



Agir pour
la biodiversité

La Rochelle
Université



**CARACTERISATION DU DOMAINE VITAL DE L'OEDICNEME
CRIARD (*BURHINUS OEDICNEMUS*) EN PERIODE DE
NIDIFICATION SUR LA COMMUNAUTE
D'AGGLOMERATION DE LA ROCHELLE**

CHARLOTTE HERIQUE

**MASTER 2 SCIENCES POUR L'ENVIRONNEMENT,
PARCOURS : GESTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ECOLOGIE LITTORALE
LA ROCHELLE UNIVERSITÉ**

**POSGRADO EN GESTIÓN INTEGRADA DE ÁREAS COSTERAS TROPICALES
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**STRUCTURE D'ACCUEIL : LPO DELEGATION TERRITORIALE POITOU-CHARENTES
MAITRE DE STAGE : JENNIFER FABRE, CHARGÉE DE MISSION BIODIVERSITE
TUTEUR ACADEMIQUE : PIERRICK BOCHER**

Août 2025

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier chaleureusement Jennifer FABRE, qui m'a permis de faire ce stage à la LPO, riche en apprentissages et en expériences ; Elle m'a transmis sa passion pour ce métier et son dévouement pour la protection des oiseaux de plaines ; Je garderai en mémoire les quelques moments partagés en début de saison à la recherche de l'œdicnème criard, à l'époque où mon œil non aguerri cherchait, à la hâte, mais ne voyait pas grand-chose. Merci aussi pour ton soutien dans la rédaction de ce mémoire.

Merci à Mélissa GOEPFERT pour son accompagnement tout au long de ce stage pour la mise en œuvre du suivi œdicnèmes sur le terrain.

Merci à Fabien MERCIER, de m'avoir permis d'intégrer l'équipe et de m'avoir apporté sa connaissance, et accompagnée dans la réflexion pour la rédaction de ce mémoire.

Merci à Elisa DAVIAUD pour son aide dans la rédaction de ce rapport, et ses connaissances partagées.

Merci à Alexis CHABROUILLARD de m'avoir invitée à participer au STOC CAPTUR à Pampin. J'ai beaucoup appris.

Et merci à tous les autres ! Je remercie toute l'équipe de la LPO, pour les moments que l'on a partagé, cette bonne humeur qui vous caractérise et votre passion débordante pour vos métiers, au service Etudes comme au service Animation ! Je suis fan de tout ce que vous faites et très fière d'avoir fait un bout de chemin à vos côtés, si inspirants que vous êtes ! Je regrette de n'avoir pas eu plus de temps pour découvrir vos métiers, mais je compte bien vous revoir sur des missions de bénévoles, ou dans d'autres horizons !

Merci à l'Université de La Rochelle de m'avoir offert la chance de faire ce master, d'avoir cru en mes capacités, malgré une licence de biologie vieille de 10 ans ! Merci à toute l'équipe pédagogique pour tout ce que vous nous avez transmis.

¡Gracias a la Universidad de Costa Rica por permitirme pasar este semestre en un lugar increíble! Gracias a todos nuestros profesores, en especial a Juan José Alvarado y Álvaro Morales, por habernos acompañado tan bien. Un gracias particular a los profesores del curso sobre los aspectos sociales relacionados con la gestión integrada de las zonas costeras: he aprendido mucho. Tendré muy presente todo lo que he aprendido para abordar mi profesión.

Je remercie ma famille qui participe à mon équilibre chaque jour et qui me soutient sans faille. Merci d'avoir toujours cru en moi !

Et enfin, et surtout : Merci à mon amoureux qui depuis le début de ce master partage ma vie, mes hauts et mes bas, mes victoires et mes peines. Ça n'aura pas été facile tous les jours mais tu étais là. Merci de m'avoir supportée et encouragée tout ce temps et de m'avoir suivie jusqu'au bout du monde pour ce semestre au Costa Rica !

J'ai décidé de reprendre mes études à 34 ans. Et, après ces deux années d'études et de labeur, je n'ai qu'une hâte : **Agir pour la biodiversité !**

Table des matières

Avant-propos	2
Introduction	3
Matériels et méthodes	3
A. L'œdicnème criard.....	5
B. La zone d'étude.....	7
C. Repérage, protection des nids et suivi de la nichée	7
D. Pose des balises GPS.....	8
E. Période d'étude	9
F. Traitement des données de suivi télémétrique.....	10
G. Estimation et analyse spatiale des domaines vitaux.....	12
H. Analyses comportementales temporelles.....	15
I. Analyse de l'habitat	15
Résultats	17
I. DOMAINES VITAUX	17
A. Taille des domaines vitaux par nichée	17
B. Variation intra et interannuelle des domaines vitaux.....	18
C. Variation selon le cycle nyctéméral (Jour/Nuit) et le cycle de reproduction (Incubation / Elevage).....	19
D. Eloignement du nid	22
E. Temps de présence au nid en période d'incubation, selon les phases du cycle nyctéméral.....	23
II. ETUDE DE L'HABITAT	23
A. Nombre de parcelles	23
B. Occupation du sol.....	24
C. Evolution temporelle de l'habitat sélectionné.....	24
Discussion	30
I. Domaines vitaux.....	30
II. Habitat	34
III. Implications pour la conservation.....	37
Conclusion	40
GLOSSAIRE	44
Annexes	47

Les termes suivis d'un astérisque (*) sont définis dans le glossaire en annexe

Avant-propos

Ce mémoire de Master II Gestion de l'environnement et écologie Littorale, présente les résultats d'une étude réalisée dans le cadre d'un stage de six mois réalisés au sein de la LPO Poitou-Charentes, de mars à août 2025, sous la supervision de Jennifer FABRE pour la LPO Poitou-Charentes et l'encadrement académique de Patrick BOCHER pour l'Université de La Rochelle.

La Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) France est une association de protection de la nature créée en 1912, reconnue d'utilité publique depuis 1986 et représentant français de BirdLife International depuis 1995. Dirigée collégalement par Olivier Denoue, Vanessa Lorioux et Cédric Marteau, et présidée par Alain Bougrain-Dubourg, l'association compte 64 000 adhérents, 8 000 bénévoles et 600 salariés répartis sur un réseau de 83 départements. Son siège social est situé à Rochefort en Charente-Maritime. La LPO s'engage dans la conservation et la préservation de la biodiversité au travers de trois missions principales : la protection des espèces par la coordination de Plans nationaux d'actions et de projets LIFE, la préservation des espaces avec la gestion de plus de 24 000 hectares de milieux naturels, et l'éducation-sensibilisation auprès de différents publics. L'association a également initié le réseau "Refuge LPO" qui regroupe aujourd'hui 43 000 sites représentant près de 50 000 hectares protégés. La LPO Poitou-Charentes, née en 2018 de la fusion de la LPO Vienne et de la LPO Charente-Maritime, constitue l'une des trois délégations territoriales de la région Nouvelle-Aquitaine. Elle couvre quatre départements : Charente, Charente-Maritime, Deux-Sèvres et Vienne

Ce stage s'est articulé autour de deux volets complémentaires s'inscrivant dans les objectifs du Programme National Œdicnème. La première partie, de mars à juin, a été consacrée au suivi de terrain des couples nicheurs selon le protocole national standardisé : prospection mensuelle des parcelles favorables, repérage et protection des nids en collaboration avec les agriculteurs, suivi des poussins jusqu'à l'envol et sessions de baguage des adultes et des jeunes. Cette phase a permis le suivi de 46 nids, dont 34 protégés, aboutissant à 24 éclosions confirmées et 20 succès reproducteurs avérés ou supposés. Sept sessions de baguage ont été organisées, permettant le marquage de 12 individus dont 5 poussins et 7 adultes. La seconde partie du stage, de mi-juin à fin juillet, s'est focalisée sur l'analyse des domaines vitaux à partir des données télémétriques collectées. Cette phase analytique constitue le cœur de la présente étude.

Au cours de ce stage, j'ai pu également participer à d'autres activités telles que le baguage au marais de Pampin dans le cadre du protocole STOC CAPTURE du CRBPO, et le suivi et la protection des nichées de busards.



Figure 1. Photographies de nids d'œdicnèmes criards protégés lors de la saison 2025 sur la CDA de La Rochelle – A gauche : Au premier plan, un nid contenant 2 œufs. Au second plan : un salarié LPO posant des piquets de protection de part et d'autre du nid (C. HERIQUE) – A droite : 1 nid d'œdicnèmes criards contenant 2 poussins d'environ 2 jours (C. HERIQUE)

Introduction

L'intensification de l'agriculture au cours des dernières décennies a conduit à un déclin généralisé de la biodiversité des milieux agricoles, les oiseaux spécialistes des terres agricoles étant particulièrement exposés aux changements rapides de leur habitat ainsi qu'à la réduction des ressources alimentaires disponibles (Donald et al., 2001 ; Gaget et al., 2019). L'expansion agricole des 10 000 dernières années avait initialement créé une mosaïque complexe de paysages ayant permis la colonisation de ces nouveaux habitats par de nombreuses espèces d'oiseaux, généralement d'origine steppique (O'Connor & Shrubbs, 1986). Cependant, l'agriculture intensive qui a progressivement remplacé l'agriculture traditionnelle, notamment sous l'impulsion de la Politique Agricole Commune depuis 1962, constitue désormais l'une des principales causes du déclin de la biodiversité en milieu agricole (Krebs et al., 1999).

L'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*), limicole* terrestre paléarctique* steppique*, illustre parfaitement cette problématique. Cette espèce à forte valeur patrimoniale*, typique des paysages agricoles français, fréquente les terres agricoles et pseudo-steppes* européennes (Vaughan & Vaughan-Jennings, 2005) et a subi un déclin rapide et important de sa population depuis la seconde moitié du siècle dernier (Cramp & Simmons, 1983). En France, qui abrite la deuxième plus grande population européenne avec environ 19 000 à 28 000 couples reproducteurs (Issa & Muller, 2015), les effectifs demeurent incertains à l'échelle nationale mais montrent des déclin locaux préoccupants dans certaines régions.

L'œdicnème criard présente des caractéristiques écologiques qui le rendent particulièrement vulnérable dans le paysage agricole : il niche au sol dans une simple cuvette tapissée de petits cailloux (Snow & Perrins, 1998), et privilégie les cultures courtes ou à structure ouverte pendant la reproduction (maïs, carottes, betterave sucrière, tournesol), évitant les céréales intensives trop hautes et denses (Green, 1988 ; Tucker & Heath, 1994). La nidification au sol rend l'espèce particulièrement vulnérable aux effets directs et indirects liés à l'intensification agricole. Les effets directs incluent la destruction mécanique agricole des nids lors des travaux de labour, semis ou entretien des cultures, ainsi que l'exposition aux substances toxiques, notamment les néonicotinoïdes*. Les effets indirects comprennent le déclin des communautés d'insectes constituant la base alimentaire de l'espèce, l'augmentation des pressions de dérangement, et la modification des habitats de reproduction (Green et al., 2000 ; Gaget et al., 2019). L'œdicnème criard présente un rythme d'activité nyctéméral* se caractérisant par une alimentation principalement nocturne et un chant crépusculaire caractéristique, induisant une utilisation différentielle des habitats entre le jour et la nuit (MNHN & OFB, 2003-2023). La reproduction s'étend du printemps à l'automne, avec une ponte étalée de début avril à début juillet (Snow & Perrins, 1998), et les poussins nidifuges* quittent le nid après éclosion pour devenir volants vers 45 jours (Hume & Kirwan, 2013). Il s'agit d'une espèce philopatricke*, c'est-à-dire que les adultes restent fidèles à leur lieu de naissance pour la reproduction (Tissier, 2005).

Le Poitou-Charentes constitue l'une des plus importantes populations nationales et possède donc une responsabilité très forte pour la conservation de l'espèce. Les premiers résultats du suivi à long terme d'une population dans cette région révèlent un constat alarmant : l'ensemble des paramètres démographiques étudiés sont en déclin, avec une diminution conséquente de 25% de la population locale ainsi que de la survie adulte au cours des 15 dernières années (Gaget et al., 2018). Ces déclin surviennent alors même qu'une proportion significative de la zone d'étude est concernée par des mesures agro-environnementales* pour la conservation de l'outarde canepetière*, suggérant le besoin de mesures de conservation spécifiques pour l'œdicnème criard. La baisse simultanée sur 19 ans du volume des œufs d'œdicnèmes de -5% et des effectifs de l'espèce de carabe* la plus abondante (*Poecilus cupreus*) de -90%, principale ressource alimentaire de l'œdicnème, traduit un probable effet d'effondrement des ressources alimentaires de l'espèce, avec des conséquences directes sur la survie des poussins et le succès reproducteur global.

L'espèce est protégée par l'arrêté du 29 octobre 2009 en France et face au constat de la destruction régulière des nids par les travaux agricoles, le Programme National Œdicnème a été déployé depuis 2020 pour coordonner les efforts de conservation à l'échelle nationale. Ce programme s'appuie principalement sur des protocoles de protection des nids en collaboration avec les agriculteurs. Il a notamment pour objectif de développer l'étude des déplacements par télémétrie GPS* afin de caractériser les domaines vitaux* et les stratégies d'utilisation de l'espace.

