunes et les déplacements hors de la zone de reproduction.

Tableau I. Bilan des actions de baguage/balisage pour l'Avocette élégante sur les Salins d'Hyères (83) jusqu'en 2023 (pul : poussin ; ad : adulte balisé).

Année	Nb baguages	Nb contrôles	Nb reprises
2013	73 (pul)	167	1
2014	2 (pul)	75	0
2015	18 (pul)	81	0
2016	15 (pul)	192	0
2017	44 (pul)	269	0
2018	54 (pul)	420	0
2019	41 (pul)	523	0
2020	10 (7 pul + 5 ad)	682	3
2021	69 (65 pul + 7 ad)	509	2
2022	22 (21 pul + 5 ad)	432	0
2023	24 (18 pul + 7 ad)	290	1
TOTAL	372 (358 pul + 24 ad)	3640	7

Ainsi, sur les 37 contrôles extérieurs d'avocettes baguées dans les salins (Figure 3), 20 proviennent de Camargue, huit d'Espagne, deux d'Italie, deux des Pays-Bas, un du Var, un de l'Aude, un de Hongrie, un d'Allemagne, un de Sardaigne et un de Corse.

Les quatre données nordiques concernent uniquement trois oiseaux dont un qui avait été vu en Allemagne puis retrouvé mort aux Pays-Bas le 18/07/2023 (bagué le 12/07/2016 à Hyères, France). L'oiseau hongrois a été contrôlé le 04/09/2018 à Győr-Moson-Sopron, arród (Borsodi düllő, DK sarok) sur le Lac de Neusiedl à la frontière austro-hongroise et était sans doute reproducteur sur le site. Il n'a jamais été recontacté depuis.

En dehors de ces trois oiseaux, nous constatons que les contrôles concernent **exclusivement la région méditerranéenne**.

Cependant, malgré cet effort, des inconnues persistent, notamment concernant les zones d'hivernage, les routes migratoires, la vitesse et l'altitude de déplacement, ainsi que l'identité des sites utilisés pour les haltes migratoires et leur durée d'occupation.

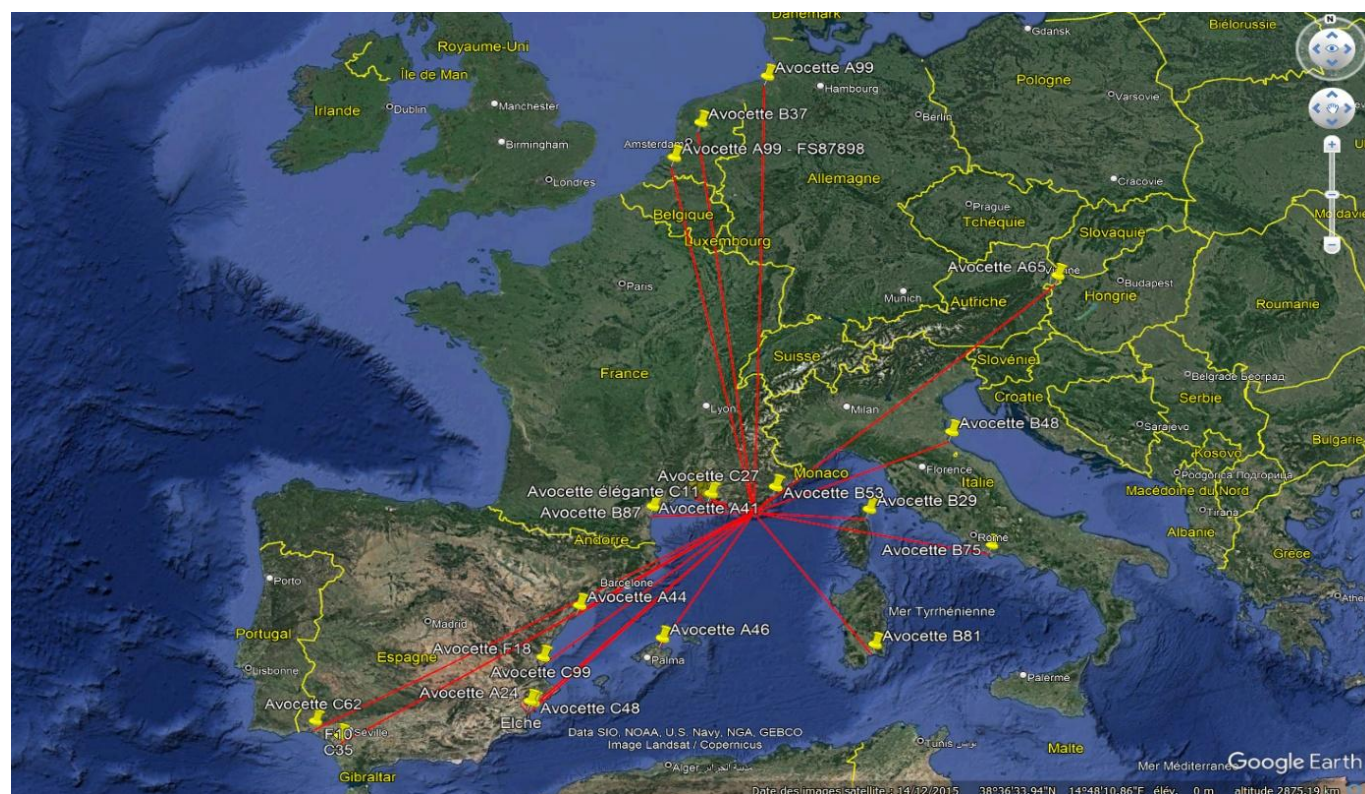


Figure 3. Contrôles extérieurs étrangers et français des avocettes élégantes baguées sur les Salins d'Hyères (2013-2023).

Malgré une pression de baguage importante exercée sur les Salins d'Hyères, les informations disponibles en dehors de ce site

demeurent encore limitées. Les observations de bagues en Europe restent rares et sont quasiment inexistantes en Afrique, ce qui

restreint fortement les connaissances sur la dispersion postnuptiale et les mouvements migratoires des avocettes méditerranéennes. Par ailleurs, la philopatrie de l'Avocette élégante, mise en évidence chez les populations atlantiques (Gélinaud, com. pers.), pourrait également influencer la dynamique des effectifs sur les sites de nidification méditerranéens. Les nouveaux nicheurs proviendraient en partie des cohortes d'individus nés localement, auxquelles s'ajoutent les anciens reproducteurs et quelques immigrants issus d'autres colonies. Toutefois, cette population reste soumise à diverses pressions environnementales, notamment la prédation par le Renard roux, la Corneille noire ou certains rapaces, ainsi que les variations des conditions climatiques, rendant le suivi de ses effectifs d'autant plus nécessaire.

Jusqu'à présent, le baguage constituait la principale méthode utilisée pour étudier les déplacements de l'Avocette élégante. Cette approche présente néanmoins certaines limites, la lecture des bagues dépendant fortement de l'effort d'observation et ne permettant pas d'obtenir des informations continues sur les déplacements individuels. Afin de dépasser ces contraintes, nous avons choisi de compléter le programme de baguage par l'utilisation d'une technologie moderne de suivi : la télémétrie par balises GPS-GSM. Cette méthode, encore inédite pour l'Avocette élégante en Europe, permet d'acquérir des données beaucoup plus précises sur les trajets migratoires et les sites fréquentés en dehors de la période de reproduction (Klaassen *et al.*, 2008).

Dans ce contexte, 24 individus adultes ont été équipés de balises GPS-GSM depuis 2019. Les jeunes n'ont pas été équipés, leur masse corporelle étant encore insuffisante pour

supporter le poids des balises. Ce dispositif vise à identifier les principaux couloirs migratoires empruntés, à analyser les vitesses de déplacement, à localiser les zones de halte migratoire et à estimer la durée de séjour dans ces sites. Ces informations sont essentielles pour hiérarchiser les priorités de conservation et orienter les actions de gestion des habitats côtiers. Une meilleure connaissance des sites utilisés tout au long du cycle annuel permettra ainsi de cibler plus efficacement les secteurs les plus stratégiques pour la survie de l'espèce. Grâce à cette technologie, nous souhaitons également partager ces données avec la communauté scientifique et le grand public, afin de contribuer à une meilleure sensibilisation et à la préservation de l'Avocette élégante en Méditerranée.

Les objectifs de cette étude sont : **d'identifier les couloirs migratoires** empruntés par les Avocettes élégantes nicheuses aux Salins d'Hyères, ainsi que leurs **principales zones de halte migratoire et d'hivernage**. Nous renseignerons également les **données télémétriques des déplacements** (vitesse, altitude, durée des trajets) encore peu documentées à ce jour.

Les populations atlantiques étant déconnectées des populations méditerranéennes (Hötter & Dodman, 2009 ; Chambon, 2018), nous émettons l'hypothèse que les individus varois, après la reproduction, effectuent une halte en Camargue avant de rejoindre, pour certains, l'Espagne puis l'Afrique pour hiverner (CRPBO-DATA, Audevard & Cabri, 2019).

Les résultats de cette étude permettront d'améliorer la compréhension des mouvements migratoires de l'Avocette élégante en Méditerranée française et d'orienter les stratégies de conservation. Une

meilleure connaissance des sites utilisés tout au long du cycle annuel est en effet essentielle pour hiérarchiser les priorités de gestion et assurer la protection des habitats clés pour cette espèce.

Matériel et méthodes

Site d'étude

L'étude a été menée sur le site des Salins d'Hyères, un complexe de zones humides situé sur le littoral varois (sud-est de la France). Ce site est composé de deux entités distinctes, séparées de quelques kilomètres : les Vieux Salins et le Salin des Pesquiers. Ces milieux constituent des habitats d'intérêt écologique majeur, favorisant une biodiversité remarquable avec plus de 300 espèces d'oiseaux recensées.

Le site est la propriété du Conservatoire du littoral et la gestion est confiée à la Métropole Toulon Provence Méditerranée, qui en assure l'entretien et la valorisation. Le suivi avifaunistique est réalisé par la Ligue pour la Protection des Oiseaux Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA).

Les Vieux Salins

D'origine ancienne, ce secteur de 350 hectares remonte au moins au X^e siècle, bien que son exploitation puisse être antérieure. Il résulte de la fusion, au XIX^e siècle, de plusieurs petites exploitations salinières indépendantes en une unité de production unique. Son architecture hydraulique complexe façonne un paysage où les dynamiques naturelles prédominent aujourd'hui.

Le Salin des Pesquiers

Situé au cœur du double tombolo de la presqu'île de Giens, ce salin de 550 hectares a été aménagé en 1848 selon un plan quadrillé caractéristique des marais salants

méditerranéens. Son bâti salinier, toujours préservé, constitue un témoignage patrimonial de l'activité industrielle passée et confère une identité singulière au site.

Modèle biologique

L'Avocette élégante

L'Avocette élégante est une espèce protégée en France au titre de la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature et de ses arrêtés d'application. Elle bénéficie d'une entière protection légale de la directive de la Commission européenne sur les oiseaux (1979) et de la Convention de Berne sur la nature en Europe (1979) selon laquelle il est interdit de perturber les oiseaux et leurs nids. Cette espèce est classée en Annexe I de la Directive Oiseaux, en Annexe II de la Convention de Berne et en Annexe II de la Convention de Bonn.

Statut de conservation de l'espèce

Presque la moitié de la population européenne hiverne en France avec de 17 000 à 21 000 individus (Issa & Muller, 2015). En France, la tendance nationale de l'espèce est à la hausse sur la période 1996-2011 avec une fourchette comprise entre 3 650 et 4 350 couples nicheurs (Issa & Muller, 2015). La façade méditerranéenne a accueilli 1 547 à 2 469 couples en 2020 dont 642 à 1 161 en région PACA (Audevard & Garcia, 2020). Dans le Var, elle ne niche qu'aux Salins d'Hyères.

Méthode de capture des avocettes élégantes

La capture manuelle et le baguage diurne de tous les jeunes sont effectués durant la saison de reproduction. Des bagues darvic bleues, portant un code alphanumérique blanc, sont posées sur la patte gauche ou droite.



Avocette élégante adulte baguée (bague métal + darvic bleue)
© Nicolas BASTIDE

Les jeunes oiseaux ne sont bagués qu'à partir de leur seconde semaine de vie. Toutefois, la majorité des oiseaux capturés sont des poussins de 3 ou 4 semaines. Un effort de lecture est réalisé au minimum 3 fois par semaine en période reproduction et au moins une fois tous les 10 jours en hiver.

Concernant la pose de balise, seuls les adultes sont équipés car il a été observé que le balisage des jeunes oiseaux peut influencer négativement, à cause du poids de la balise, la date d'envol de cette classe d'âge.

Chez les adultes, la capture et la pose de balise sont réalisées lors de la reproduction, pendant la période de couvaison. Un clapnet sans fond de chez Moudry, d'une taille de 60 x 60 cm et muni d'un tissu occultant, est utilisé pour capturer les oiseaux sur le nid. Le mécanisme de déclenchement est actionné par un fil de pêche traversant l'axe du nid, provoquant la fermeture du tissu occultant lorsque l'oiseau se pose sur le nid. Afin de ne pas mettre en péril la couvée (risque de casse lorsque l'oiseau panique dans le clapnet), les œufs sont temporairement remplacés par des œufs factices ou des œufs abandonnés en provenance d'autres colonies. Une fois l'oiseau capturé, il est bagué selon la même méthode que les poussins, s'il ne l'était pas déjà, puis équipé d'une balise GPS. Les œufs sont ensuite remis sur le nid et l'oiseau relâché.



Clapnet utilisé pour capturer les Avocettes adultes © MOUDRY

Matériel de balisage

Au total, 24 oiseaux ont été équipés de balises (19 dans le cadre du programme personnel d'Aurélien Audevard et quatre dans le cadre du programme MIGRALION – PP 1190 avec des balises OrniTrack-9), un nombre largement supérieur à celui initialement prévu. Ce dépassement s'explique par le dysfonctionnement des premières balises INTERREX, qui ont dû être remplacées à deux reprises.

Enfin, la balise GPS INTERREX 12 (Annexe I et Annexe II) semble être la meilleure balise utilisée durant ces quelques années, après plusieurs échecs avec les balises Lego small et Lego small II (9 g) dont la durée de vie était limitée.

Méthode de balisage

Deux méthodes de pose ont été utilisées : le « leg loop » et le « wing loop ». La méthode qui semble la plus adaptée pour l'Avocette élégante est le « wing loop » (Figure 4), compte tenu de la taille de l'oiseau et de la forme de la balise. Plusieurs oiseaux équipés en « leg loop » ont présenté des balises avec un faible rechargement journalier, celles-ci étant partiellement cachées dans le plumage de l'oiseau (tertiaires, rémiges), même par très beau temps. Quelques oiseaux ont aussi perdu

des balises alors que le harnais semblait pourtant bien ajusté. Il est possible qu'un amaigrissement après une migration ait favorisé un glissement de la balise. En 2023, sur les sept oiseaux équipés en « wing loop », nous avons obtenu 100 % de réussite concernant la stabilité du harnais et le bon fonctionnement des balises.



Avocette élégante adulte équipée d'une balise GPS-GSM © Aurélien AUDEVARD

Suivant les individus et leur corpulence, le « tour de cou » du harnais doit mesurer de 65 à 70 mm et doit être parfaitement plaqué sous les plumes, afin qu'il ne puisse pas se décaler par la suite et créer des problèmes de déséquilibre avec une balise mal centrée sur le dos.

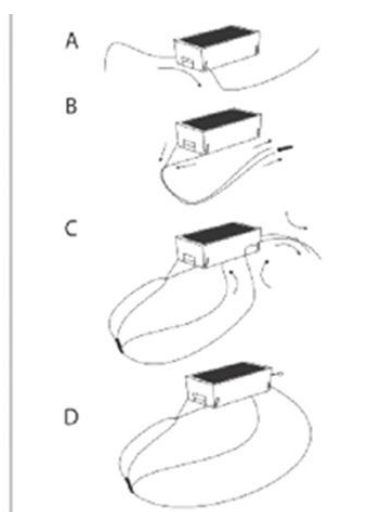


Figure 4. Schéma de mise en place du harnais en « wing loop ».

Analyses des données

Les données issues des balises GPS posées sur les avocettes ont été analysées par Nicolas Bastide (expert écologue naturaliste indépendant) et Samuel Meillier (écologue ornithologue et bénévole). Au total, 338 255 points GPS ont été récoltés durant ces quatre années de suivi. Un nettoyage des données a été effectué afin d'éliminer les données GPS aberrantes.

Elles ont ensuite été traitées via le logiciel de cartographie QGIS (version 3.34.1, Prizren, 24 novembre 2023) pour répondre aux différentes interrogations de cette étude :

- Localiser les différents sites de halte et d'hivernage ;
- Tracer les trajets migratoires entre les différents sites de reproduction, de halte et d'hivernage ;
- Créer des cartes de chaleur permettant d'identifier les zones prioritaires utilisées par les avocettes pour l'alimentation et la reproduction ;
- Analyser les données télémétriques (vitesse, altitude et distance parcourue).

Les données télémétriques de vitesse moyenne et maximale de vol, d'altitude moyenne et maximale et de distance parcourue ont été comparées deux à deux avec un test de corrélation, qui vise à examiner la variation entre deux variables. Un test de Shapiro-Wilk a d'abord été effectué pour vérifier si les données de chaque variable suivent une distribution normale, ce qui n'est pas le cas. Dans cette situation, il est approprié d'utiliser la corrélation de Spearman, un test non paramétrique robuste adapté aux données ne suivant pas une distribution normale. Il retourne deux informations en sortie : un coefficient de corrélation r variant entre -1 et 1 (plus il est proche de 1 ou -1, plus

les variables sont respectivement positivement ou négativement corrélées) et une p-value (probabilité que la corrélation soit due au hasard ; le test est significatif si la valeur est inférieure à 5 % : $p\text{-value} < 0,05$). Les trajets dont les données télémétriques sont incomplètes ont été écartés de l'analyse.

Résultats et discussion

Sept grandes zones géographiques ont été identifiées grâce aux 24 oiseaux balisés durant ces quatre années de suivi.



Figure 5. Nombre d'avocettes élégantes contactées par site de halte migratoire.

Elles rassemblent les zones déjà identifiées par les relectures de bagues colorées (Figure 5) :

- Les Salins d'Hyères dans le Var (83) : 24 oiseaux balisés ;
- La Camargue dans les Bouches-du-Rhône (13) : 19 oiseaux balisés ;
- Le Delta de l'Ebre en Catalogne : quatre oiseaux balisés ;
- Le Parc naturel de l'Albufera, vers Valence : un oiseau balisé ;
- Les salins d'Elche dans la communauté Valencienne : deux oiseaux balisés ;
- Le Parc national de Doñana en Andalousie : trois oiseaux balisés ;
- Le marais de l'île Christina en Aragon (frontière avec le Portugal) : un oiseau balisé ;
- La réserve naturelle de l'estuaire Sado (Portugal) : un oiseau balisé ;
- L'Étang de Cabras en Sardaigne : un oiseau balisé.

Caractéristiques des déplacements

Les déplacements entre les sites ont toujours lieu de nuit jusqu'au lever du jour. Les

départs ont lieu entre 21h00 et 02h00 du matin durant la période estivale. A l'automne, les départs se font en début de soirée, entre 18h et 20h, conditionnés vraisemblablement par le coucher du soleil plus précoce qu'en été. Les départs migratoires semblent également dépendre de conditions météorologiques favorables, en particulier de situations caractérisées par des conditions calmes. En revanche, lorsque les oiseaux rencontrent en cours de route une dépression (vents contraires, précipitations ou orages), ils peuvent effectuer des demi-tours

spectaculaires et revenir jusqu'à leur point de départ. Deux oiseaux ont réalisé ce type de rétro-migration de plusieurs dizaines de kilomètres.

Les trajets valides enregistrés par les balises de 16 avocettes, avec les altitudes et les vitesses de déplacement, ont été synthétisés (Tableau II). Trois autres avocettes ont également rejoint la Camargue ; toutefois, l'absence de données au cours de leur trajet n'a pas permis de préciser les modalités de leurs déplacements (e.g. l'individu « Nico »).

Tableau II. Vitesses et altitudes observées sur les trajets migratoires de 16 Avocettes élégantes balisées sur les Salins d'Hyères (83).

Nom	Trajet	Altitudes			Vitesse			Km parcourus
		Maximum (m)	Moyenne (m)	Écart type (m)	Maximum (km/h)	Moyenne (km/h)	Écart type (km/h)	
ROBIN	Salins - Camargue	542,0	194,9	160,9	72,7	56,3	9,8	153,79
	Camargue - Delta de l'Ebre	737,6	298,3	304,5	73,4	51,8	11,7	465,74
	Delta Ebre - Doñana	1797,0	932,0	618,0	87,5	66,7	11,2	752
	Doñana - Marais de l'île Cristina	534,6	132,0	81,5	56,9	40,3	7,8	98,1
	Marais de l'île Cristina - RN de l'estuaire du Sado	1049,8	355,0	277,9	63,7	43,2	17,6	236,1
	RN de l'estuaire du Sado - Marais de l'île Cristina	698,7	285,8	174,3	114,1	61,6	38,9	236,1
	Marais de l'île Cristina - Parc naturel de l'Albufera	3015,5	1708,8	812,5	110,9	69,8	12,9	772,0
	Parc naturel de l'Albufera - Camargue	2237,5	1215,1	531,4	101,5	79,5	18,5	623,0
	Camargue - Salins	105,7	80,5	20,1	97,2	56,7	37,0	146,0
AMBRE	Salins - Camargue	274,0	135,2	85,5	61,0	48,0	35,5	120
GALINETTE	Delta Ebre - Sardaigne	303,2	107,7	34,5	114,1	54,6	30,3	766
	Sardaigne N - Sardaigne S	1346,0	354,0	350,0	107,6	59,0	32,4	231
CASSE-NOISETTES	Salins - Camargue	221,1	88,4	89,3	58,3	28,1	32,4	119,6
	Camargue - Delta de l'Ebre	606,3	114,0	158,0	61,6	39,2	19,1	267
	Delta de l'Ebre - Elche	1246,0	215,1	374,0	60,5	44,1	19,3	293

Nom	Trajet	Altitudes			Vitesses			Km parcourus
		Maximum (m)	Moyenne (m)	Écart type (m)	Maximum (km/h)	Moyenne (km/h)	Écart type (km/h)	
	Elche - Doñana	3046,0	1970,0	715,0	72,0	50,0	10,8	545
GUARIGUETTE	Elche - Doñana	2752,0	1181,0	781,0	94,0	54,1	23,9	525
JULIE	Salins - Camargue	1339,0	424,2	360,0	75,6	43,2	24,8	122
GALOUPIOT	Salins - Camargue	247,0	80,2	58,7	61,2	41,9	20,9	110
IMHOPTÉP	Salins - Camargue	425,8	104,0	107,1	73,4	60,2	14,6	119
JUNE	Salins - Camargue	834,8	441,5	248,1	57,6	39,2	7,6	120
CLOCHETTE	Salins - Camargue	893,9	359,0	377,9	67,0	56,6	12,1	112
TATIS	Salins - Camargue	336,6	156,2	124,9	55,4	34,8	13,3	121
SOLINE	Salins - Camargue	908,9	72,9	187,0	ND	ND	ND	115
GALIPETTE	Salins - Camargue	555,9	138,9	168,0	61,2	38,5	21,2	120
CARLOTA	Salins - Camargue	398,0	130,0	185,3	75,0	54,1	20,5	112
MARION	Salins - Camargue	756,0	320,4	234,0	47,0	34,6	14,5	132
AURE	Salins - Camargue	407,0	142,0	187,6	76,0	54,3	21,4	112
MOYENNE		986,3	419,2	278,8	76,2	50,4	20,0	273,0

Il apparaît que les altitudes et les vitesses de déplacement présentent une variabilité importante. Des pointes de vitesse atteignant 114,1 km/h ont été enregistrées, tandis que le trajet présentant la vitesse moyenne la plus élevée est de 79,5 km/h. Ces deux valeurs proviennent du même individu, Robin : la première correspond au déplacement entre la réserve naturelle de l'estuaire du Sado et les marais de l'île Cristina, tandis que la seconde concerne le trajet entre le parc naturel de l'Albufera et la Camargue. Ces déplacements ont été réalisés dans des conditions météorologiques favorables, avec un vent inférieur à 25 km/h et un ciel dégagé.

Les altitudes maximales ont été observées chez l'individu Casse-noisette qui, lors de son déplacement entre Elche et le delta de l'Èbre, a atteint une altitude maximale de 3 046 mètres, pour une altitude moyenne de 1 970 mètres au cours de ce trajet.