Cette étude vise à caractériser précisément l'utilisation de l'espace par les couples nicheurs d'œdicnème criard en période de reproduction sur le territoire de la CDA de La Rochelle. L'objectif principal consiste à déterminer l'étendue et les modalités d'utilisation des domaines vitaux durant les phases d'incubation* (période où les adultes maintiennent les œufs à la température optimale pour le développement embryonnaire) et d'élevage* (période de soins parentaux aux poussins après l'éclosion). D'abord nous déterminerons le domaine vital des œdicnèmes en période de nidification et analyserons les variations des domaines vitaux entre les phases de reproduction (incubation vs élevage) et selon le cycle nyctéméral (jour vs nuit). Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'évolution de la taille des domaines vitaux, au temps passé au nid en élevage, et aux distances parcourues depuis la zone de nidification afin de comprendre les déterminants spatiaux à l'origine des évolutions du domaine vital. Ensuite, nous étudierons l'habitat sélectionné par les individus en période de reproduction, et son évolution intra et inter annuelle. Nous étudierons l'occupation du sol et le nombre de parcelles au sein des domaines vitaux, ainsi que l'évolution du taux de fréquentation des zones d'alimentation au cours du cycle de reproduction. L'analyse s'appuie sur un protocole de télémétrie GPS ; Quatre individus adultes ont été équipés de balises GPS-GSM* solaires OrniTrack 10g, permettant un suivi fin des déplacements durant six nichées* sur deux saisons de reproduction (2024-2025). À terme, à la lumière de ces nouvelles connaissances, il s'agira de proposer des recommandations de gestion concrètes pour la conservation de l'œdicnème criard en cohérence avec le contexte local.

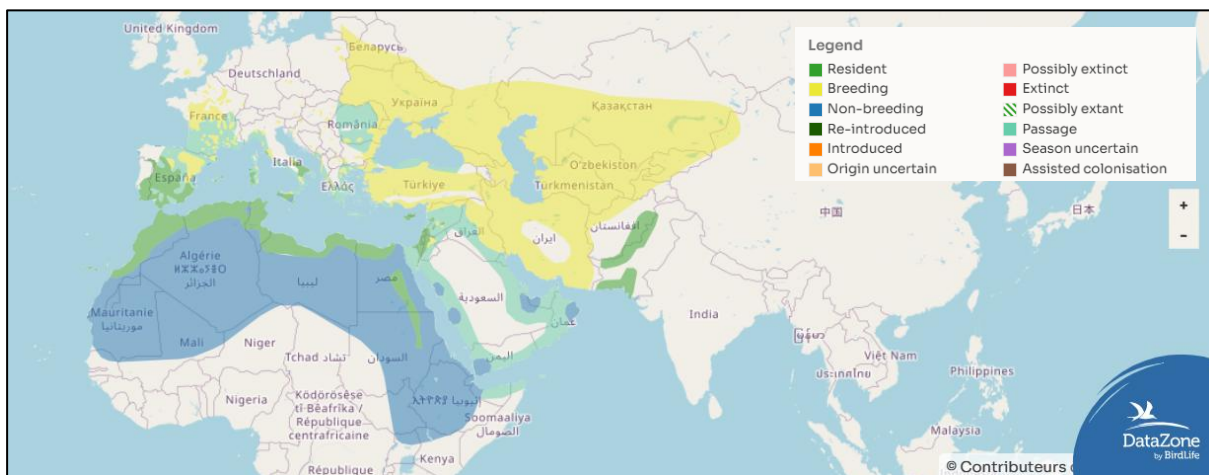
Matériels et méthodes

A. L'œdicnème criard

Ecologie de l'espèce

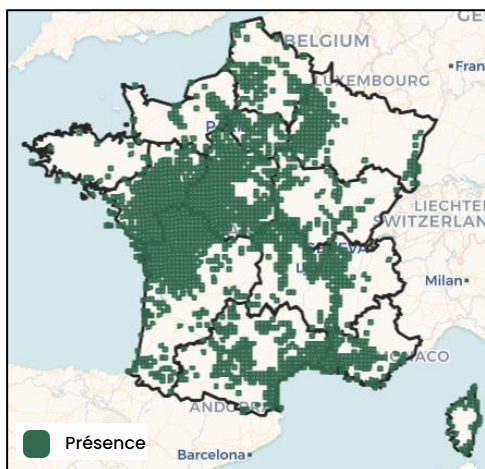
L'œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*) est un limicole terrestre de l'ordre des Charadriiformes et de la famille des Burhinidae représentée par cinq sous-espèces, dont la France accueille la sous-espèce nominale *Burhinus oedicnemus*. Surnommé « courlis de terre », il mesure environ 40 à 44 cm de longueur, présente une envergure de 77 à 85 cm et un poids moyen de 430 à 500 g, sans dimorphisme sexuel apparent. Il est identifiable par ses longues pattes jaunes, ses grands yeux jaunes, son bec robuste jaune à la base et noir à l'extrémité. Son plumage cryptique brun clair à crème, orné de stries noires, et ses ailes pourvues de deux barres alaires claires visibles en vol ; alors qu'au sol, une seule bande alaire encadrée de noir est discernable (Trouvilliez, 2012) (Fig. 2).

Répartition, statut de conservation, et mesures de protection



Carte 1. Répartition de l'œdicnème criard en Europe. En jaune, l'aire de reproduction de l'espèce, comprenant notamment le Poitou-Charentes (Source : BirdLife International 2018)

L'Europe représente environ 30 % de l'aire de répartition mondiale (Carte 1), avec une population



Carte 2. Répartition en période de nidification en France métropolitaine. (Source : oiseauxdefrance.org)

estimée entre 360 000 et 589 999 individus matures et une tendance démographique en baisse (Birdlife, 2021). Le principal bastion européen se situe dans la péninsule ibérique (50 % de la population européenne) et en France (20 %). Le Poitou-Charentes constitue l'un des bastions de la population nicheuse en France. Si l'espèce est classée « LC - Préoccupation mineure » aux niveaux mondial, européen et national, elle est « quasi menacée » (NT) en Poitou-Charentes où un déclin de 26 % a été observé depuis 14 ans, conférant à cette région une responsabilité majeure pour sa conservation. Les principales menaces pesant sur l'œdicnème criard incluent la perte d'habitat,

la disparition de la mosaïque paysagère, l'intensification agricole et l'utilisation massive de pesticides (Poitou-Charentes Nature, 2018).

Écologie de la reproduction

La reproduction s'étend du printemps à l'automne, avec une ponte étalée de début avril à début juillet (Snow et Perrins, 1998). L'espèce niche au sol dans une simple cuvette tapissée de petits cailloux, pondant généralement deux œufs et réalisant parfois deux couvées successives au cours d'une saison de reproduction (Figure 2). Le couple couve alternativement pendant environ 26 jours : c'est la phase dite d'incubation des œufs. L'individu non-couveur adopte un comportement de « guetteur » à quelques dizaines de mètres du nid. Après éclosion, les poussins nidifuges* quittent le nid. Débute alors la phase d'élevage des poussins, qui deviendront volants vers 45 jours (Hume et Kirwan, 2013).



Figure 2. Photographies d'œdicnèmes criards. A gauche : 1 nid d'œdicnèmes criards contenant 2 œufs (C. HERIQUE) – Au centre : Un individu en train de couver (D. CANTIN) – A droite : Un couple d'œdicnèmes criards accompagnés d'un poussin (M. Fretin)

Habitat et comportement

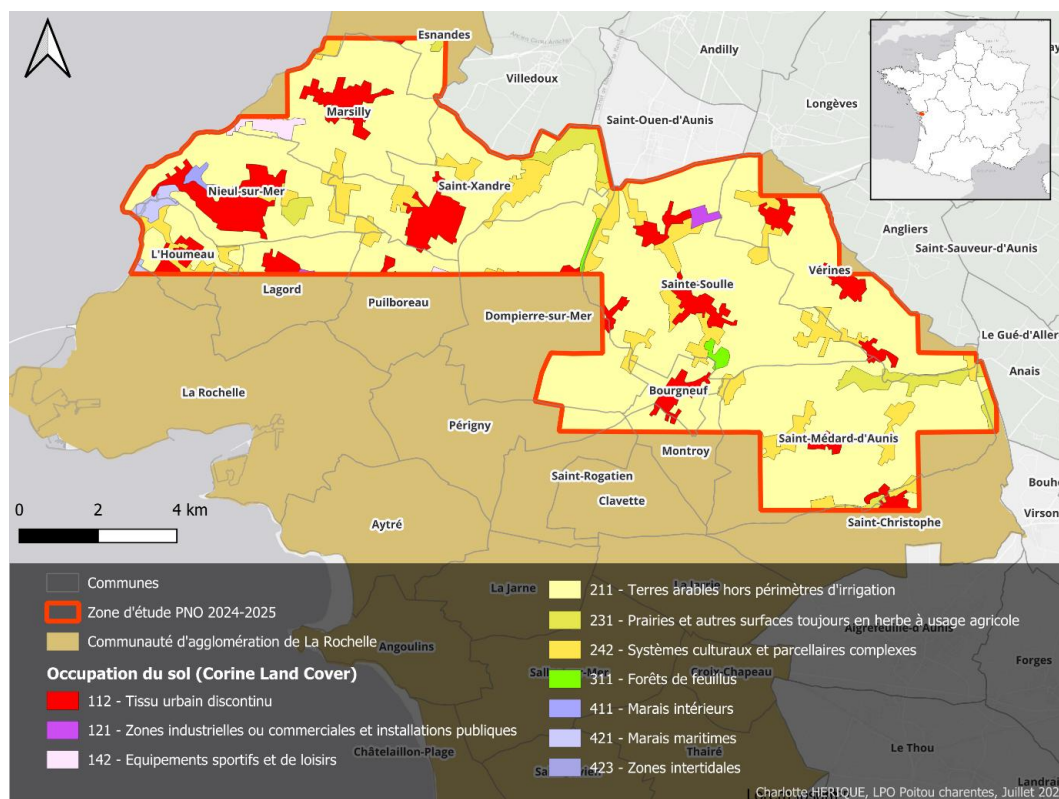
L'œdicnème criard fréquente les landes de plaine, prairies sèches semi-naturelles, steppes sur sol pauvre et vastes dunes (Tucker et Heath, 1994). Il s'est adapté aux terres arables, privilégiant les cultures courtes ou à structure ouverte pendant la reproduction (maïs, carottes, betterave sucrière, tournesol), évitant les céréales intensives trop hautes et denses (Green, 1988 ; Tucker et Heath, 1994). Dans l'ouest de la France, notamment en Charente-Maritime, l'espèce fréquente davantage les milieux céréaliers (Gaget et al., 2019). Son rythme d'activité nyctéméral* se caractérise par une alimentation principalement nocturne et un chant crépusculaire caractéristique, induisant une utilisation différentielle des habitats entre le jour et la nuit (MNHN & OFB, 2003-2023).

Migration

Les œdicnèmes criards sont principalement migrateurs et se regroupent à la fin de la reproduction en rassemblements postnuptiaux avant leur migration en Espagne et Afrique du Nord (Trouvilliez, 2012 ; Géroutet, 1982). Les populations d'Europe du Nord et de l'Est migrent vers l'Europe du Sud, le Moyen-Orient et l'Afrique (Snow et Perrins, 1998 ; Hume et Kirwan, 2013).

B. La zone d'étude

La zone d'étude est située en plaine d'Aunis, une plaine agricole céréalière située sur le territoire de la Communauté d'agglomération de La Rochelle en région Nouvelle-Aquitaine. Elle s'étend sur 11 106 hectares entre Nieul-sur-mer à l'ouest et Saint-Médard d'Aunis à l'est. Les habitats principaux constituant la zone d'études sont des milieux ouverts et agricoles (Carte 3).