Cette variabilité nous a amené à tester les corrélations de Spearman entre les paramètres migratoires des Avocettes

élégantes. L'analyse n'a pas démontré de corrélation entre l'altitude et la vitesse de vol des avocettes. Néanmoins, elle révèle des relations positives significatives entre d'une part, les distances parcourues et les altitudes et d'autre part, les distances parcourues et les vitesses. En effet, les trajets les plus longs sont associés à des altitudes maximales plus élevées ($r = 0,594$, $p = 0,001$) et moyennes ($r = 0,539$, $p = 0,004$), suggérant que les avocettes ajustent la hauteur de leur vol en fonction de la distance à parcourir. Cela permettrait d'économiser de l'énergie (meilleures conditions thermiques, conditions de vent plus favorables et traînée plus faible), de diminuer le risque de prédation et d'améliorer l'orientation des oiseaux (Mateos-Rodríguez & Liechti, 2012 ; Fudickar *et al.*, 2021 ; Altshuler, 2006). Par ailleurs, ces mêmes trajets se caractérisent également par des vitesses maximales ($r = 0,517$, $p = 0,006$) et moyennes ($r = 0,411$, $p = 0,033$) plus élevées. Cette relation pourrait refléter des déplacements réalisés dans des conditions météorologiques favorables, notamment en

présence de vents porteurs, susceptibles d'augmenter la vitesse de déplacement. De telles conditions pourraient ainsi contribuer à réduire la durée du vol et, par conséquent, l'exposition aux prédateurs ou à des conditions ponctuellement défavorables lors de longs déplacements (Alves *et al.*, 2016 ; Duijns *et al.*, 2019).

Ces résultats vont dans le sens de plusieurs travaux qui ont mis en évidence l'influence déterminante des conditions atmosphériques sur la dynamique du vol migratoire des oiseaux. Les modèles théoriques de la vitesse de vol optimale montrent notamment que les oiseaux ajustent leur vitesse en fonction du vent afin d'optimiser les coûts énergétiques du déplacement. En présence de vents arrière, ils peuvent réduire leur vitesse relative tout en conservant une progression rapide par rapport au sol, ce qui diminue la dépense énergétique du vol ; à l'inverse, face à des vents contraires, ils augmentent leur vitesse afin de maintenir une progression efficace (Alerstam & Hedenstrom, 1998 ; Liechti & Bruderer, 1998).

Des analyses empiriques à grande échelle confirment également le rôle central du vent dans la vitesse de migration. À partir d'un réseau de 37 radars météorologiques couvrant l'Europe occidentale, Nussbaumer *et al.* (2022) ont montré que la vitesse de migration dépend fortement du vent porteur, qui peut augmenter la vitesse de déplacement au sol d'environ 19 % et réduire sensiblement la durée totale du trajet migratoire. Les oiseaux sélectionnent préférentiellement les nuits offrant les conditions aérologiques les plus favorables, ce qui leur permet d'accélérer leur progression tout en limitant les coûts énergétiques. Malgré ces variations de vitesse au sol, la vitesse propre de vol reste relativement constante, indépendamment de

la saison, de la localisation géographique ou de l'altitude, suggérant que les oiseaux maintiennent un effort de vol globalement stable et exploitent principalement l'assistance du vent pour optimiser leurs déplacements (Nussbaumer *et al.*, 2022).

Les oiseaux ajustent également leur altitude de migration afin d'exploiter les couches atmosphériques les plus favorables. Plusieurs études radar et de télémétrie montrent que les migrateurs sélectionnent les altitudes où les vents porteurs sont les plus efficaces, ce qui peut conduire à des variations importantes d'altitude au cours d'un même trajet (Hedenström, 2002 ; Dokter *et al.*, 2013 ; Bradarić *et al.*, 2024). Chez les limicoles migrateurs, certaines espèces effectuant de longues étapes migratoires peuvent ainsi atteindre des altitudes élevées afin de profiter de vents porteurs rapides. Par exemple, le Bécasseau sanderling (*Calidris alba*) migre généralement entre quelques centaines de mètres et environ 2 000 mètres d'altitude, tandis que la Barge rousse (*Limosa lapponica*) et le Bécasseau maubèche (*Calidris canutus*), capables d'effectuer des vols migratoires de plusieurs milliers de kilomètres, sont fréquemment observés entre 1 000 et 4 000 mètres d'altitude, voire davantage lors de longues étapes migratoires (Senner *et al.*, 2018 ; 2019). Ces altitudes élevées permettent notamment d'exploiter des vents porteurs plus rapides et plus stables, réduisant ainsi le coût énergétique de ces déplacements de grande distance.

Ces corrélations, avec des capteurs de pression intégrés aux balises, et en couplant avec les données météorologiques disponibles, pourraient fournir un cadre interprétatif pertinent pour comprendre les vitesses de déplacement et les altitudes de vol observées lors du suivi GPS de nos 16

avocettes élégantes au cours de leurs migrations.

Voies de migration

Neuf zones ont pu être identifiées comme zones de halte ou d'hivernage pour les avocettes élégantes (Figure 6 et Figure 7). Il ressort de ce premier constat que la majorité des oiseaux balisés sur les Salins d'Hyères migrent plein Ouest en direction de la Camargue. Une partie y passe la fin de l'été et l'automne, d'autres continuent ensuite leur migration vers l'Espagne pour passer l'hiver. Plusieurs oiseaux ont utilisé les mêmes sites de halte (delta de l'Ebre, Elche) avant de rejoindre le Parc National de Doñana (Figure 6 et Figure 7). Ces premiers constats issus des balises vont dans le sens des relectures de bagues colorées avec une faible connexion entre la population méditerranéenne et la population atlantique (Hötter & Dodman, 2009 ; Chambon *et al.*,

2018), avec un seul individu ayant rejoint la côte atlantique (Figure 6 et Figure 7).

Les trajets migratoires des avocettes élégantes balisées sur les Salins d'Hyères ne dépassent pas les 2 000 km pour celles qui migrent le plus loin (Réserve naturelle de l'estuaire Sado) et ne dépassent pas la centaine de kilomètres pour la majorité d'entre elles qui s'arrêtent en Camargue (Figure 6 et Figure 7). Cette distance de migration est comparable aux oiseaux empruntant la voie migratoire est-atlantique (Eskildsen *et al.*, 2025). Contrairement à d'autres espèces de limicoles présentes sur notre territoire comme le Bécasseau maubèche ou le Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) qui peuvent voler sur plus de 5 000 km (Pederson *et al.*, 2022 ; Alves *et al.*, 2016), les avocettes élégantes des Salins d'Hyères peuvent être classées comme migratrices à courte distance.



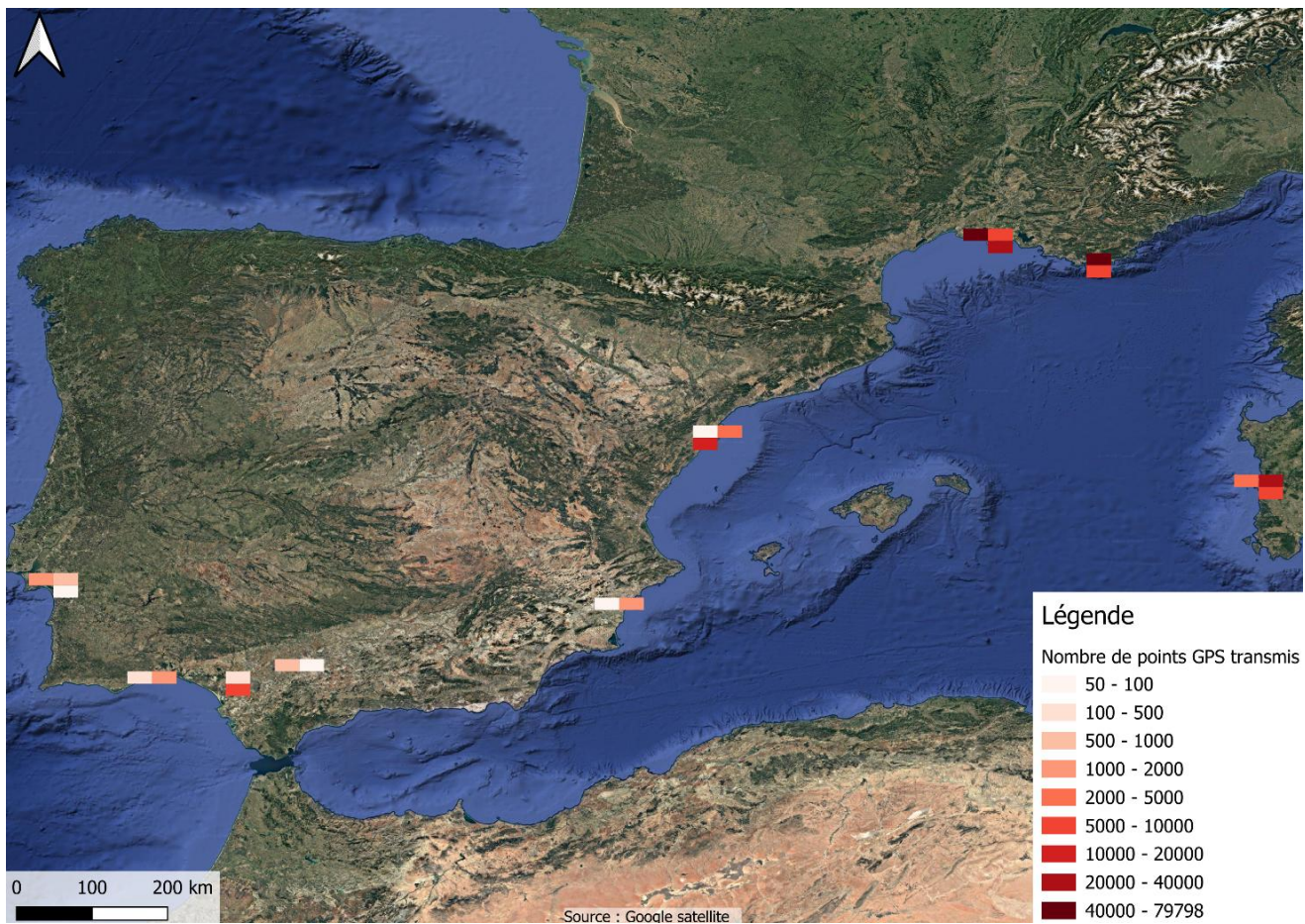


Figure 7. Points GPS transmis par les avocettes élégantes sur leurs sites de halte migratoire ou d'hivernage. Zones de 39,1 x 19,5 km.