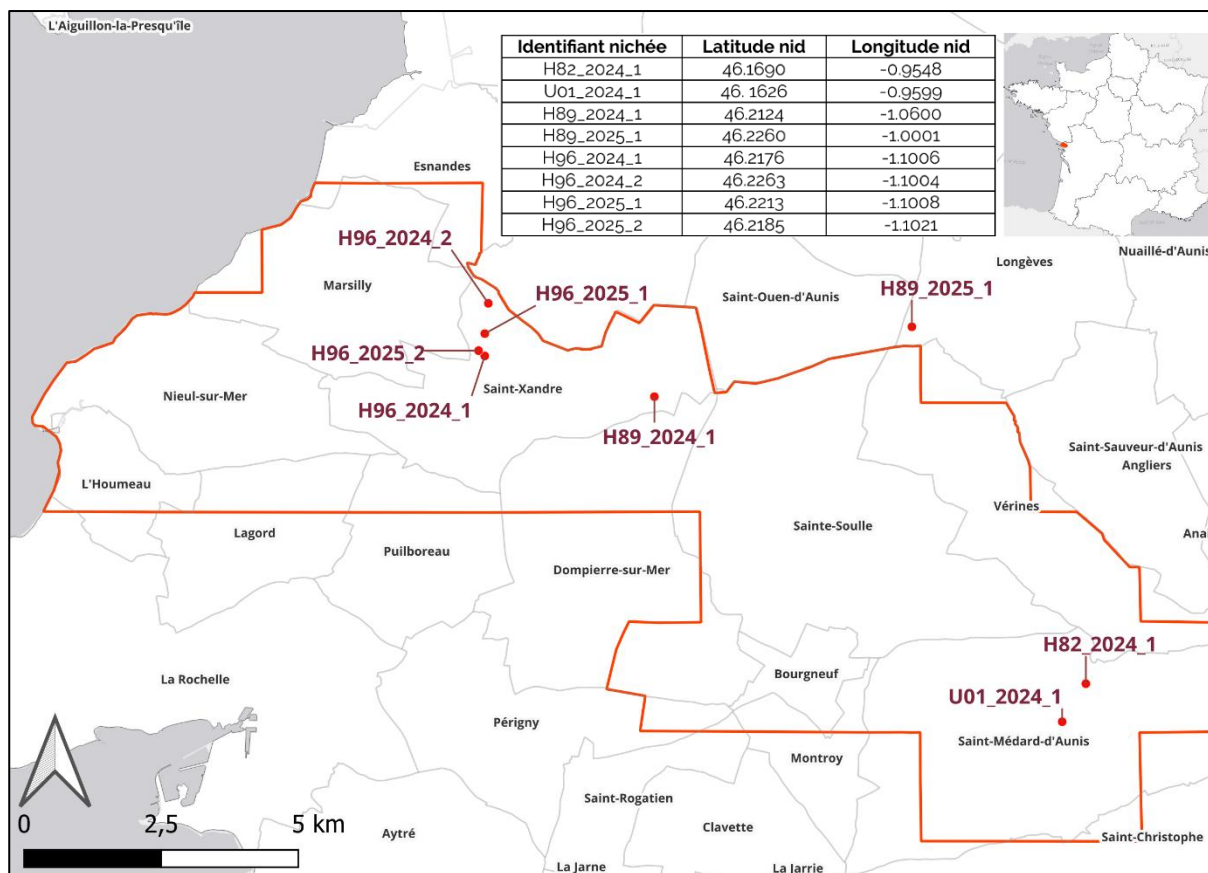


Carte 3. Occupation du sol de la zone d'étude du PNO sur le territoire de la CDA. La zone d'étude (encadrée en rouge) est principalement dominée par la plaine agricole : terres arables, prairies et systèmes culturaux représentés par les différentes teintes de jaune. (Source : CORINE Land Cover, 2014)

C. Repérage, protection des nids et suivi de la nichée

Dans le cadre du PNO, un suivi mensuel est réalisé entre mars et juillet afin de repérer et localiser les couples nicheurs. Ce travail de terrain mobilise, chaque mois, quatre observateurs répartis sur la zone d'étude (Carte 3). Les parcelles favorables à la reproduction sont scannées à la longue-vue, sur la zone d'étude. Lorsqu'un oiseau avec un comportement nicheur est détecté (un individu couveur et l'autre guetteur), l'agriculteur est contacté afin de vérifier son planning d'intervention agricole. Si des travaux sont prévus pendant la période de nidification, le nid est balisé par des piquets colorés et des mesures biométriques sont réalisées sur les œufs afin d'estimer la date de ponte et la date d'éclosion (Voir Annexe 4 pour la formule de calcul). Les nichées sont ensuite suivies chaque semaine jusqu'à l'envol des jeunes, ou jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de les observer (en cas de végétation trop haute ou de prédation par exemple). La localisation des nids des oiseaux équipés de balises GPS en 2024 et 2025 est présentée sur la carte 4.

D. Pose des balises GPS



Carte 4. Localisation des nids des oiseaux ayant fait l'objet d'un suivi télémétrique en 2024 et 2025. Les points rouges correspondent aux nids. La zone rouge correspond à la zone d'étude du Programme National CEdicnème (PNO) sur la Communauté d'agglomération de La Rochelle. Les identifiants des nichées comprennent *l'identifiant de l'individu*_*l'année*_*[Numéro de la nichée]*.

Les adultes ont été capturés, en phase d'incubation, par la technique du « filet tombant ». Les oiseaux capturés ont été bagués avec une bague métal du MNHN-Paris¹ et une bague Darvic bleue gravée blanc au tibia, et équipés d'un émetteur GPS-GSM OrniTrack 10g fabriqués par Ornitela (<https://www.ornitela.com/>). Les balises comprennent une batterie, un micro-panneau solaire, un capteur GPS, accéléromètre et magnétomètre, et une antenne émission/réception GSM. Celles-ci sont attachées selon la méthode du « sac à dos » avec du téflon.

Ainsi, 4 individus adultes (H82, H89, H96 et U01) ont été équipés de balises GPS, entre mai et juillet 2024 sur les communes de Saint-Xandre et Saint-Médard-d'Aunis (Carte 4, Liste des oiseaux balisés en Annexe 1). Les individus avaient une masse moyenne \pm SD de 479.5 ± 51.2 g. L'ensemble de l'équipement (GPS + harnais + bagues) a une masse totale de 15g, ce qui représentait, en moyenne, pour les oiseaux équipés 3,15% de la masse des oiseaux (min = 2,7% – max = 3,45%).

Les balises intègrent des capteurs haute fréquence (jusqu'à 50 Hz) (accéléromètre, magnétomètre, température, intensité lumineuse). Les principales données enregistrées comprennent : la date et l'heure UTC, la position GPS, l'altitude GPS, la vitesse, la direction, la dilution horizontale de la précision (HDOP, une mesure de la qualité géométrique de la configuration des satellites GPS), la tension de la batterie, le courant

¹ MNHN Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, France

de charge, l'accélération instantanée (3 axes), la température et l'intensité du champ magnétique (3 axes). La collecte des données de position est généralement programmée à des intervalles de 5 ou 10 minutes.

Tableau 1. Identification des individus équipés de balises GPS.

N° bague DARVIC	N° GPS	N° bague MNHN	Date de pose de la balise GPS	Lieu de pose : Longitude, Latitude	Saisons de reproduction enregistrées	Lieu d'hivernage Hiver 2024-2025	Statut actuel
H82	242516	EC115601	30/05/2024	-0.9548, 46.1690	2024	Amposta, Espagne	Mort
H89	242518	EC109603	18/07/2024	-0.9599, 46.1626	2024 et 2025	Gibraltar, Espagne	Vivant
H96	242515	EC112604	24/05/2024	-1.0600, 46.2124	2024 et 2025	Khouribga, Maroc	Vivant
U01	242517	EC112602	31/05/2024	-1.1006, 46.2176	2024	Los Corrales, Espagne	Mort

(1) Le nombre de jours de suivi correspond au nombre de jours d'enregistrement des données GPS. En 2025, l'extraction des données ayant eu lieu le 30/06/2025, cette date a été prise comme référence pour la fin du suivi qui en réalité s'est poursuivi au-delà.

E. Période d'étude

L'étude a été conduite durant deux saisons de reproduction, en 2024 et en 2025. Les périodes de reproduction couvertes s'étendent du 24 mai au 14 août 2024, et du 1er avril au 30 juin 2025 (cette dernière date correspond à la date d'extraction des données de localisation pour l'étude).

Les individus H82 et U01, morts au printemps 2025 pendant leur retour de migration depuis l'Espagne, ont finalement été exclus de l'étude, la quantité de données enregistrées pendant leur nichée 2024 étant trop faible pour l'étude des domaines vitaux (Voir Partie I.G).

Cette étude porte donc uniquement sur les individus H89 et H96. L'étude des domaines vitaux a été menée, pour ces deux individus, à l'échelle de la **nichée***. Chaque nichée est nommée de la manière suivante : **l'identifiant de l'individu_[année]_[Numéro de la nichée]**. Par exemple : H96_2024_1 correspond à la première nichée de H96 en 2024.

Pour chaque nichée, on distingue deux phases :

- **L'incubation** des œufs (lorsque les adultes couvent pour assurer la thermorégulation) que l'on nommera « Incubation ».
- **L'élevage** des jeunes par le couple jusqu'à l'envol, que l'on nommera « Elevage »

Pour chaque nichée, le suivi sur le terrain a permis de définir les dates exactes à retenir pour définir la période à étudier, et donc l'échantillon de données GPS à retenir (règles définies dans le Tableau 2).

Tableau 2. Limites retenues pour les phases d'incubation et d'élevage.

Étape	Définition retenue
Début INCUBATION	Date de ponte = (1) Estimée d'après les mesures biométriques de l'œuf (Cf. formule) (2) Date d'éclosion constatée (œuf en cours d'éclosion lors d'une visite du nid) – 26 jours
Fin INCUBATION	(1) La veille (J-1) de la date d'éclosion (2) En cas d'échec au stade œuf : Dernière observation du couveur au nid
Date d'éclosion	(1) constatée (œuf en cours d'éclosion lors d'une visite du nid) (2) Date d'éclosion estimée = Date de la ponte estimée + 26 jours
Début ELEVAGE	Le lendemain (J+1) de la date d'éclosion retenue
Fin ELEVAGE	Dernière observation du poussin

L'option (2) a été utilisée en seconde intention.

Au total, 6 nichées ont été étudiées : 4 nichées de l'individu H96 et 2 nichées de H89. La durée des phases d'incubation (n=6) variait de 7 à 26 jours selon la nichée et celle des phases d'élevage (n=3) variait de 7 à 24 jours selon la nichée (n=3) :

- **H96_2024_1 : 28 jours** de suivi (Incubation = 7 jours / Élevage = 21 jours)
- **H96_2024_2 : 27 jours** (Incubation = 26 jours)
- **H96_2025_1 : 24 jours** (Incubation = 24 jours)
- **H96_2025_2 : 50 jours** (Incubation = 26 jours / Élevage = 24 jours)
- **H89_2024_1 : 21 jours** (Incubation = 14 jours / Élevage = 7 jours)
- **H89_2025_1 : 26 jours** (Incubation = 26 jours)

F. Traitement des données de suivi télémétrique

L'ensemble des données GPS a été téléchargé depuis le panneau de contrôle de la plateforme Ornitrack (<https://cpanel.glosendas.net/>) puis traité sous le logiciel R. Un premier nettoyage de la base de données a permis d'éliminer les doublons et les points de localisation avec des coordonnées (latitude, longitude) erronées ou absentes.

Précision des données GPS

Le HDOP* (*Horizontal Dilution of Precision*) est un indicateur couramment utilisé pour quantifier l'imprécision géométrique des positions GPS (Liu et al., 2018). Des travaux récents menés sur l'avifaune ont proposé un seuil de qualité acceptable fixé à 5 pour le HDOP, au-delà duquel la fiabilité des données peut être compromise (Moreau et al., 2024). Ce seuil a été retenu dans la présente étude pour garantir la précision des analyses spatiales. L'analyse des localisations GPS utilisées a mis en évidence une très bonne précision des positions : l'ensemble des valeurs de HDOP était inférieur à 2,5 (voir Annexe 5).

Calcul des variables utiles

Pour l'ensemble de la base de données, les variables utiles à l'étude ont ensuite été calculées :

- **La phase de reproduction (Incubation/Elevage)** a été attribuée selon les dates définies dans le Tableau 2. Le jour de l'éclosion a été exclu des phases d'incubation et d'élevage.
- **La phase du cycle nyctéméral (Jour/Nuit)** : L'élévation solaire a été calculée à partir de l'heure UTC, de la latitude et de la longitude de chaque point GPS, à l'aide de la fonction `computeSunPosition()` du package `solartime`. L'élévation solaire correspond à l'angle du soleil au-dessus de l'horizon au moment et à l'endroit du relevé GPS. L'heure de lever et de coucher du soleil est définie par une élévation solaire égale à 0°. Ainsi, la période « **JOUR** » a été attribuée à toutes les localisations pour lesquelles l'élévation solaire était strictement supérieure à 0, tandis que la période « **NUIT** » a été attribuée aux localisations dont l'élévation solaire était inférieure ou égale à 0. Cette classification a permis de différencier les phases d'activité diurne et nocturne des individus étudiés.
- **La position de l'oiseau (vol/sol)** : Dans le cadre de l'analyse de l'utilisation de l'habitat, seuls les points GPS correspondant à des localisations au sol ont été retenus pour l'estimation des domaines vitaux. Les données enregistrées lorsque les individus étaient en vol ont été exclues de l'analyse. La variable vitesse (en km/h), enregistrée pour chaque point GPS, a été utilisée pour discriminer les

phases de vol des phases de stationnement ou de déplacement au sol. Les données d'altitude fournies par les balises GPS n'étant pas exploitables, la vitesse constitue le critère principal de classification. À notre connaissance, aucune donnée issue de la littérature ne documente précisément la vitesse de vol de l'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*) en période de reproduction. Néanmoins, il est établi que l'espèce peut se déplacer rapidement en courant au sol, notamment lors de comportements de fuite ou de recherche alimentaire. Afin d'identifier un seuil de vitesse pertinent pour distinguer les localisations au sol de celles en vol, des tests visuels et spatiaux ont été réalisés sous QGIS, en comparant différentes plages de seuils comprises entre 10 et 25 km/h. À l'issue de ces tests, le seuil de 20 km/h a été retenu comme le plus adapté pour isoler les points GPS correspondant à des phases de vol. Toutes les localisations avec une vitesse supérieure ou égale à ce seuil ont donc été considérées comme associées à un déplacement en vol, et exclues de l'analyse spatiale.

Rééchantillonnage* et interpolation*

L'analyse des domaines vitaux a été réalisée à partir d'un échantillon de localisations GPS rééchantillonné, afin de corriger les biais induits par la variabilité de la fréquence d'enregistrement des balises GPS. Ces balises, fonctionnant à l'énergie solaire, adaptent leur fréquence d'acquisition en fonction de divers facteurs, tels que les conditions météorologiques, la position de l'individu, ou encore son comportement. Lorsque le niveau de charge de la batterie devient trop faible, la fréquence d'enregistrement diminue automatiquement. De plus, en l'absence de mouvement détecté, la fréquence est également réduite. Dans l'échantillon de localisations initial, la fréquence d'échantillonnage minimale (c'est à dire l'intervalle de temps maximal entre deux enregistrements GPS) était de 2 minutes lorsque les oiseaux étaient en vol (vitesse > 20 km/h), et de 16 minutes lorsqu'ils étaient posés au sol (Fig. 3). Cette asymétrie dans la fréquence d'acquisition induit une sur-représentation des localisations en vol par rapport aux localisations au sol. L'utilisation directe de ces données brutes pour l'estimation des domaines vitaux aurait conduit à une surestimation des zones de survol, au détriment des zones effectivement fréquentées au sol, notamment pour l'alimentation ou le repos.

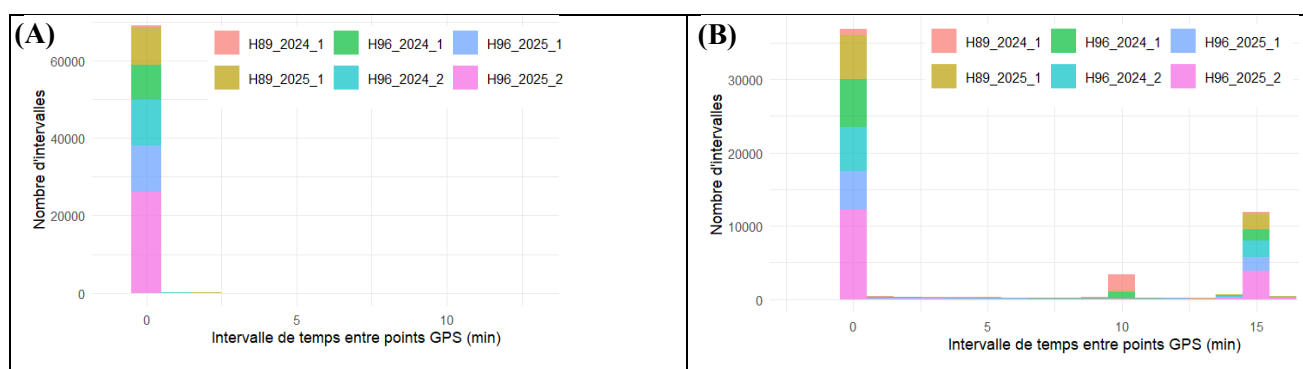


Figure 3. Histogrammes empilés du nombre d'intervalles entre 2 points GPS en fonction de la durée de l'intervalle (en minutes). (A) sur les données de localisation vol (vitesse enregistrée supérieure à 20km/h) – (B) sur les données de localisation au sol (vitesse enregistrée inférieure ou égale à 20km/h).

Pour corriger ce biais, les données ont été rééchantillonnées à une fréquence uniforme d'un point toutes les 16 minutes, en cohérence avec la fréquence la plus faible observée au sol. Cette standardisation permet d'homogénéiser la densité des localisations dans le temps et d'assurer une meilleure représentativité spatiale des comportements au sol. Enfin, une interpolation* supplémentaire à une fréquence de 5 minutes

a été réalisée à partir des données rééchantillonnées, dans le but d'atteindre un nombre suffisant de points pour les analyses de domaines vitaux par noyaux de densité (méthode des kernels), lesquelles nécessitent une densité minimale de localisations régulières pour fournir des estimations robustes.

G. Estimation et analyse spatiale des domaines vitaux

Méthodes d'estimation

Pour estimer les domaines vitaux individuels de l'Œdicnème criard en période de reproduction, deux méthodes ont été utilisées :

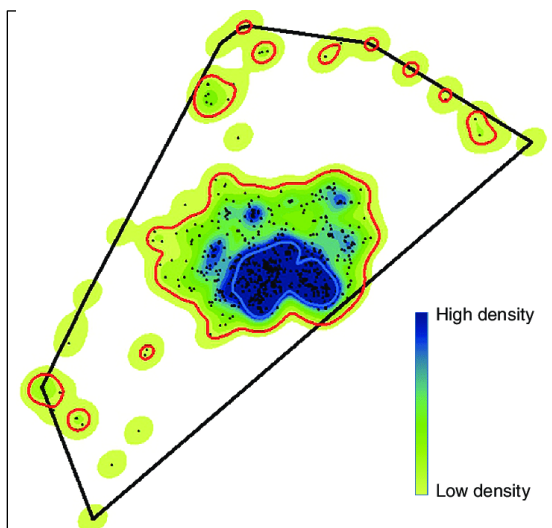
La méthode du polygone convexe minimal à 100 % (MCP100) qui correspond à l'enveloppe convexe la plus petite possible englobant l'ensemble des points de localisation. Cette méthode inclut toutes les localisations, y compris les valeurs extrêmes, et fournit une estimation de l'étendue spatiale maximale occupée par l'animal (Schéma explicatif : Figure 4).

La méthode « Kernel Utilization Distribution » (KUD) a été appliquée avec deux seuils :

- **Le 95 % KUD (ou k95 ou 95KUD) correspond au domaine vital** : il inclut 95% des localisations GPS de l'échantillon et exclut les 5 % de localisations les plus périphériques considérés comme des mouvements exceptionnels
- **Le 50 % KUD (ou k50 ou 50KUD)** correspond au cœur d'activité, représentant les zones les plus intensivement utilisées. En période de reproduction, cette zone correspond principalement à la zone du nid et à ses abords immédiats, reflétant la stratégie de déplacement dite de « *central place foraging* » des œdicnèmes criard, qui consiste à effectuer la recherche alimentaire à partir d'un point central fixe (ici ; le nid).

Cette méthodologie complémentaire, validée récemment sur le Canard souchet lors des haltes migratoires dans les marais vendéens (Moreau et al. 2024), permet de distinguer l'aire totale explorée par les individus (MCP) de leurs zones d'utilisation intensive (kernel density). L'étude de Moreau et al. (2024) a démontré que les MCP peuvent varier significativement selon la configuration spatiale des habitats disponibles, tandis que les domaines vitaux calculés par kernel density reflètent davantage les besoins écologiques constants de l'espèce.

Les estimations des KUD et des MCP ont été réalisées sous R avec le package *adehabitatHR* (Calenge, 2006), respectivement via les fonctions *kernelUD* et *mcp*. Les coordonnées GPS ont été reprojetées en coordonnées métriques (UTM zone 29S) avec le package *sp*, puis les polygones ont été convertis en objets *sf* et exportés au format *shapefile* pour être utilisés sous QGIS.



Taille d'échantillon minimale pour l'estimation KUD

Afin de garantir la fiabilité des estimations de domaines vitaux par la méthode KUD, une analyse de saturation a été menée à l'échelle d'une nichée (H96_2025_2). Les résultats ont montré une stabilisation de la surface estimée à partir de 1000 localisations GPS, et un palier du coefficient de variation autour de 1500 points. Ce seuil a été retenu comme taille minimale pour inclure un échantillon de localisations dans les estimations de domaines vitaux. En conséquence, les nichées comportant moins de 1500 points (H82_2024_1, U01_2024_1, et la phase d'élevage de H96_2024_2) ont été exclues des analyses spatiales (Annexe 6 à 8).

L'étude des domaines vitaux a donc porté sur 2 individus (H89 et H96) et 6 nichées (H89_2024_1, H89_2025_1, H96_2024_1, H96_2024_2, H96_2025_1, H96_2025_2) dont 3 avec une période d'élevage (H89_2024_1, H96_2024_1, H96_2025_2). Les estimations MCP et KUD (95% et 50%) ont été produites sur les nichées complètes, et des estimations KUD (95% et 50%) spécifiques aux échantillons de localisations en incubation, en élevage, diurne et nocturne ont été produites afin de comparer les domaines vitaux selon ces différentes périodes.

Paramètre de lissage h pour l'estimation KUD

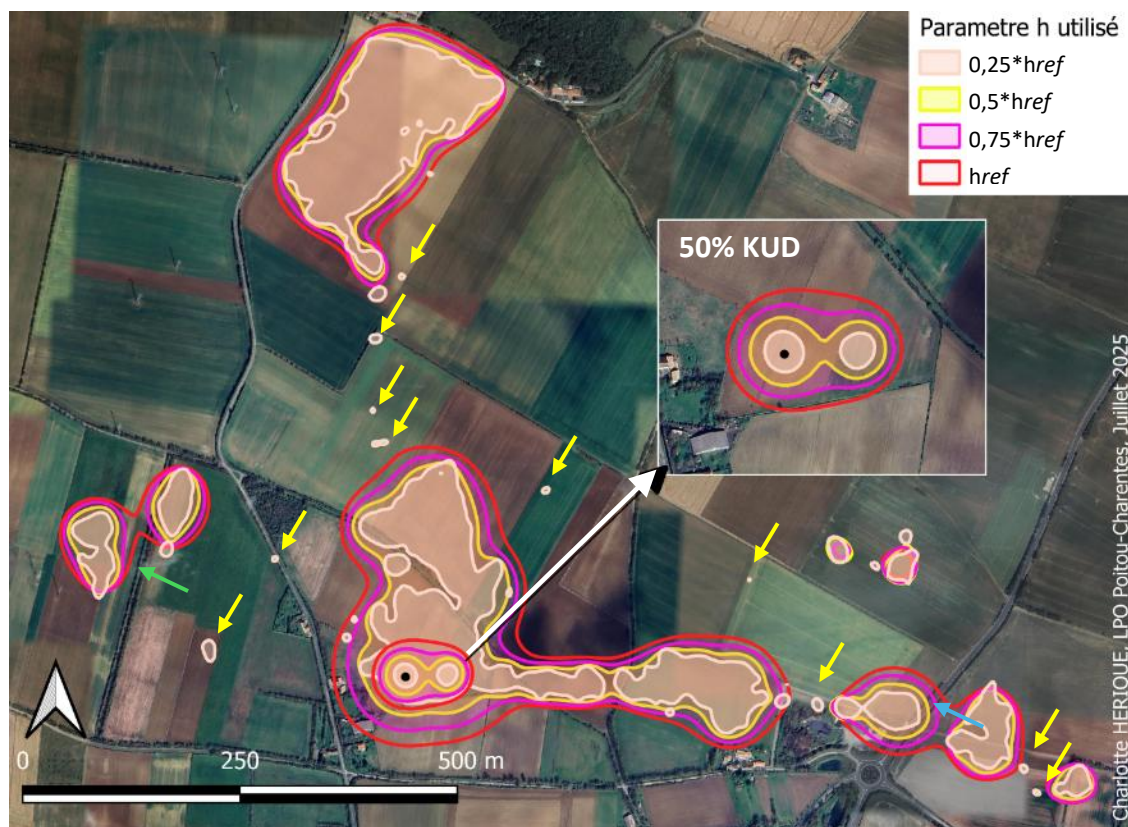
Le paramètre de lissage h contrôle la largeur du noyau dans l'estimation des domaines vitaux par la méthode KUD. Exprimé en mètres, il influence le degré de lissage, donc la forme et la taille du domaine estimé. Plus h est grand, plus les contours sont étendus. Pour adapter h à l'écologie de l'œdicnème criard, nous avons calculé le h de référence (*href*) via la formule de Silverman (1986), puis testé plusieurs coefficients multiplicateurs (0,25 ; 0,50 ; 0,75 ; 1). Les résultats ont été comparés visuellement sous QGIS, en lien avec les comportements observés. La Carte 5 illustre l'effet du lissage sur les domaines vitaux (95 % KUD) et les zones cœur (50 % KUD) sur la nichée H96_2025_2.

A l'issue de ces tests, nous avons identifié $h = 0,75 \cdot href$ comme étant le plus adapté pour cette étude (Voir justification dans le tableau 3). Les estimations de KUD ont donc été réalisées avec $h = 0,75 href$.