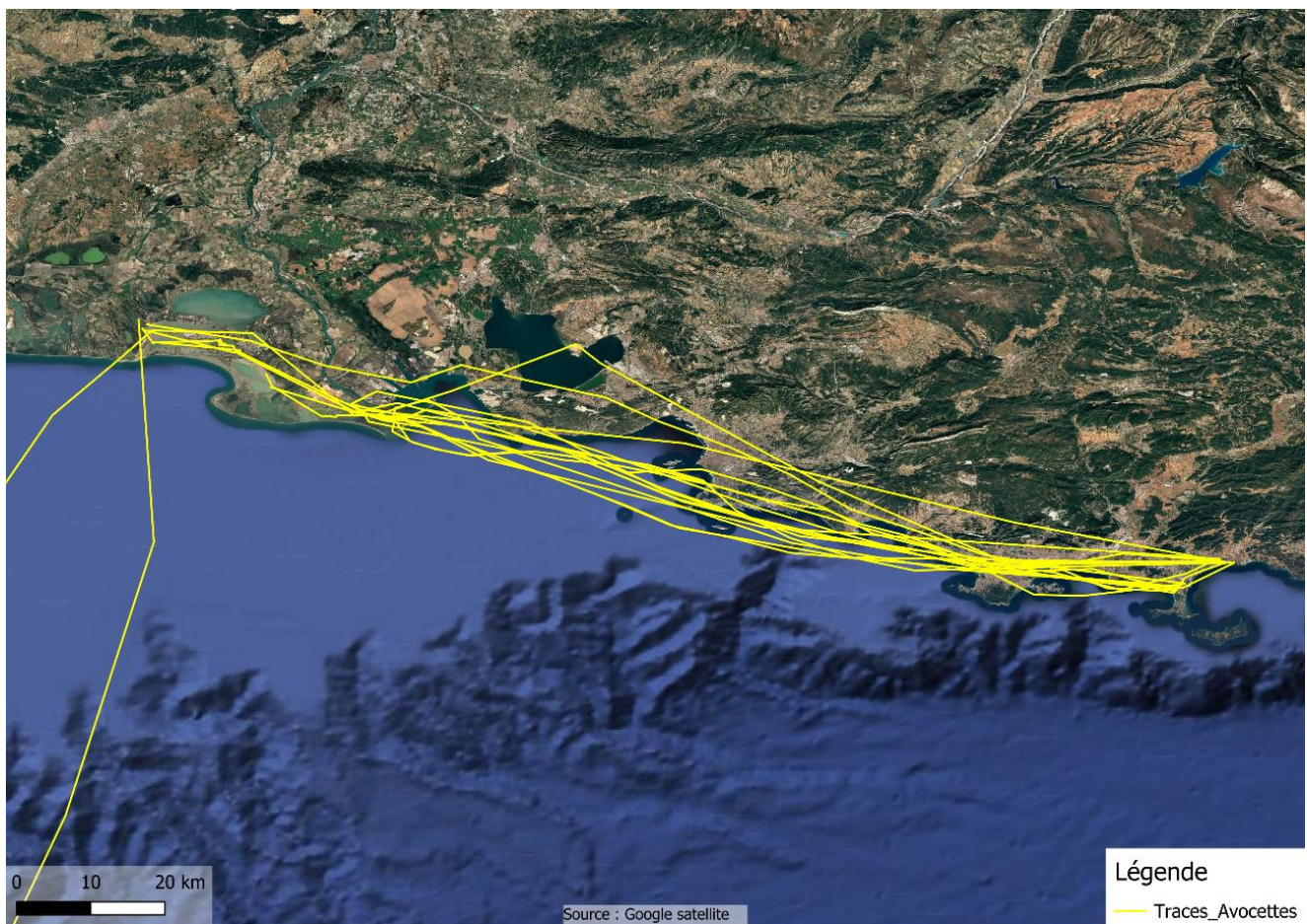


Figure 8. Focus sur les voies de migration entre les Salins d'Hyères et la Camargue.

Les trajets entre les Salins d'Hyères et la Camargue, principale zone de halte des avocettes hyéroises, se font de nuit, le long du littoral, bien souvent en ligne droite en traversant des zones terrestres comme maritimes avec des étapes de 110 à 153 km (Figure 8). A l'exception d'une avocette ayant effectué un passage par les salins de Berre, l'ensemble des oiseaux ont volé vers l'ouest dans une bande d'environ 15 km de large suivant la côte, moyen le plus court pour transiter directement des salins à la Camargue.

Malgré une migration relativement courte, nos avocettes utilisent un nombre relativement important de sites d'escale côtiers. En effet, bien que les avocettes soient capables d'effectuer des vols sans escale dépassant les 1 000 km (Chambon *et al.*, 2018), la majorité effectuent des haltes dans les différents sites identifiés avec des vols d'en moyenne $273 \pm \text{sd } 227$ km (Tableau II et Figure 6). Cela est cohérent avec les résultats obtenus pour les avocettes atlantiques qui présentent également un grand nombre de sites de halte migratoire (Eskildsen *et al.*, 2025). Les sites d'escale des avocettes hyéroises se situent tous sur le littoral, bien que certains déplacements puissent s'effectuer sur plusieurs centaines de kilomètres à l'intérieur des terres (Figure 6 et focus Robin et Casse-Noisettes). Cette configuration suggère une préférence marquée pour les zones humides côtières, plutôt que pour les zones humides continentales, comme sites de halte migratoire. Une tendance comparable a d'ailleurs été mise en évidence chez les avocettes de la façade atlantique (Eskildsen *et al.*, 2025). Les milieux saumâtres offrent en effet des ressources trophiques particulièrement abondantes et adaptées à l'écologie alimentaire de l'espèce. La gestion et la préservation de ces zones humides littorales

constituent donc un enjeu majeur pour la conservation de l'Avocette élégante.

Cette nécessité du maintien des zones humides côtières pour la conservation des limicoles a notamment été mis en évidence chez le Bécasseau spatule (*Calidris pygmaea*), un petit limicole d'Asie orientale classé En danger d'extinction sur la Liste rouge de l'UICN (Pain *et al.*, 2018). Cette espèce migre le long des littoraux entre l'Asie du Sud et l'Extrême-Orient russe. La destruction d'une grande partie des zones humides côtières utilisées lors de la migration a largement contribué à son déclin marqué au cours des dernières décennies. Cependant, les efforts récents de protection de plusieurs sites de halte migratoire encore fonctionnels, notamment en Chine, en Corée du Sud et au Myanmar, ont permis de ralentir ce déclin et d'améliorer les perspectives de conservation de l'espèce (Pain *et al.*, 2018).

Dans ce contexte, le maintien d'un réseau fonctionnel de zones humides littorales le long du bassin méditerranéen apparaît essentiel afin d'assurer l'existence de corridors écologiques efficaces pour l'Avocette élégante (Wijethunge *et al.*, 2024). Une telle stratégie bénéficierait également à de nombreuses autres espèces de limicoles dépendantes de ces habitats au cours de leur cycle annuel. L'utilisation des balises GPS est donc un moyen complémentaire et essentiel pour en apprendre davantage sur les routes migratoires et confirmer le cantonnement des oiseaux hyérois à la méditerranée durant leur cycle de vie.

Zones préférentielles des Salins d'Hyères

Tout d'abord, le balisage GPS a permis de cerner les zones préférentielles des avocettes élégantes sur les Salins d'Hyères, notamment

sur les zones d'alimentation (Figure 9 et Figure 10). L'utilisation différentielle des bassins pourrait s'expliquer par des différences de hauteur d'eau, de salinité, d'accès aux ressources alimentaires et aux sites de nidification ou encore de risque de prédation (Enners *et al.*, 2019). Ces informations sont

essentielles pour le gestionnaire afin d'identifier les zones sensibles, notamment celles liées à la reproduction, le repos, les rencontres sociales et à l'alimentation. Cependant, des travaux supplémentaires sont nécessaires pour connaître les raisons exactes de ces choix.



Figure 9. Zones utilisées par les avocettes élégantes sur le salin des Pesquiers (Salins d'Hyères). Zones de 38,2 x 19,1 m.

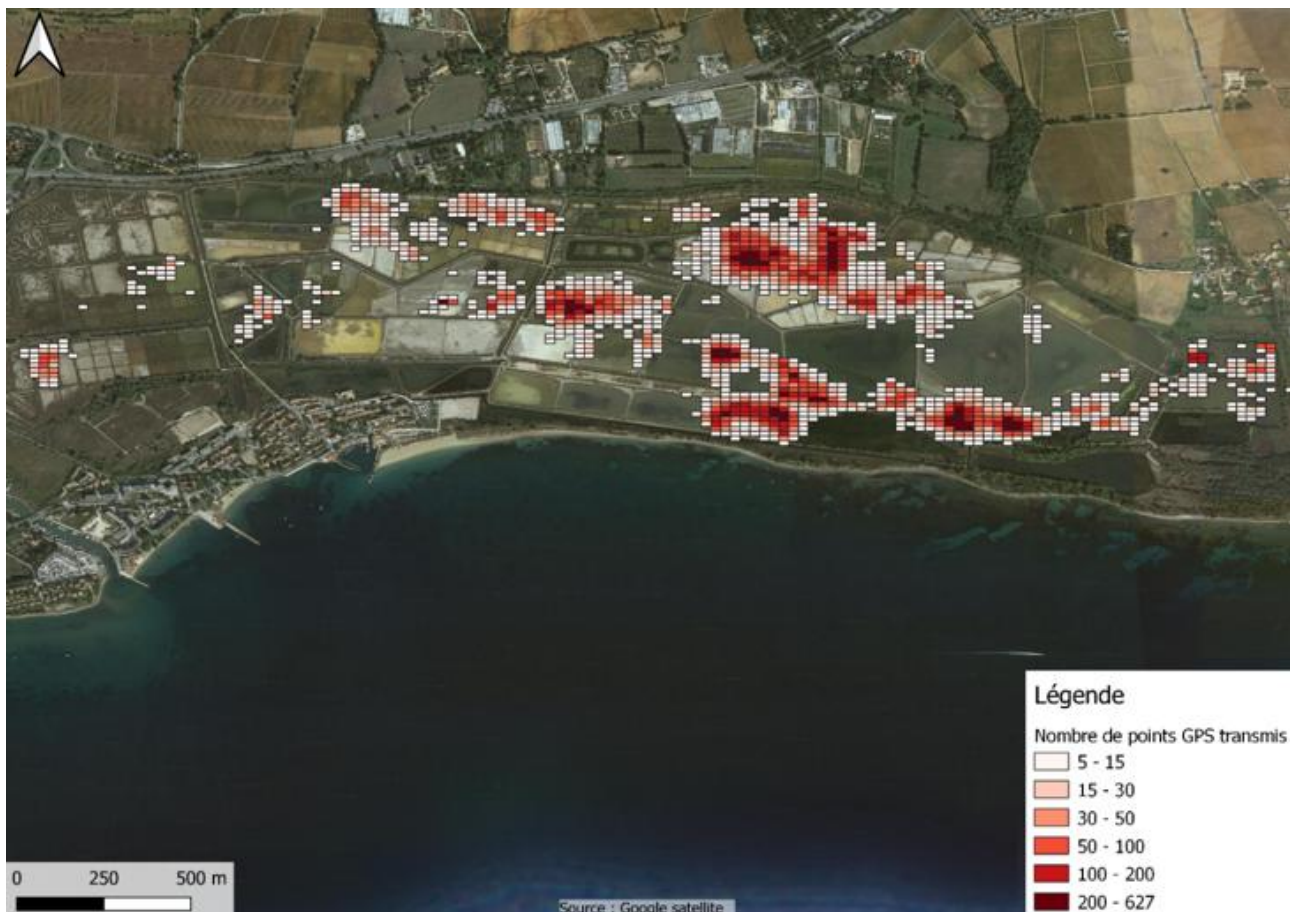


Figure 10. Zones utilisées par les avocettes élégantes sur les vieux salins (Salins d'Hyères). Zones de 38,2 x 19,1 m.

Zones d'hivernage et de halte

Une analyse spatiale des points GPS a permis de mettre en évidence les zones utilisées par les avocettes élégantes lors de leur séjour en Camargue après la saison de reproduction sur les Salins d'Hyères (Figure 11, Figure 12 et Figure 13). Différents maillages ont été utilisés pour faire ressortir ces zones importantes en termes de conservation pour cette espèce. Lors de leurs passages plus ou moins longs, les avocettes élégantes utilisent des zones bien précises comme le domaine de la Palissade, le Grau de Piémanson, l'étang de Consécanière, les étangs de la Dame et de la Vignolle, le Parc Ornithologique du Pont de Gau, la basse de la Cindré ou la partie ouest des saintes-Maries de la Mer (Figure 11, Figure 12 et Figure 13).

En Espagne, des zones de halte et d'hivernage ont également pu être mise en évidence grâce à un hivernage complet d'un

oiseau (« Galinette ») et les haltes de deux oiseaux (« Robin » et « Casse-noisettes ») sur le delta de l'Ebre (Figure 14). Les salins d'Elche (Figure 15) semblent également jouer un rôle d'étape pour certaines avocettes qui rejoignent le Parc national de Doñana (Figure 16). Quant à ce dernier site, il semble être très important pour l'espèce qui y séjourne longtemps (« Casse-noisette », « Robin » et « Garriguet »). Notons aussi que l'individu Robin s'est arrêté au Marais de l'île Cristina (Figure 17), avant d'aller hiverner sur la Réserve naturelle de l'estuaire Sado, au Portugal (Figure 18).

Nous pouvons également remarquer que les avocettes élégantes méditerranéennes effectuent principalement leurs haltes migratoires sur des habitats de type marais salants et lagunes côtières (Figure 11 à Figure 18). De plus, les oiseaux balisés utilisent des zones très précises au sein même de ces

habitats, révélant sans doute des besoins écologiques assez stricts.

Ainsi, au-delà des Salins d'Hyères, l'importante utilisation de zones humides artificielles (salins d'Elche et de Doñana, rizières en Camargue, etc.) lors de leurs haltes migratoires ou leurs hivernages révèle l'importance de la gestion de ces milieux anthropisés pour la conservation des avocettes élégantes. Ces milieux offrent souvent des conditions abiotiques plus stables, favorisant la disponibilité en ressources alimentaires (Enners *et al.*, 2019 ; Li *et al.*, 2024).

Par exemple, les insectes, notamment des larves de chironomes, semblent être une ressource majeure dans les marais salants en hiver (Le Dréan-Quénec'hdu *et al.*, 1999). De ce fait, une gestion adéquate de ces zones humides artificielles apparaît essentielle pour maintenir des sites de halte et d'hivernage de qualité pour les avocettes : maintien d'une salinité stable, gestion de la hauteur d'eau des bassins, connexion avec les eaux marines permettant de maintenir la diversité et l'abondance des proies dans les bassins, etc. (Enners *et al.*, 2019).

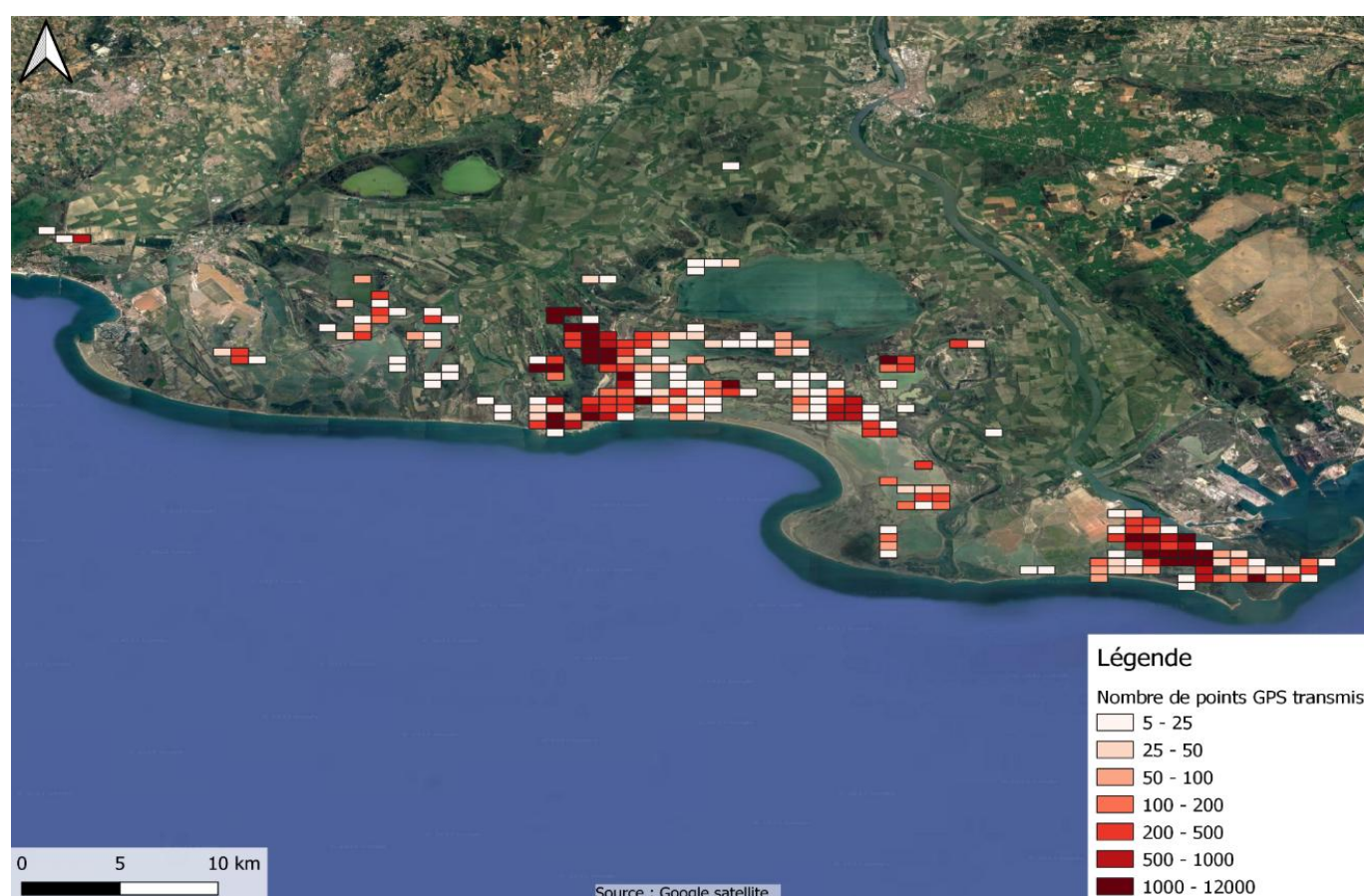


Figure 11. Zones utilisées par les avocettes élégantes en Camargue. Zones de 1,22 x 0,61 km.



Figure 12. Zones utilisées par les avocettes élégantes en Camargue (Camargue Est). Zones de 153 x 153 m.

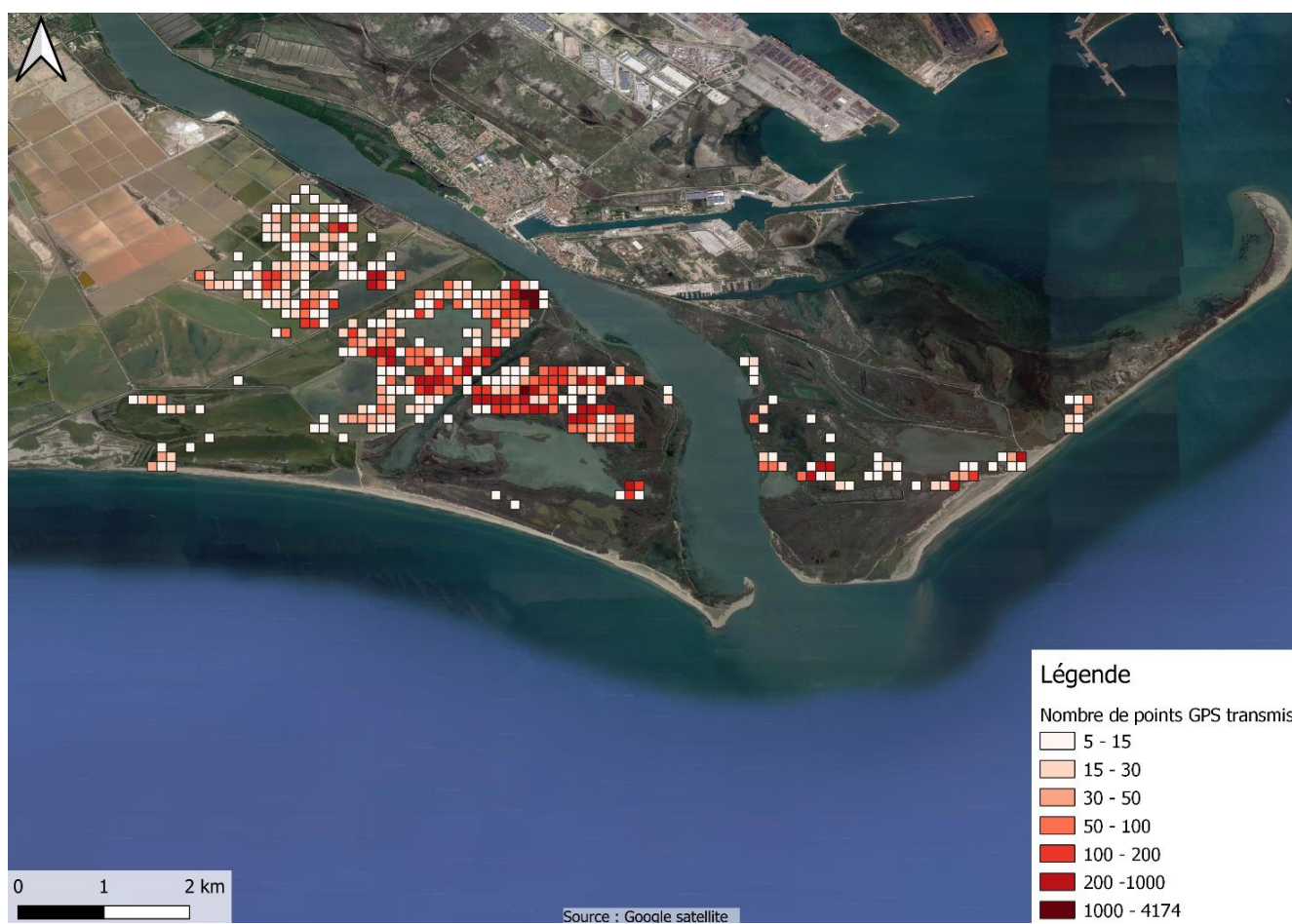


Figure 13. Zones utilisées par les avocettes élégantes en Camargue (secteur Piémanson). Zones de 153 x 153 m.



Figure 14. Zones utilisées par les avocettes élégantes sur le Delta de l'Ebre, Espagne. Zones de 153 x 153 m.

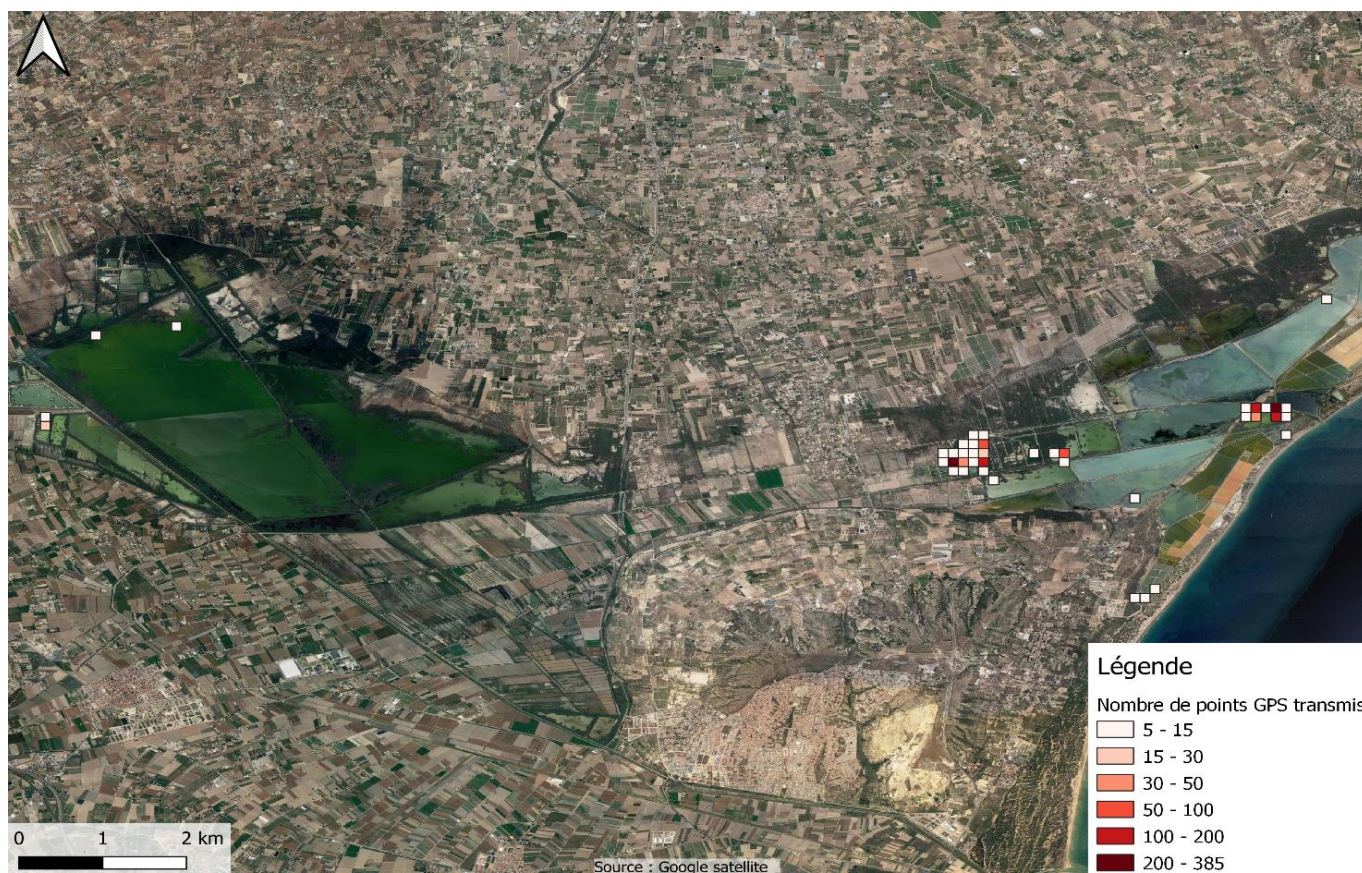


Figure 15. Zones utilisées par les avocettes élégantes à Elche, Espagne. Zones de 153 x 153 m.