Tableau 3. Résumé des constats et des critères utilisés pour le choix du paramètre de lissage h

Valeur de h utilisée	Constats lors de l'estimation du 95% et du 50% KUD	Interprétation
0,25*href	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 95% KUD très fragmenté ✗ Multiples polygones sur une même zone d'alimentation ✗ Inclusion de nombreuses zones de vol <p><i>Carte 5 (Nichée H96_2025_2) : Polygones pointés par les flèches jaunes.</i></p>	Non adapté pour l'étude de l'utilisation de l'habitat.
0,5*href	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crée 2 zones distinctes de part et d'autre des éléments du paysage de type haie ou route. <p><i>Carte 5 (Nichée H96_2025_2) : Flèches bleue et verte.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✗ Pour la nichée H89_2024_1, aucun polygone n'a été créé pour la zone cœur (50% KUD) 	Non adapté pour les petits domaines vitaux
0,75*href	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crée un domaine vital global et une zone cœur pour l'ensemble des échantillons étudiés ✓ Crée 2 zones distinctes de part et d'autre des éléments du paysage de type haie ou route. <p><i>Carte 5 (Nichée H96_2025_2) : Flèches bleue et verte.</i></p>	Adapté aux besoins de l'étude
href	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crée un domaine vital global et une zone cœur pour l'ensemble des échantillons étudiés <ul style="list-style-type: none"> ✗ Englobe deux zones d'alimentation distincte dans un même polygone. <p><i>Carte 5 (Nichée H96_2025_2) : Le contour du domaine vital estime une seule zone d'alimentation de part et d'autre de la haie (flèche verte) à l'ouest, et de part et d'autre de la route (flèche bleue) à l'est.</i></p>	Non adapté pour l'étude de l'utilisation de l'habitat.

Légende : ✓ Constat en faveur du choix de h ✗ Constat en défaveur du choix de h.



Carte 5. Effet du paramètre de lissage (h) utilisé sur l'estimation du domaine vital (50 % KUD et 95% KUD) pour l'individu H96 lors de sa nichée H96_2025_2. Le point noir correspond à l'emplacement du nid. Les flèches jaunes pointent des polygones du domaine vital global créé uniquement dans le cas où $h = 0,25 \cdot h_{ref}$. La flèche verte à l'ouest et la flèche bleue à l'est pointent respectivement une haie et une route délimitant des zones d'alimentation distinctes. h_{ref} est la valeur de référence calculée d'après la formule de Silverman (1986).

Tailles de domaines vitaux

Les tailles des domaines vitaux ont été comparées selon les phases de reproduction (incubation/élevage) et les cycles nyctéméraux (jour/nuit) pour étudier les variations temporelles. Pour chaque combinaison Incubation/Elevage - Jour/Nuit, les aires ont été calculées en hectares. Les comparaisons de moyennes ont été réalisées par tests de Wilcoxon. Les analyses ont été réalisées sous R (v. 4.3.2) à l'aide des packages *sf*, *dplyr*, *stringr*, *ggplot2*.

Fidélité spatiale : Recouvrement spatial des domaines vitaux, et distance entre deux nids

Afin d'identifier la fidélité spatiale des individus, nous avons étudié le **taux de recouvrement des domaines vitaux**. Ce taux correspond à l'aire de l'intersection de deux domaines vitaux rapportée à l'aire de l'union du domaine vital, multipliée par 100 (Figure 5). Deux types d'analyses ont été menés : (1) recouvrement interannuel entre les saisons 2024 et 2025 pour un même individu, (2) recouvrement intra-annuel entre nichées d'une même année. Pour les comparaisons interannuelles, les domaines vitaux annuels comparés étaient composés de la fusion des domaines vitaux des nichées de l'année. Les calculs ont été effectués dans l'environnement R (v. 4.3.2) à l'aide des packages *sf*, *dplyr*, *stringr*, *ggplot2*.

La distance entre les nids a été mesurée l'aide de l'outil « mesurer » sur QGIS.

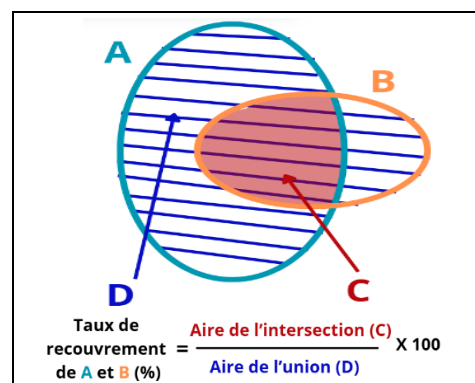


Figure 5. Schéma explicatif du calcul du taux de recouvrement.

H. Analyses comportementales temporelles

Éloignement au nid selon les phases de reproduction et cycles nycthémeraux

Les distances maximales quotidiennes au nid ont été calculées pour caractériser les patterns de déplacement des individus. Pour chaque point GPS, la distance euclidienne au nid a été calculée, et la distance maximale quotidienne a été enregistrée par jour d'observation. L'analyse a intégré l'ensemble des nichées et toutes les journées d'incubation et d'élevage confondues. Les données ont été analysées selon les phases de reproduction (incubation/élevage) et du cycle nycthémeral (jour/nuit) pour identifier les variations comportementales temporelles dans l'utilisation de l'espace autour du site de nidification.

Temps passé au nid pendant l'incubation

Un seuil de 20 mètres de distance au nid a été défini pour caractériser la présence « au nid ». Nous avons calculé, pour chaque jour d'observation, le temps passé « au nid » (en %) pour la période JOUR et la période NUIT, selon ce rapport :

$$\text{Temps passé au nid (\%)} = \frac{\text{Temps passé « au nid » sur la période concernée (Jour ou Nuit)}}{\text{Temps total de la période concernée sur cette journée.}} \times 100$$

Par exemple : Sur 24h, si l'oiseau passe 12h à moins de 20m du nid et 12h à plus de 20m du nid ; nous concluons qu'il a passé 50% de la journée au nid. Les analyses ont été conduites à l'échelle globale de toutes les journées d'incubation de toutes nichées confondues.

Les comparaisons de moyennes ont été réalisées par tests de Wilcoxon. Les analyses ont été réalisées sous R (v. 4.3.2) avec les packages *sf*, *dplyr*, *lubridate*, *ggplot2*, *tidyr* et *writexl*.

I. Analyse de l'habitat

Fragmentation du domaine vital : Nombre de parcelles composant le domaine vital

La fragmentation spatiale de l'espace utilisé a été quantifiée à partir de la couche shapefile d'intersection des 95KUD et des couches d'occupation du sol (contenant le contour des parcelles agricoles, 1 polygone = 1 parcelle). Pour chaque nichée, le nombre total de parcelles agricoles a été comptabilisé sur R, permettant d'évaluer le degré de morcellement de l'espace utilisé.

Afin de quantifier la fidélité spatiale des individus, nous avons également calculé, pour chaque individu, le nombre de parcelles communes entre deux nichées d'une même année et entre deux saisons de reproduction. Cette analyse comparative a été menée par intersection spatiale entre les 95KUD des nichées. Cette approche permet de caractériser la stabilité temporelle de l'utilisation de l'espace et d'identifier des habitudes individuelles.

Occupation du sol au sein du domaine vital

Nous avons quantifié, au sein des 95% KUD, la proportion de chaque type de culture par intersection géographique avec les couches d'occupation du sol agricole disponibles pour les années 2024 et 2025². Le

² À noter que le Registre Parcellaire Graphique (RPG) officiel définissant précisément l'occupation du sol n'est disponible qu'avec un délai de deux ans après la campagne agricole. Il n'était donc pas disponible, au moment de l'étude, pour les années étudiées.

type de culture a été enregistré sur le terrain à l'aide de l'outil QField : pour toutes les parcelles agricoles de la zone d'étude en mai 2024, et dans un rayon de 1,5 km autour des nids en mai 2025. Les couches d'occupation du sol ainsi relevées ne couvraient pas le périmètre des domaines vitaux en totalité. Par conséquent, une part de l'occupation du sol des domaines vitaux 95% KUD est « indéterminée » en 2024 (24%) et en 2025 (7%). Pour chaque intersection, la surface en hectares de chaque type d'occupation du sol a été calculée et convertie en proportion relative au sein de chaque domaine vital. Les résultats ont été compilés dans des couches spatiales individuelles par nichée ainsi qu'une couche globale synthétisant l'ensemble des données. Les analyses ont été réalisées sous R (v. 4.3.2) avec les packages *sf*, *dplyr*, *ggplot2*, *scales* et *stringr* ; puis visualisées sur QGIS.

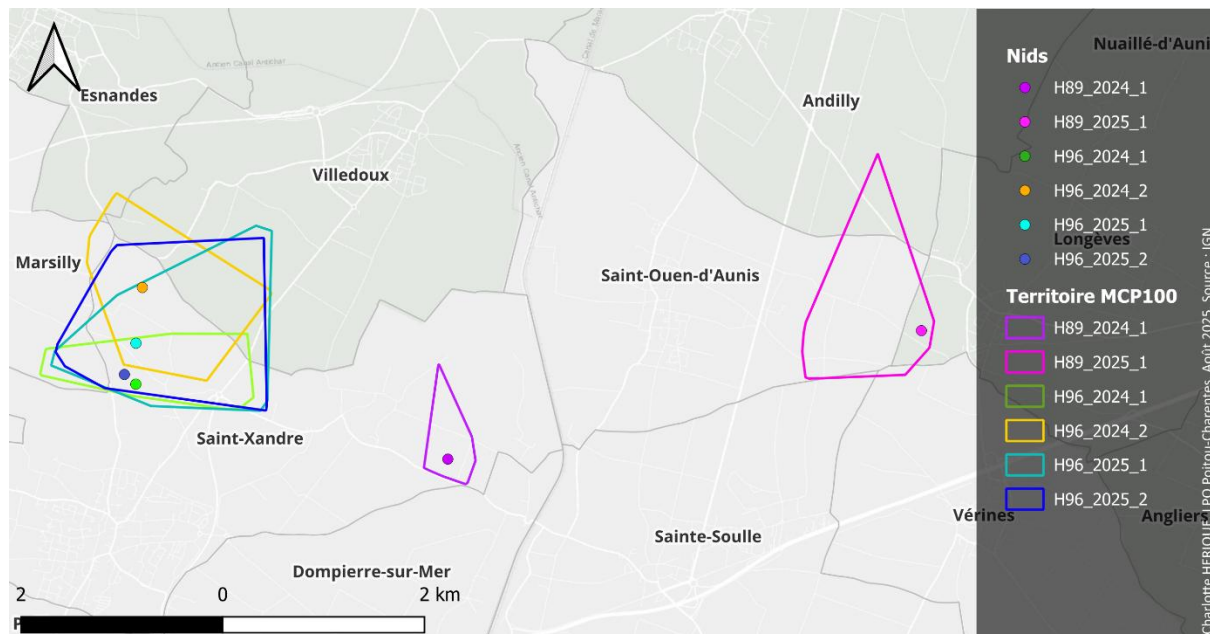
Evolution du taux de fréquentation selon les phases de reproduction

Le taux de fréquentation (en %) d'une zone donnée correspond au nombre de jours avec présence de l'individu sur la zone, rapporté au nombre total de jours de la période considérée (incubation ou élevage), multiplié par 100. Pour chaque nichée, nous avons quantifié le taux de fréquentation des différents polygones composant les domaines vitaux 95% KUD, afin de quantifier l'utilisation différentielle des différentes zones au sein du domaine vital et d'identifier les secteurs préférentiellement fréquentés selon les phases de reproduction, en s'affranchissant des biais liés à la durée variable des phases entre nichées. A noter que, pour les nichées sans phase d'élevage, un taux de fréquentation de « 0% » apparaît tout de même sur les cartes.

Résultats

I. DOMAINES VITAUX

A. Taille des domaines vitaux par nichée



Carte 6. Répartition des domaines vitaux : vue générale. Les points de couleurs correspondent à la localisation des nids des 6 nichées étudiées et les polygones de couleurs correspondent aux contours des domaines vitaux estimés par la méthode MCP 100%.

Les domaines vitaux des six nichées suivies se répartissent sur la zone d'étude, entre Marsilly et Saint-Ouen-d'Aunis (Cartes 6). Pour chaque nichée, les domaines vitaux s'organisent autour des nids. Les 50KUD (zones cœur) présentent des surfaces réduites et centrées sur le nid, entourés par les kernels 95KUD qui s'étendent sur des surfaces intermédiaires, puis par les MCP100 qui délimitent l'enveloppe maximale de l'espace utilisé.