Figure 16. Zones utilisées par les avocettes élégantes à Doñana, Espagne. Zones de 153 x 153 m

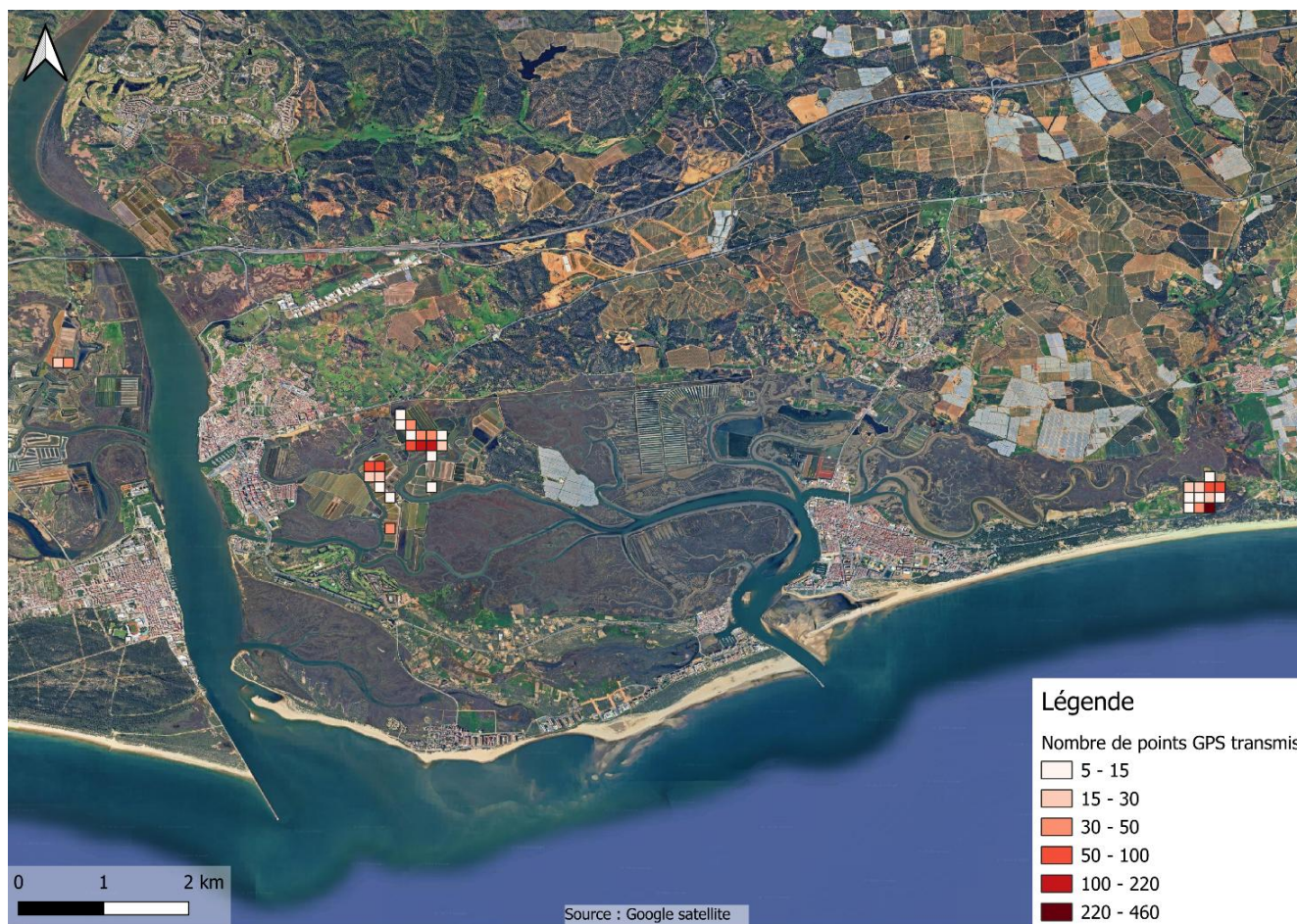


Figure 17. Zones utilisées par « Robin » aux marais de l'île Cristina, Espagne. Zones de 153 x 153 m.

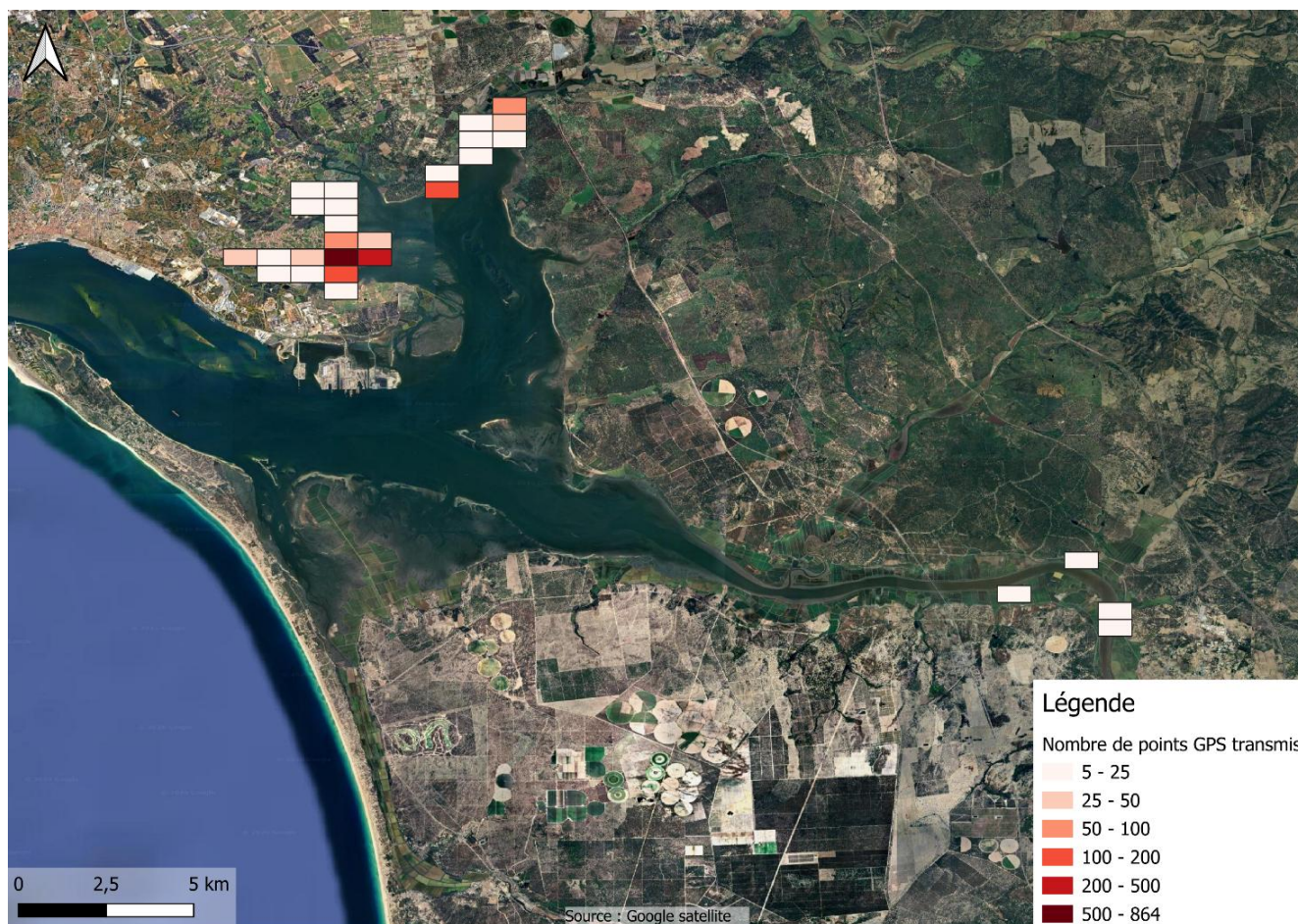


Figure 18. Zones utilisées par « Robin » à la Réserve naturelle de l'estuaire Sado, Portugal. Zones de 1,22 x 0,61 km.

Focus sur Robin & Casse-noisettes

Les trajets de la Camargue vers l'Espagne de ces deux avocettes ont débuté entre le 09/11/2023 et le 15/11/2023 (Figure 19). Ils sont beaucoup plus longs que la moyenne avec des étapes de 267 km à 752 km ! Les altitudes de vol sont parfois étonnantes avec un record à 3 046 mètres pour l'avocette « Casse-noisettes ». Les deux trajets complets entre la Camargue et l'Espagne montrent une traversée du golfe du Lion entre 606 mètres (au départ de Camargue) et 50 mètres d'altitude pour « Casse-noisette » avec une moyenne de 215 mètres. « Robin » a traversé cette zone avec une altitude moyenne de 594 mètres (entre 375 et 737 mètres). Il est à noter une première tentative de traversée le 11/11/2023 pour « Robin » avec un demi-tour après 2 h de vol pour une altitude moyenne de 45,50 mètres d'altitude.

La suite du parcours se fait le long du littoral avec des arrêts migratoires sur le delta de l'Ebre pour les deux oiseaux (du 10/11/2023 au 13/11/2023 pour « Robin » ; 16h pour « Casse-noisettes »), puis un changement de cap simultané pour les deux oiseaux au niveau de Valence. La suite du voyage de « Robin » s'effectue par l'intérieur du pays pour rejoindre la réserve de Doñana puis le littoral du golf de Cadix. « Casse-noisettes », quant à elle, emprunte un trajet intérieur en passant plus au sud, le long d'une ligne entre Murcie et Malaga pour rejoindre la réserve de Doñana. « Robin » après quelques semaines de repos, décide de quitter le marais de l'île Christina le 16/12/2023 avant de rejoindre une nouvelle zone d'hivernage au Portugal. Même si la limite entre atlantique et méditerranée est plutôt fine en cette partie de la péninsule ibérique, cette avocette va passer le reste de l'hiver du côté atlantique sur la Réserve naturelle de l'estuaire

du Sado près de Setúbal, où des avocettes de la voie atlantique séjournent également (Eskildsen *et al.*, 2025). Il faut attendre le 24/02/2024 pour observer un départ, caractérisé par un déplacement en sens inverse vers l'Espagne, suivi d'une arrivée dans le marais de l'île Christina le 27/02/2024. Elle entamera ensuite un retour le 03/04/2024 vers Valence (parc naturel de l'Albufera), puis une remontée vers la Camargue le 06/04/2024 et un retour sur les salins le 09/04/2024. La boucle est bouclée !

Ce focus illustre la plasticité dans le choix des routes migratoires empruntées par les avocettes élégantes, même si la destination ou les étapes peuvent être semblables. Il apporte également un argument supplémentaire à la faible connectivité entre les populations d'avocettes atlantiques et méditerranéennes, quand bien même certains individus des deux populations rentrent en contact.