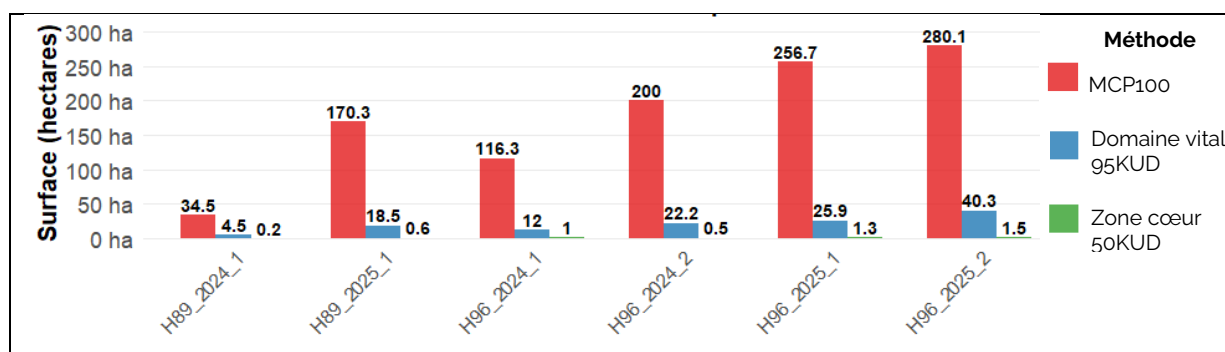
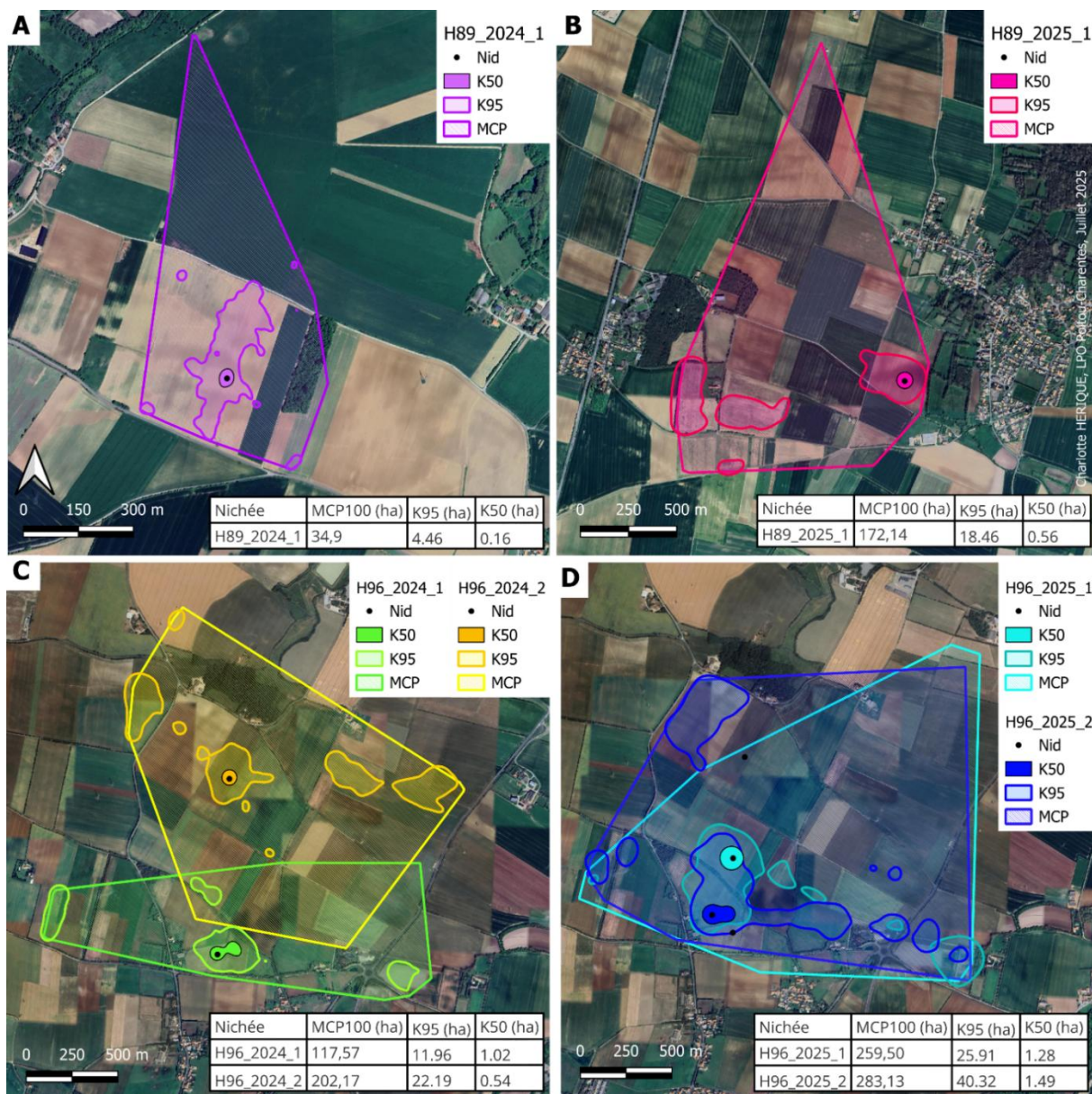


Figure 6. Surfaces des domaines vitaux par nichée en fonction de la méthode d'estimation (MCP, K95, K50)

Les surfaces des domaines vitaux varient selon la méthode d'estimation utilisée et selon les nichées étudiées (Carte 7, Fig. 6). La surface moyenne pour les six nichées étudiées est de $176,3 \pm 91,2$ hectares pour le domaine vital MCP 100 (min = 34,5ha / max = 280,1ha) ; de $20,6 \pm 12,3$ hectares pour le domaine vital 95 % KUD (min = 4,5ha / max = 40,3ha) ; et de $0,85 \pm 0,50$ hectare pour la zone cœur

50 % KUD (min = 0,2ha / max = 1,5ha). En moyenne, les 50KUD représentent 4,5 % de la surface des 95KUD. Et les 95KUD représentent en moyenne 11,6 % des surfaces estimées par les MCP100. La nichée H96_2025_2 présente les domaines vitaux les plus étendus pour les trois méthodes d'estimation (MCP100 : 280,1ha ; 95KUD : 40,3 ha ; 50KUD : 1,5ha) ; la nichée H89_2024_1 présente les domaines vitaux les plus petits (MCP : 34,5ha ; 95KUD : 4,5ha ; 50KUD : 0,2ha).



Carte 7. Contours des domaines vitaux estimés par la méthode MCP (MCP 100), et KUD (K95 pour le domaine vital et K50 pour la zone cœur). (A) Nichée de H89 en 2024, (B) Nichée de H89 en 2025, (C) Nichées de H96 en 2024, (D) Nichées de H96 en 2025. Pour chaque carte, le tableau indique l'aire en hectares des domaines vitaux. Fond cartographique : Google Satellite, via QuickMapServices.

B. Variation intra et interannuelle des domaines vitaux

Individu H96

Les domaines vitaux de l'individu H96, se superposent partiellement (Fig. 7, Carte 6 et 7) avec :

- Un recouvrement intra-annuel entre deux nichées de :

- 14,2% du MCP100 en 2024 (distance inter-nids de 960m) ;
- 78,1% du MCP100 et 27,6% du 95KUD en 2025 (distance inter-nids de 330m).
- Un recouvrement interannuel (2024-2025) de 69,4% du MCP100, et 6,2% du 95KUD (distance inter-nids de 557m).

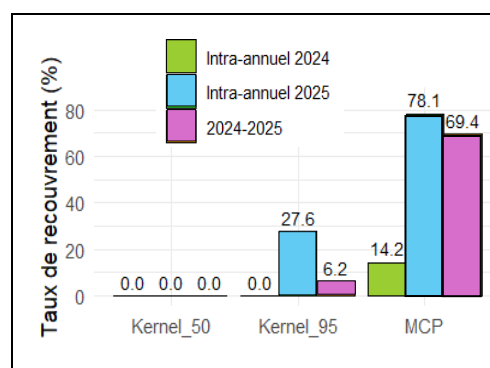


Figure 7. Taux de recouvrement des domaines vitaux intra- et interannuel pour l'individu H96.

Individu H89

Entre 2024 et 2025, le domaine vital de l'individu H89 ne présente aucun recouvrement spatial (Carte 6 et 7) et la distance entre ses deux nids est de 4865m. Les données télémétriques et l'observation de terrain ont néanmoins permis de localiser H89 à moins de 700m de sa parcelle de nidification de 2024, en mars et en juin 2025 (avant et après sa nidification 2025),

C. Variation selon le cycle nycthémeral (Jour/Nuit) et le cycle de reproduction (Incubation / Elevage)



Carte 8. Domaines vitaux diurnes et nocturnes de l'individu H96 lors de sa 2^e nichée de 2025 (H96_2025_2) selon la phase de reproduction (INCUBATION / ELEVAGE)

La carte 8 présente les domaines vitaux (50 et 95KUD) diurne et nocturne en fonction de la phase de reproduction, pour la nichée H96_2025_2. Ce type de carte est disponible pour l'ensemble des nichées étudiées en Annexe 14. Pour la nichée H96_2025_2, on constate que :

- **En phase d'incubation (carte de gauche), en période diurne (zones jaunes) :** Le domaine vital est composé d'une zone cœur (polygones avec remplissage zone) concentrée autour du nid, et le domaine vital global (95KUD = polygones avec contours jaunes) est réparti entre la zone du nid et quatre autres zones éloignées du nid (parcelles non adjacentes situées au nord et à l'est et à l'ouest de la parcelle du nid).
- **En phase d'incubation (carte de droite), en période nocturne (zones bleues) :** Le domaine vital est beaucoup plus large. La zone cœur est répartie autour du nid (dans un polygone

englobant le polygone diurne et la zone cœur diurne) et sur une parcelle au nord ; Le domaine vital global est lui composé de deux polygones très étendus, dont l'un englobe la zone du nid et s'étend à l'est à une distance largement supérieure que les polygones du domaine vital diurne. Le domaine vital nocturne englobe quasiment toutes les zones du domaine vital diurne, à l'exception d'une zone située à l'ouest.

- **En phase d'élevage (carte de droite), en période diurne (zones jaunes) :** Le domaine vital est concentré uniquement sur la parcelle du nid et la parcelle adjacente au nord ; cette parcelle avait été utilisée pour la nidification de la première nichée de 2025 pour l'individu H96 (H96_2025_1). La zone cœur est déplacée à l'ouest sur la parcelle du nid. L'observation sur le terrain a permis d'identifier le déplacement du couple avec leur poussin sur cette zone, moins de 7 jours après l'éclosion. Cette zone de la parcelle contenait une végétation plus haute. Puis, vers le dixième jour d'incubation, le couple et le poussin se sont déplacés sur la parcelle au nord, de l'autre côté du chemin. Ce dernier déplacement était concomitant avec la moisson (hauteur de végétation alors inférieure à 5cm).
- **En phase d'élevage (carte de droite), en période nocturne (zones bleues) :** Le domaine vital est largement restreint par rapport au domaine vital nocturne en phase d'incubation. La zone précédemment utilisée au nord est abandonnée, tandis que de nouvelles zones apparaissent à l'ouest. La zone est conservée mais la distance du point le plus éloigné du nid est réduite. La zone cœur se compose d'une zone sur la parcelle du nid, englobant la zone cœur diurne ; et d'une seconde zone sur la parcelle adjacente au nord correspondant à la dernière parcelle de stationnement du couple et du poussin (parcelle moissonnée).

Des constats similaires sont faits pour l'ensemble des nichées étudiées (Annexe 14).

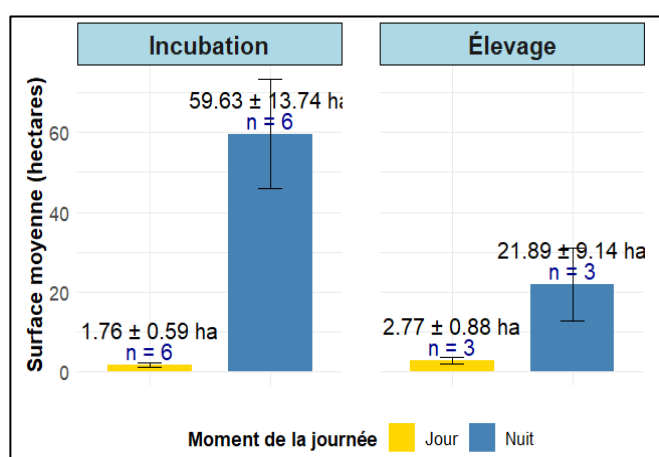


Figure 8. Tailles moyennes des domaines vitaux 95%KUD (en hectares) selon la phase de reproduction (Incubation / Elevage) et le moment de la journée (Jour/Nuit). Les moyennes sont affichées ± erreur standard

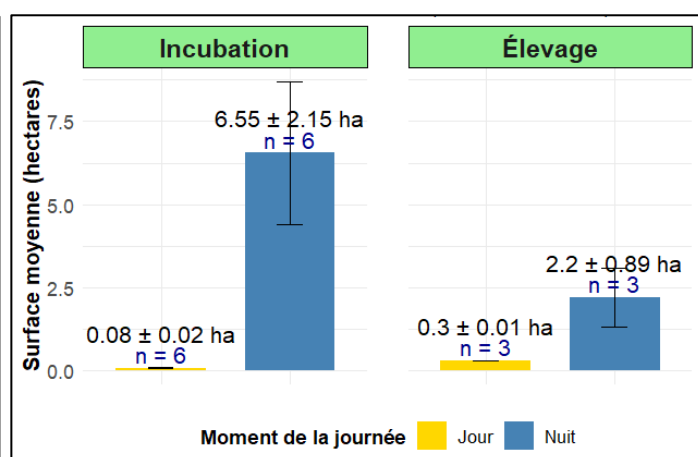


Figure 9. Tailles moyennes des zones cœur 50%KUD (en hectares) selon la phase de reproduction (Incubation / Elevage) et le moment de la journée (Jour/Nuit). Les moyennes sont affichées ± erreur standard

L'analyse de la taille des domaines vitaux révèle des différences entre les périodes diurnes et nocturnes, avec des variations selon la phase du cycle reproducteur (Figure 8 et 9) :

- **Comparaison Jour vs Nuit en phase d'incubation :**
 - Durant la phase d'incubation, le domaine vital nocturne est significativement plus étendu que le domaine vital diurne (Domaine vital : $95\text{KUD}_{\text{Incubation/Jour}} = 1,76 \pm 0,59$ ha vs $95\text{KUD}_{\text{Incubation/Nuit}} = 59,63 \pm 13,74$ ha, $p = 0,005$).
 - La zone cœur est également plus étendue la nuit ($50\text{KUD}_{\text{Incubation/Jour}} = 0,08 \pm 0,02$ ha vs $50\text{KUD}_{\text{Incubation/Nuit}} = 6,55 \pm 2,15$ ha $p = 0,005$)
- **Comparaison Jour vs Nuit en phase d'élevage :**
 - Durant la phase d'élevage, les domaines vitaux diurne ne sont pas significativement différents ($95\text{KUD}_{\text{Elevage/Jour}} = 2,77 \pm 0,88$ ha vs $95\text{KUD}_{\text{Elevage/Nuit}} = 21,89 \pm 9,14$ ha ; $p = 0,19$)
 - Même constat pour la zone cœur ($50\text{KUD}_{\text{Elevage/Jour}} = 0,3 \pm 0,01$ ha vs $50\text{KUD}_{\text{Elevage/Nuit}} = 2,2 \pm 0,89$ ha ; $p = 0,08$).

L'analyse de la taille des domaines vitaux révèle quelques différences selon les phases de reproduction (Figure 8 et 9).

- **Comparaison Incubation vs Elevage le Jour :**
 - On n'observe pas de différence de taille du domaine vital diurne entre incubation et élevage ($95\text{KUD}_{\text{Jour/Incubation}} = 1,76 \pm 0,59$ ha vs $95\text{KUD}_{\text{Jour/Elevage}} = 2,77 \pm 0,88$, $p = 0,245$).
 - Cependant, on observe bien une différence significative entre les zones cœur : la zone cœur d'activité diurne est significativement plus grande en période d'incubation ($50\text{KUD}_{\text{Jour/Incubation}} = 0,08 \pm 0,02$ ha vs $50\text{KUD}_{\text{Jour/Elevage}} = 0,3 \pm 0,01$, $p = 0,028$).
- **Comparaison Incubation vs Elevage la Nuit :**
 - La taille moyenne du domaine vital nocturne est plus grande en incubation qu'en élevage, mais cette différence est non significative ($95\text{KUD}_{\text{Nuit/Incubation}} = 59,63 \pm 13,74$ vs $95\text{KUD}_{\text{Nuit/Elevage}} = 21,89 \pm 9,14$ ha, $p = 0,093$).
 - Le même constat est fait pour les zones cœur : la zone cœur d'activité diurne est significativement plus grande en période d'incubation ($50\text{KUD}_{\text{Jour/Incubation}} = 6,55 \pm 2,15$ ha vs $50\text{KUD}_{\text{Jour/Elevage}} = 2,2 \pm 0,89$, $p = 0,245$).

D. Eloignement du nid

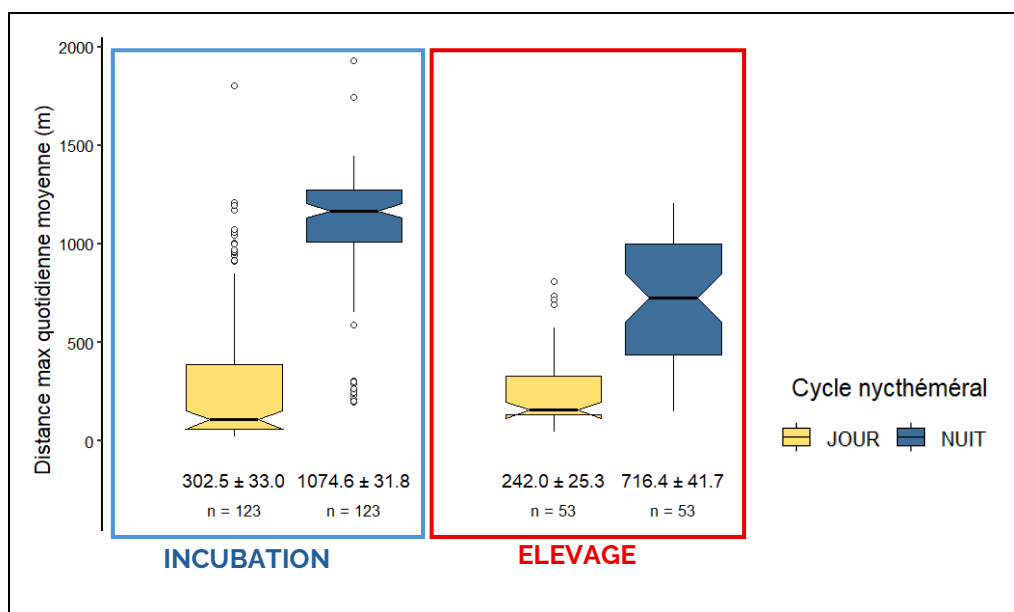


Figure 10. Distance maximale moyenne entre zone de stationnement diurne et nocturne, selon la phase de reproduction (incubation vs élevage) et le cycle nyctéméral (jour vs nuit). Les valeurs correspondent à la moyenne ± erreur standard des distances maximales journalières enregistrées pour l'ensemble des nichées étudiées, pour chaque combinaison de phase et de cycle. Le nombre d'observations (n) sont indiqués.

L'éloignement du nid ou distance du nid maximale a été étudiée sur l'ensemble des journées d'incubation (n= 6 nichées, 123 jours) et d'élevage (n = 3 nichées, 53 jours) (Figure 10).

Comparaison Jour vs Nuit en phase d'incubation : En phase d'incubation, l'éloignement du nid est en moyenne significativement plus important en période nocturne (1074,6 ± 31,8m) qu'en période diurne (302,5 ± 33,0m) (test de Wilcoxon, $W = 1112$, $p < 0,001$).

Comparaison Jour vs Nuit en phase d'élevage : En phase d'élevage, l'éloignement du nid est, en moyenne, significativement plus important en période nocturne (716,4 ± 41,7m) qu'en période diurne (242,0 ± 25,3m) (n = 53) (test de Wilcoxon, $W = 253$, $p < 0,001$).

Comparaison Incubation vs Elevage le Jour : L'éloignement du nid en période diurne évolue peu entre les phases d'incubation (302,5 ± 33m) et d'élevage (202 ± 25,3m) (test de Wilcoxon, $W = 2558$, $p = 0,024$)

Comparaison Incubation vs Elevage la Nuit : L'éloignement nocturne du nid est significativement plus élevé pendant l'incubation (1074,6 ± 31,8m) que pendant l'élevage (716,4 ± 41,7m) (test de Wilcoxon, $W = 5383$, $p < 0,001$).

Donc, en moyenne, l'éloignement du nid est plus important la nuit que le jour, quelle que soit la phase de reproduction (Incubation/Elevage). L'éloignement nocturne est plus important en incubation qu'en élevage.

Une distance maximale de 2,24km a été enregistrée pour la nichée Hg6_2025_2, la nuit en phase d'incubation. En phase d'élevage, le trajet le plus éloigné du nid a été enregistré la nuit pour la nichée Hg6_2024_1, à une distance de 2,17km,

E. Temps de présence au nid en période d'incubation, selon les phases du cycle nycthéral

L'analyse de la proportion du temps passé quotidiennement au nid (dans un rayon de 20 m) en période d'incubation révèle des variations marquées selon le cycle nycthéral (Figure 11).

Durant la période diurne (n=121), les œdicnèmes criards passent en moyenne $76,8 \pm 1,5\%$ de leur temps au nid (n = 121), tandis que cette proportion est de $37,4 \pm 1,5\%$ durant la période nocturne (n = 121). Cette différence est statistiquement hautement significative (test de Wilcoxon, $W = 13920$, $p < 0,001$), avec une taille d'effet très importante (d de Cohen = 2,411).

Le temps passé au nid est donc en proportion 2 fois plus important le jour que la nuit.

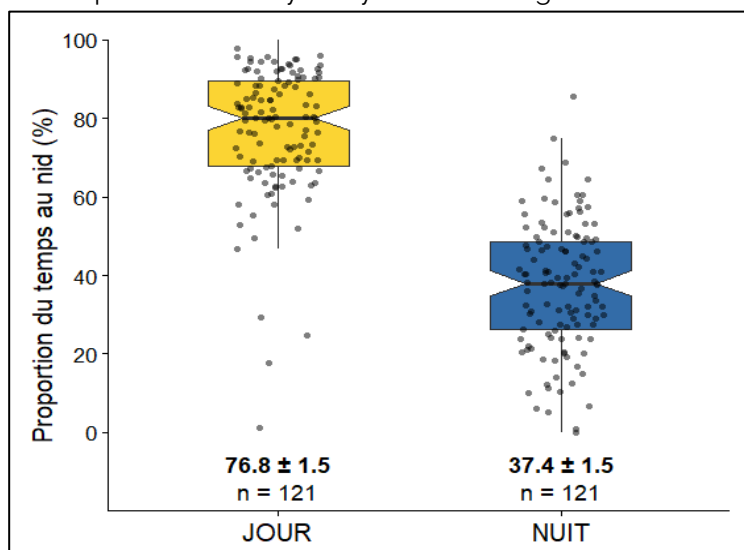


Figure 11. Proportion du temps passé quotidiennement au nid en période d'incubation, en fonction de la phase du cycle nycthéral. Boxplots avec intervalles de confiance à 95% autour de la médiane (encoches). Les valeurs indiquent la moyenne \pm erreur standard (n = 121 par groupe). Test de Wilcoxon : $W = 13920$, $p < 0,001$.

II. ETUDE DE L'HABITAT

A. Nombre de parcelles

Les domaines vitaux 95% KUD des nichées suivies intègrent en moyenne 14,8 parcelles agricoles (min = 7, max = 26 ; n = 6 nichées) (Fig. 12). Compte tenu des durées de suivi différentes (21 à 50 jours selon les nichées), le ratio parcelles/jour est de 0,50 parcelles par jour en

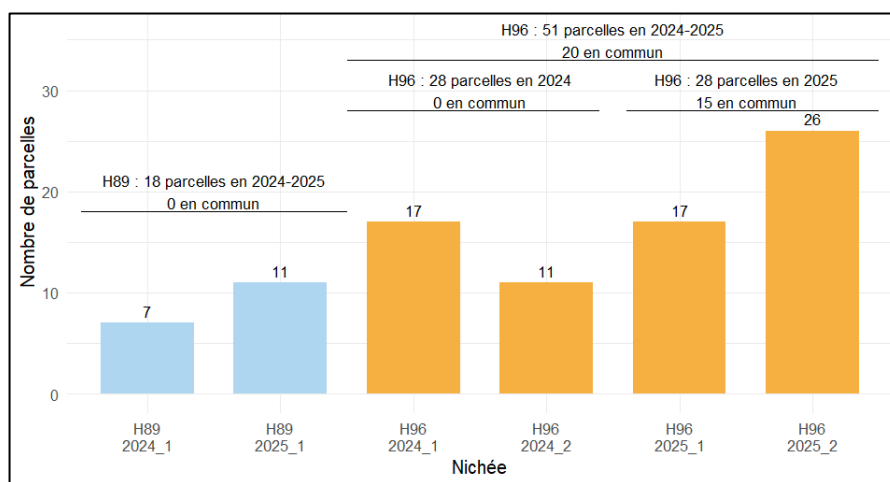


Figure 12. Nombre de parcelles composant le domaine vital 95KUD des individus pendant chaque nichée.

moyenne (min = 0,33, max = 0,71). L'individu H96 présente un ratio moyen de 0,56 parcelles/jour (n = 4 nichées) contre 0,38 parcelles/jour pour H89 (n = 2 nichées). Au total, sur les deux années d'étude, l'individu H96 a exploité 51 parcelles différentes en période de nidification dont 20 en commun entre les deux années ; L'individu H89 en a fréquenté 18 dont 0 en commun.

B. Occupation du sol

L'analyse de l'occupation du sol des domaines vitaux révèle une forte variabilité selon les nichées et les années (Figure 13). En 2024 (n=3), les domaines vitaux (95 KUD) étaient majoritairement composés de céréales (22% en moyenne), de terre nue (18%), de pois (10%), et de maïs (9%). En 2025 (n=3), la composition moyenne se caractérise par une prédominance du maïs (25%), suivi du tournesol (17%) et des céréales (15%). L'occupation du sol est indéterminée (données manquantes) pour 24% de l'aire des domaines vitaux en 2024 ; 7% en 2025.