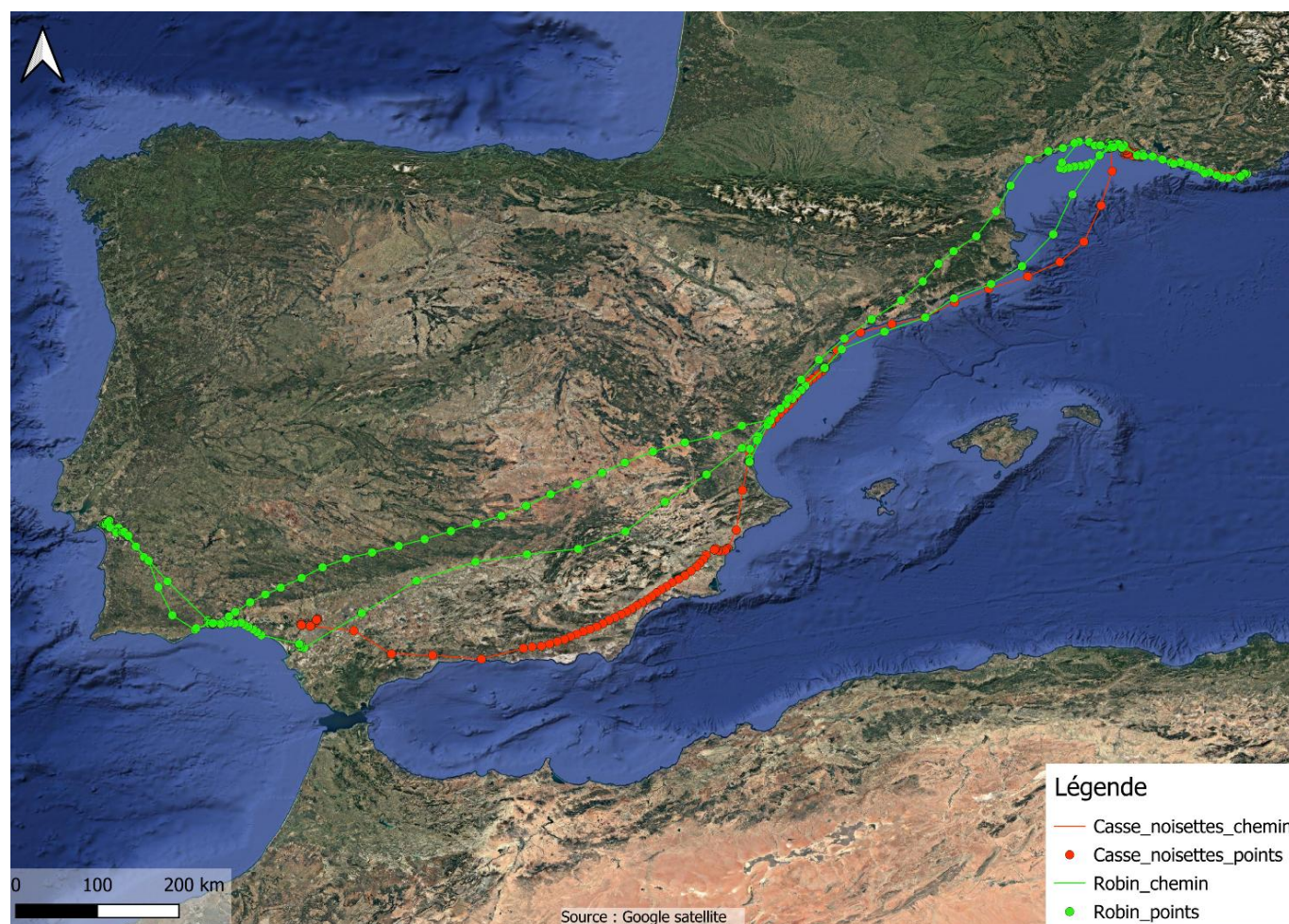


Figure 19. Trajets migratoires de « Robin » et de « Casse-noisettes », deux avocettes élégantes balisées en 2023 sur les Salins d'Hyères (83).

Focus sur Galinette

L'oiseau « Galinette », qui a fait un hivernage complet sur le delta de l'Ebre durant l'hiver 2020/2021, a permis de découvrir une zone de reproduction en Sardaigne où elle est restée durant plusieurs mois. Alors qu'elle empruntait le chemin du retour vers la France

le 12/04/2021 (19h33), elle a lentement glissé vers l'est pour effectuer un périple de 766 km pour arriver dans le nord de la Sardaigne le 13/04/2021 vers 07h14. Vers 18h44, elle décide de traverser l'île en diagonale dans un axe nord-est / sud-ouest pour rejoindre l'étang de Cabras et l'étang salé de Porcus vers 22h43

(Figure 20). Cet oiseau y passa plusieurs mois pour vraisemblablement s'y reproduire, jusqu'au 14/08/2021 où elle entame une migration plein nord avant de rebrousser chemin. Quelques jours plus tard, l'oiseau semble ne plus bouger et la balise signale un comportement anormal de l'oiseau. La balise sera retrouvée avec son harnais coupé, quelques jours après, par Carla Zucca dans un champ proche des derniers points GPS enregistrés. Finalement, cet oiseau montre les

capacités de l'Avocette élégante à traverser de relativement longues distances en pleine mer, sans doute poussé vers l'est par une dépression.

Comme pour les différentes zones d'hivernage ou de reproduction étudiées auparavant, cet oiseau a fourni de nombreuses informations quant à l'utilisation des milieux pour la reproduction ou l'alimentation en Sardaigne (Figure 20 et Figure 21).

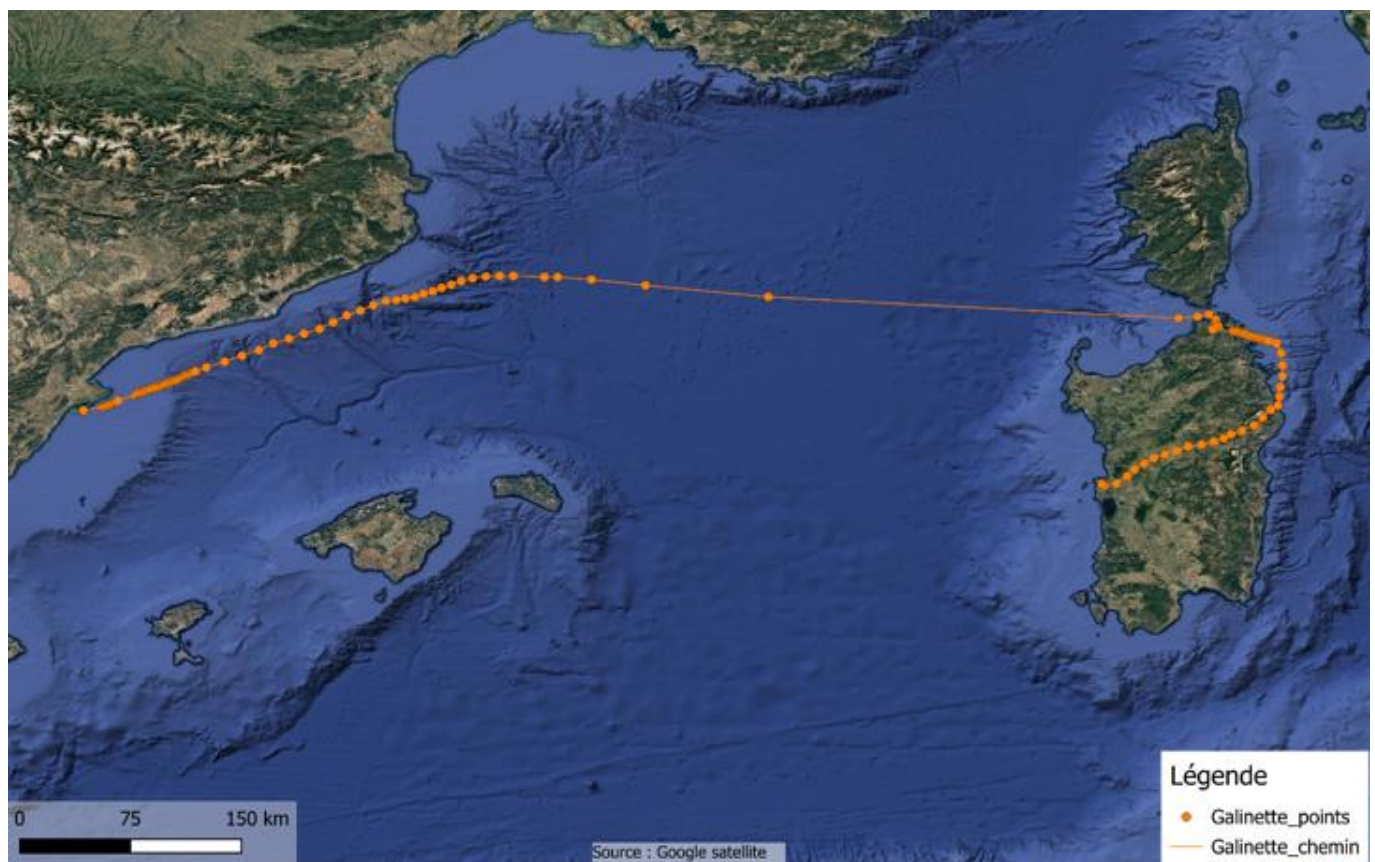


Figure 20. Trajet migratoire prénuptial de « Galinette » entre le 12/04/2021 et le 13/04/2021.



Figure 21. Zones utilisées par « Galinette » en Sardaigne. Zones de 1,22 x 0,61 km.

Conclusion

Le baguage coloré entrepris depuis 2013 sur l'Avocette élégante a permis d'obtenir les premières informations sur la dispersion, la migration et les sites fréquentés par les oiseaux après leur reproduction sur les Salins d'Hyères. La pose de balises GPS à partir de 2019-2020 a ensuite apporté des éléments essentiels pour mieux comprendre le comportement migratoire des individus nicheurs de ce site. Les routes migratoires sont désormais clairement identifiées, tout comme les principales zones de halte et d'hivernage. L'ensemble des données confirme nos premières hypothèses sur la faible connectivité démographique entre la population méditerranéenne et les populations atlantiques ou nord-européennes d'Avocette élégante.

Les progrès technologiques liés à la télémétrie et à la miniaturisation des balises ont permis de lever plusieurs incertitudes et

d'apporter des informations précises et précieuses pour la conservation de l'espèce. Les déplacements des oiseaux balisés à Hyères sont aujourd'hui bien documentés et mettent en évidence des haltes prolongées, pouvant durer plusieurs mois, sur plusieurs sites camarguais. Certaines avocettes y séjournent jusqu'à la saison de reproduction suivante, tandis que d'autres entament dès le mois de novembre une migration vers des sites d'hivernage plus méridionaux, notamment en Espagne, où le delta de l'Èbre et le parc national de Doñana semblent constituer des zones importantes pour l'espèce. La fiabilité limitée de quelques balises et les individus sélectionnés n'ont toutefois pas permis d'identifier l'ensemble des sites d'hivernage potentiels. Ainsi, ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence en raison du nombre limité d'individus suivis et des biais potentiels liés au fonctionnement des balises. Néanmoins, des balisages réalisés dans le Gard dans le cadre du projet Migralion ont

confirmé ces résultats et ont également mis en évidence des hivernages plus méridionaux, notamment en Algérie (oiseau trouvé mort sur place), ainsi qu'au Sénégal et en Gambie. Ces déplacements entre zones humides côtières sont généralement réalisés en quelques heures de nuit, le long du littoral, à l'intérieur des terres ou parfois au-dessus de la mer. Les oiseaux présentent également des variations d'altitude et de vitesse de vol probablement liées aux conditions aérologiques rencontrées et à la distance parcourue lors des différents segments migratoires. L'intégration future de données météorologiques fines et l'augmentation du nombre d'individus suivis permettraient de mieux quantifier les mécanismes sous-jacents aux stratégies de vol observées.

Les données issues de la télémétrie soulignent également l'importance des lagunes côtières et des zones humides artificielles utilisées comme sites de halte ou d'hivernage par les avocettes élégantes

méditerranéennes. La majorité de ces sites étant situés au sein d'espaces naturels protégés, ces résultats mettent en évidence l'importance du maintien et de la gestion des zones humides côtières pour la conservation de cette population.

Il apparaît ainsi essentiel de poursuivre le suivi des déplacements de cette espèce, dont l'écologie migratoire reste encore partiellement méconnue. Dans un contexte de changement climatique et de recul du trait de côte susceptible d'affecter les habitats littoraux, l'amélioration des connaissances sur les routes migratoires, les sites de halte et les zones d'hivernage constitue un enjeu majeur pour renforcer les mesures de protection et assurer la conservation à long terme de la population méditerranéenne d'Avocette élégante.



Avocette élégante qui couve © Aurélien AUDEVARD

Références bibliographiques

- ALERSTAM T. & HEDENSTROM A. (1998). *The Development of Bird Migration Theory*. Journal of Avian Biology 29 (4) : 343.
- ALTSHULER D.L. (2006). *The Physiology and Biomechanics of Avian Flight at High Altitude*. Integrative and Comparative Biology 46 (1) : 62-71.
- ALVES J.A., DIAS M.P., MÉNDEZ V., KATRÍNARDÓTTIR B. & GUNNARSSON T.G. (2016). *Very Rapid Long-Distance Sea Crossing by a Migratory Bird*. Scientific Reports 6 (1): 38154.
- AUDEVARD A. & CABRI J. (2019). *Bilan de 6 années de baguage de l'Avocette élégante Recurvirostra avosetta et de 3 années de baguage du Gravelot à collier interrompu Charadrius alexandrinus sur les Salins d'Hyères (Var-83)*. 74.
- AUDEVARD A. & GARCIA S. (2020). *Suivi annuel ornithologique et veille naturaliste des zones humides hyéroises Année 2019*.
- BRADARIĆ M., KRANSTAUBER B., BOUTEN W. & SHAMOUN-BARANES J. (2024). *Forecasting Nocturnal Bird Migration for Dynamic Aeroconservation: The Value of Short-term Datasets*. Journal of Applied Ecology 61 (6) : 1147-58.
- CHAMBON R. (2018). *Dynamiques spatio-temporelles individuelles chez une sous-population migratrice partielle d'une espèce limicole pionnière, l'Avocette élégante (Recurvirostra avosetta)*. UNIVERSITE DE RENNES 1.
- CHAMBON R., DUGRAVOT S., PAILLISSON J.-M., LEMESLE J.-C., YSNEL F. & GÉLINAUD G. (2018). *Partial Migration in Inexperienced Pied Avocets Recurvirostra Avosetta : Distribution Pattern and Correlates*. Journal of Avian Biology 49 (6) : jav.01549.
- DOKTER A.M., SHAMOUN-BARANES J., KEMP M.U., TIJM S. & HOLLEMAN I. (2013). *High Altitude Bird Migration at Temperate Latitudes: A Synoptic Perspective on Wind Assistance*. PLoS ONE 8 (1) : e52300.
- DUIJNS S., ANDERSON A.M., AUBRY Y., et al. (2019). *Long-Distance Migratory Shorebirds Travel Faster towards Their Breeding Grounds, but Fly Faster Post-Breeding*. Scientific Reports 9 (1) : 9420.
- ENNERS L., CHAGAS A.L.J., ISMAR-REBITZ S.M.H., SCHWEMMER P. & GARTHE S. (2019). *Foraging Patterns and Diet Composition of Breeding Pied Avocets (Recurvirostra Avosetta) in the German Wadden Sea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 229 (novembre): 106399.
- ESKILDSEN M., GARTHE S. & SCHWEMMER P. (2025). *Connectivity of Wetland Areas along the East Atlantic Flyway Used as Moulting and Stopover Sites by Pied Avocets (Recurvirostra Avosetta) during Autumn Migration*. Journal of Ornithology 166 (4) : 931-45.
- FUDICKAR A.M., JAHN A.E. & KETTERSON E.D. (2021). *Animal Migration: An Overview of One of Nature's Great Spectacles*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 52 (1) : 479-97.
- HEDENSTRÖM A. (2002). *Aerodynamics, Evolution and Ecology of Avian Flight*. Trends in Ecology & Evolution 17 (9) : 415-22.
- HÖTKER H. & DODMAN T. (2009). *Pied avocet Recurvirostra avosetta*. In An Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International.
- ISSA N. & MULLER Y. (2015). *Atlas des oiseaux de France métropolitaine: nidification et présence hivernale*. Édité par Ligue française pour la protection des oiseaux et Muséum National d'Histoire Naturelle. Delachaux et Niestlé.
- LE DRÉAN-QUÉNEC'H DU S., CHÉPEAU Y. & MAHÉO R. (1999). *Choix des sites d'alimentation nocturne par l'Avocette élégante Recurvirostra avosetta dans la presqu'île guérandaise*. In ALAUDA Revue trimestrielle de la Société d'Études Ornithologiques de France.
- LI D., XU H., FAN C., WU Y., ZHANG Y. & HOU X. (2024). *Artificial Wetlands Providing Space Gain for the Suitable Habitat of Coastal Pied Avocet*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 306 (octobre) : 108891.
- LIECHTI F. & BRUDERER B. (1998). *The Relevance of Wind for Optimal Migration Theory*. Journal of Avian Biology 29 (4) : 561.
- MATEOS-RODRÍGUEZ M. & LIECHTI F. (2012). *How Do Diurnal Long-Distance Migrants Select Flight Altitude in Relation to Wind?* Behavioral Ecology 23 (2) : 403-9.
- NUSSBAUMER R., SCHMID B., BAUER S. & LIECHTI F. (2022). *Favorable Winds Speed up Bird Migration in Spring but Not in Autumn*. Ecology and Evolution 12 (8) : e9146.
- PEDERSON R., BOCHER P., GARTHE S. et al. (2022). *Bird Migration in Space and Time: Chain Migration by Eurasian Curlew Numenius Arquata Arquata along the East Atlantic Flyway*. Journal of Avian Biology 2022 (9) : e02924.
- SENNER N.R., STAGER M., VERHOEVEN M.A., CHEVIRON Z.A., PERSMA T. & BOUTEN W. (2018). *High-Altitude Shorebird Migration in the Absence of Topographical Barriers: Avoiding High Air Temperatures and Searching for Profitable Winds*. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 285 (1881) : 20180569.
- VAN DER YEUGHT A. (2013). *Statut de l'Avocette élégante (Recurvirostra avosetta) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Faune-PACA Publication n° 27.

Annexes

Annexe I. Corrélations de Spearman entre les différentes variables issues des données télémétriques des balises.
Les lignes en bleu représentent les tests pour lesquels les résultats sont significatifs.

Variables comparées	Coefficient de corrélation (r)	p-valeur
Vitesse_moyenne vs Altitude_moyenne	0,291	0,141
Vitesse_maximum vs Altitude_maximum	0,269	0,174
Vitesse_moyenne vs km_parcourus	0,411	0,033
Altitude_moyenne vs km_parcourus	0,539	0,004
Vitesse_maximum vs km_parcourus	0,594	0,001
Altitude_maximum vs km_parcourus	0,54	0,01

Annexe II. Masse des équipements (balise GPS-GSM INTERREX 12 + bague) et masse relative de l'équipement à celle des oiseaux.

Types d'équipement d'oiseau (p.ex. 1 ligne GPS, 1 ligne VHF)	Masse de la balise (g)	Masse du harnais (g)	Masse bague métal (g)	Masse marques auxiliaires (g)	Masse totale (g)	Masse relative (%) A distinguer par sexe, âge
Balise GPS INTERREX 12 	8	1	1,5	0,55	11,05	Pour ne pas dépasser plus de 4 % de la masse corporelle des oiseaux, 3,50 % pour un oiseau adulte de 315 g 3,62 % pour un oiseau de 305 g 3,81 % pour un oiseau de 290 g

Annexe III. Caractéristiques techniques de la balise GPS-GSM INTERREX 12.

Dimensions	43 mm × 25 mm × 12 mm
Poids	8g
Antenne	Antenne interne en céramique
Structure	Solide, aérodynamique et étanche, avec plusieurs trous de filetage pour harnais (étanche à 70 mètres - eau douce)
Types de données	
GPS	Longitude, latitude, altitude, hauteur du géoïde, cap, quantité de satellites
ENV	Voltage, intensité lumineuse, température
BHV	ODBA (accélération dynamique globale du corps)
ACC	Données d'accélération x/y/z (sur demande)
BSS	Longitude, latitude, altitude (méthode de localisation alternative pour situation extrême)
Alimentation	
Type solaire	Unité solaire GaAs (efficacité 30%) avec de bonnes performances sous faible luminosité
Type de batterie	Batterie rechargeable au lithium polymère avec protection contre les sous-charges et les surcharges

Capacité de la batterie	30mAh / Plus de 100 localisations GPS sans recharge
Module GPS	
GPS précision	CEP (50%) 5m
Taux de mise à jour maximum	10 Hz
Module de transmission	
GPRS (données 2G) / GSM (SMS 2G) (itinérance mondiale prise en charge) BLE (Bluetooth basse consommation)	
Taux de transmission	2G : Max. 85,6 Kbps/85,6 Kbps (liaison montante/liaison descendante)
Paramètres de collecte et de transmission des données	
	Mode à intervalles réguliers :
	- Intervalle GPS : 5 min ~ 1 jour
	- Intervalle ENV : 5 min ~ 1 jour
	- Intervalle ODBA : 10 min/30 min
	- Intervalle ACC : 25 Hz, 3 secondes toutes les 10 min (par défaut)
	- Intervalle de transmission : 5 min ~ 1 jour
Options sélectionnables sur la plate-forme de données du site Web ou sur l'application	
	Mode à l'heure (ON TIME) - Transmission : jusqu'à trois fois à heures fixes par jour (par exemple 13h00/14h00/18h00) - GPS / ENV / BHV : Modèle à intervalles réguliers ou modèle à l'heure suivent chaque transmission Mode veille (Sleep mode) Ce mode consiste à désactiver certains types de collecte de données pour : - une certaine période (de quelques minutes à des mois) - une période régulière chaque jour (maximum 16 heures)
Optimisation intelligente de la fréquence et détection de vol (BOOST)	
	La fonction BOOST augmente intelligemment la fréquence de collecte et de transmission des données lorsque les conditions de charge sont bonnes ou que l'oiseau vole. Le paramètre par défaut est le suivant :
Optimisation de la fréquence :	Toutes les 10 min/1 min
Détection de vol	Toutes les 20 secondes
	Avec la fonction BOOST, l'appareil restitue des traces de mouvement détaillées sans intervention manuelle et évite la possibilité de décharger la batterie due à des réglages inadaptés par mauvais temps
Stockage de données	
	Les données enregistrées seront stockées en mémoire si le réseau n'est pas disponible
Mémoire flash	16 MB
Stockage régulier des données	380 000 données (460 jours de stockage régulier de données)
Stockage des données BOOST	280 000 points GPS
Stockage de données ACC	28 700 points
Conditions d'utilisation	
Température de fonctionnement	-20°C~60°C
Étanchéité	7 ATM (70 mètres en eau douce)
Mise à jour	Via réseau téléphone

La faune de la région PACA

Le territoire de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est le plus riche et le plus diversifié en nombre d'espèces en France métropolitaine. La région PACA abrite 245 espèces d'oiseaux nicheurs sur 275 espèces recensées en France, 70 % des 143 espèces de mammifères, 80 % des 34 Reptiles, 61 % des 31 Amphibiens, 85 % des 240 papillons de jour et 74 % des 100 libellules.

Le projet www.faune-paca.org

En septembre 2026, le site <http://www.faune-paca.org> a dépassé le seuil des **14,6 millions de données** portant sur les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les amphibiens, les libellules et les papillons diurnes. Ces données zoologiques ont été saisies et cartographiées en temps réel. Le site <http://www.faune-paca.org> s'inscrit dans une démarche collaborative et mutualiste de mise à disposition d'un atlas en ligne actualisé en permanence. Faune-paca.org est un projet développé par la LPO PACA et consolidé au niveau national par le réseau LPO sur le site www.faune-france.org.

Ce projet est original et se caractérise par son rôle fédérateur, son efficacité, sa fiabilité, son ouverture aux professionnels de l'environnement et aux bénévoles. Chacun est libre de renseigner les données qu'il souhaite, de les rendre publiques ou non, et d'en disposer pour son propre usage comme bon lui semble. Il est modulable en fonction des besoins des partenaires. Il est perpétuellement mis à jour et les données agrégées sont disponibles sous forme de cartographies et de listes à l'échelle communales pour les acteurs du territoire de la région PACA.

Les partenaires

Faune-PACA Publication

Cette nouvelle publication en ligne Faune-PACA publication a pour ambition d'ouvrir un espace de publication pour des synthèses à partir des données zoologiques compilées sur le site internet éponyme www.faune-paca.org. Les données recueillies sont ainsi synthétisables régulièrement sous forme d'ouvrages écrits de référence (atlas, livres rouges, fiches espèces, fiches milieux, etc.), mais aussi, plus régulièrement encore, sous la forme de publications distribuées électroniquement. Faune-PACA Publication est destiné à publier des comptes-rendus naturalistes, des rapports d'études, des rapports de stage pour rythmer les activités naturalistes de la région PACA. Vous pouvez soumettre vos projets de publication à Amine Flitti, rédacteur en chef et administrateur des données sur [faune-paca.org](mailto:amine.flitti@lpo.fr) amine.flitti@lpo.fr.

Faune-PACA Publication n°138

Édition :

LPO PACA
9 rue de Provence
83400 HYERES

Tél : 04 94 12 79 52

Courriel : paca@lpo.fr • Web : paca.lpo.fr

Directeur de la publication : Amine FLITTI

Rédacteur en chef : Amine FLITTI

Comité de lecture du n° 138 : Aurélie TORRES et Catherine GODEFROID

Administrateur des données faune-paca.org : Amine FLITTI

Photographie couverture : Avocette élégante en vol © Aurélien AUDEVARD

©LPO PACA 2026

La reproduction de textes et d'illustrations, même partielle et quel que soit le procédé utilisé, est soumise à autorisation.

Afin de réduire votre impact écologique nous vous invitons à ne pas imprimer cette publication. Partenaires techniques et financiers du site www.faune-paca.org sur la page accueil du site.



Agir pour
la biodiversité