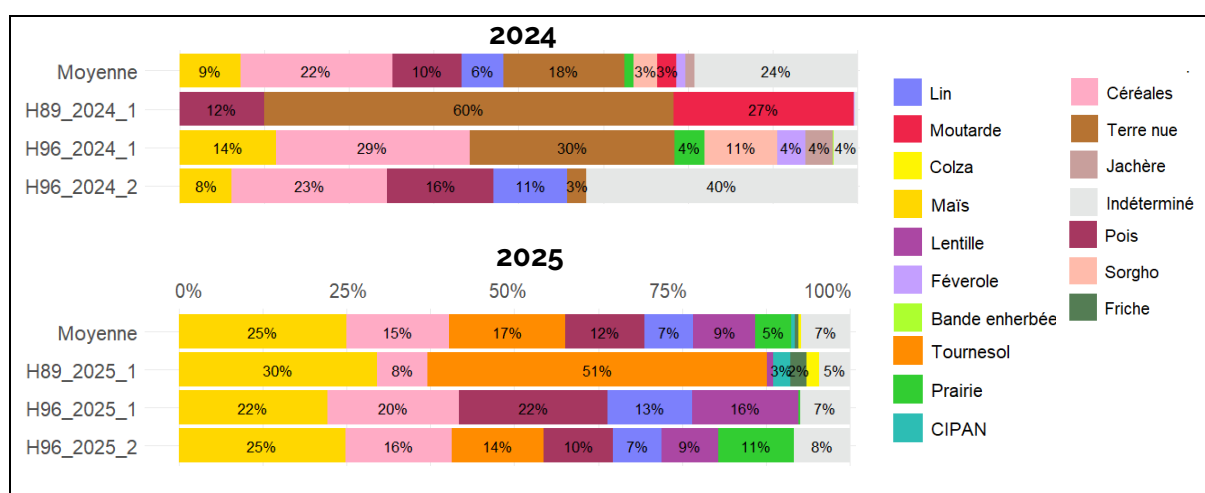


Figure 13. occupation du sol des parcelles agricoles composant les domaines vitaux pour chaque nichée.

C. Evolution temporelle de l'habitat sélectionné

Individu H89 (Carte 9, p.28)

Sur l'ensemble de la période d'étude, l'individu H89 a fréquenté 18 parcelles différentes, dont aucune en commun entre 2024 et 2025.

Nichée de 2024 (H89_2024_1)

Le domaine vital 95KUD de l'individu H96 lors de sa nichée de 2024 était composé principalement de terre nue (60%), complété par de la moutarde (27%) et du pois (12%). L'individu a fréquenté 7 parcelles réparties sur 7 zones (délimitées par des polygones*) durant les 21 jours de suivi (14 jours d'incubation ; 7 jours d'élevage). En phase d'élevage, l'individu a abandonné³ 3 zones situées à l'ouest (culture = pois) et a fréquenté 2 nouvelles zones au nord et à l'est (culture = pois / féverole), maintenant l'utilisation de 2 zones communes entre les deux phases (3 parcelles : moutarde, féverole, pois). La distance entre ces zones de fréquentation (ou zones d'intérêt) et le nid est comprise entre 232 et 358m. La zone du nid (occupation du sol = terre nue) a été fréquentée tous les jours en incubation et élevage (Taux de fréquentation = 100 %) et le taux de fréquentation des autres zones variait entre 0% et 28,57%.

³ Les zones dites « abandonnées » en phase d'élevage sont les zones qui étaient fréquentées en phase d'incubation (taux de fréquentation > 0 en phase d'incubation) et qui ne le sont plus en phase d'élevage (taux de fréquentation = 0 en phase d'élevage). Dans le cas inverse (taux de fréquentation nul en incubation et non nul en élevage), on parle de zones nouvellement fréquentées

Nichée de 2025 (H89_2025_1)

Le domaine vital 95KUD de l'individu H96 lors de sa nichée de 2025 présente une dominance de tournesol (51%), maïs (30%), et céréales (8%). Le nid était situé sur une parcelle de maïs et l'utilisation spatiale s'est étendue sur 11 parcelles réparties sur 4 zones distinctes durant 26 jours de suivi en phase d'incubation (absence de phase d'élevage pour cette nichée). La distance de ces zones d'alimentation était comprise entre 808m et 1131m. La zone du nid (culture = maïs) a été fréquentée tous les jours en incubation (Taux de fréquentation = 100 %) et le taux de fréquentation des autres zones variait entre 26,92% (culture = CIPAN) et 76,92 (culture = tournesol) %.

Individu H96 (Cartes 10 et 11, p. 29-30)

Sur l'ensemble de la période d'étude, l'individu H96 a fréquenté 51 parcelles différentes, avec 20 parcelles communes entre les années 2024 et 2025.

La première nichée de 2024 (H96_2024_1) présentait un domaine vital composé de terre nue (30%), de céréales (29%) et de maïs (14%). Le nid était établi sur une parcelle de maïs et l'individu a exploité 17 parcelles réparties sur 5 zones durant 28 jours de suivi (7 jours d'incubation ; 21 jours d'élevage). La distance entre ces zones de fréquentation et le nid était comprise entre 348m et 1007m. En phase d'élevage, l'individu a abandonné 1 zone située au sud-ouest (culture = céréales) et a fréquenté 1 nouvelle zone au sud-est (culture = terre nue), maintenant l'utilisation de 3 zones communes entre les deux phases (cultures = céréales, jachère, maïs). La zone du nid (culture = maïs) a été fréquentée tous les jours en incubation et élevage (Taux de fréquentation = 100%) et le taux de fréquentation des autres zones variait entre 9,52% et 52,38%.

La seconde nichée de 2024 (H96_2024_2) présentait une composition dominée par les céréales (73%), le lin (15%) et le maïs (8%), avec un nid localisé sur une parcelle de céréales. Cette nichée a utilisé 11 parcelles réparties sur 8 zones durant 27 jours de suivi en phase d'incubation uniquement. La distance entre ces zones d'alimentation et le nid était comprise entre 175m et 1063m. La zone du nid (culture = céréales) a été fréquentée tous les jours en incubation (Taux de fréquentation = 100%) et le taux de fréquentation des autres zones variait entre 0% et 76,92%. Le total des parcelles fréquentées en 2024 par H96 s'élève à 28, sans chevauchement spatial entre les deux nichées.

La première nichée de 2025 (H96_2025_1) exploitait de manière équilibrée le maïs (22%), les pois (22%) et les céréales (20%), complétés par les lentilles (16%) et le lin (13%). Le nid était situé sur une parcelle de pois et l'utilisation spatiale s'est étendue sur 17 parcelles réparties sur 6 zones durant 24 jours de suivi en phase d'incubation uniquement. La distance entre ces zones d'alimentation et le nid était comprise entre 257m et 1355m. La zone du nid (culture = pois) a été fréquentée tous les jours en incubation (Taux de fréquentation = 100%) et le taux de fréquentation des autres zones variait entre 0% et 95,83%.

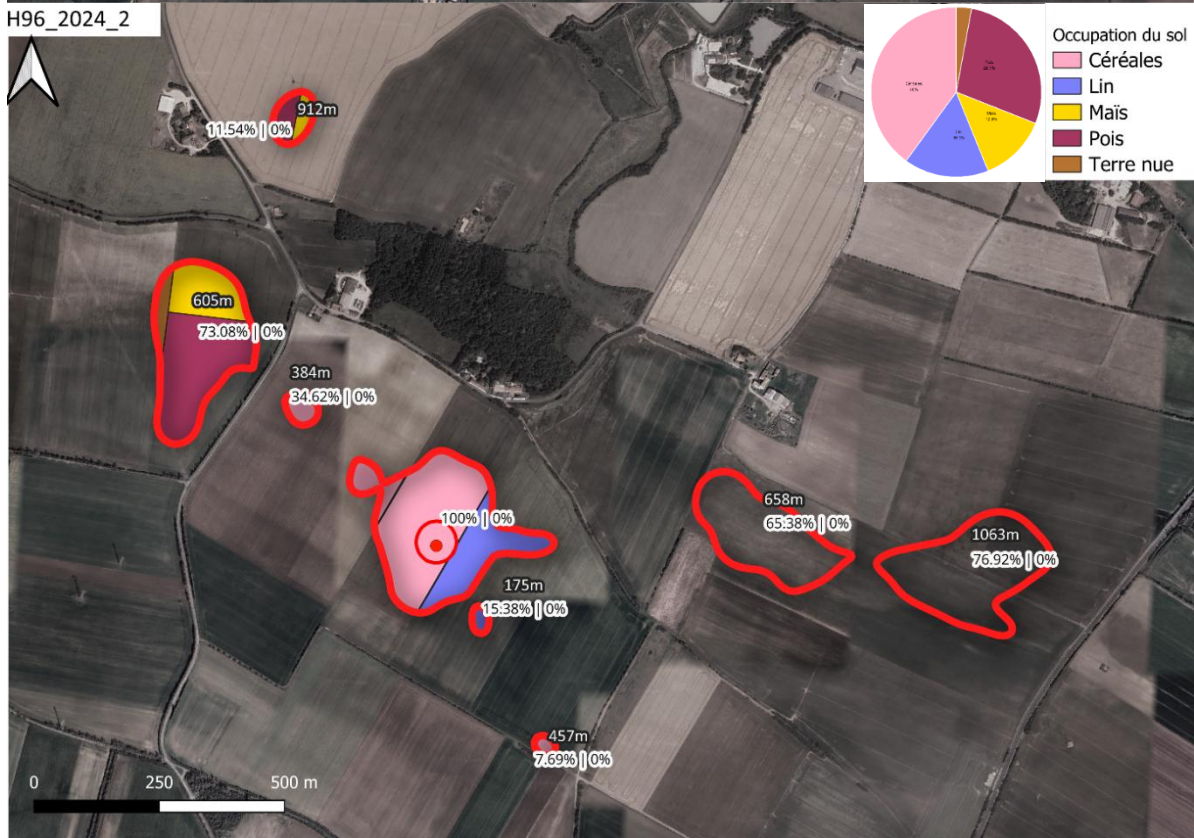
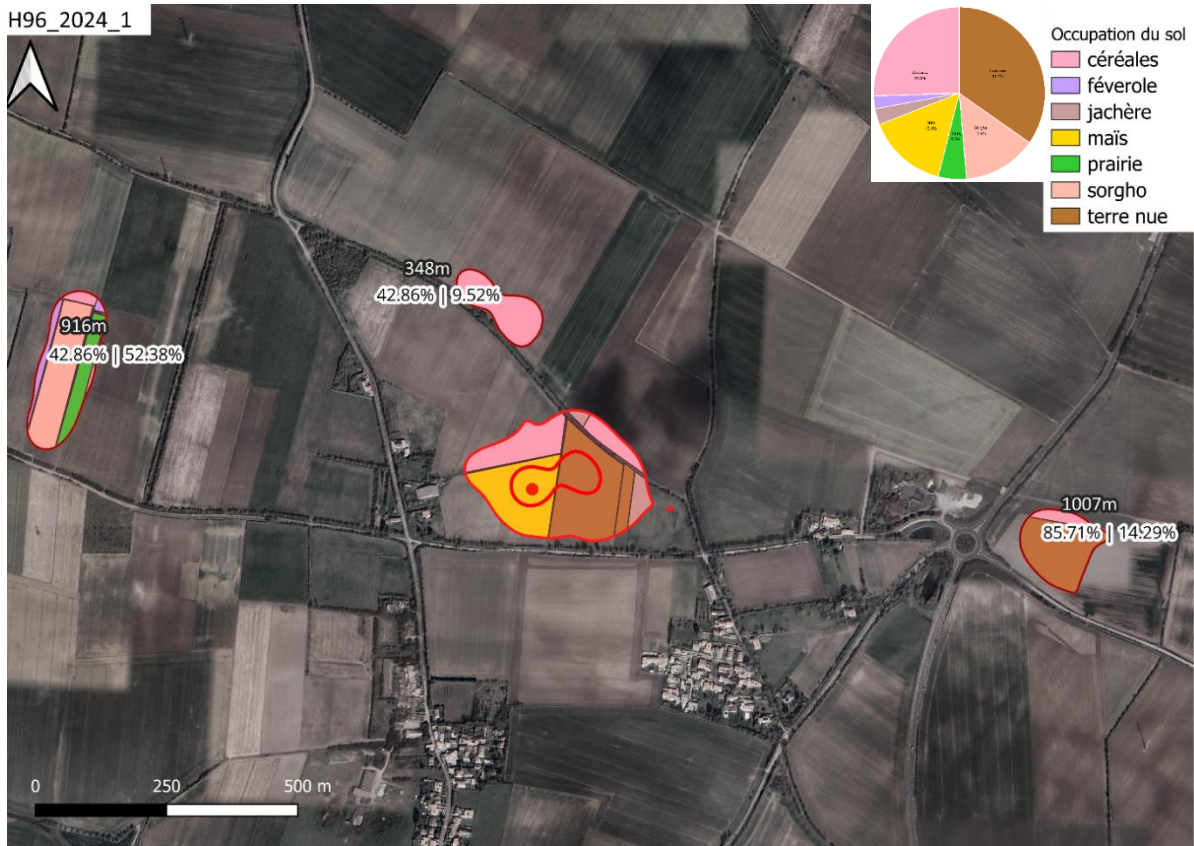
En 2025, la seconde nichée (H96_2025_2) présentait la plus grande diversité d'habitats avec du maïs (25%), des céréales (16%), du tournesol (14%), des pois (10%), des prairies (11%), des lentilles (9%) et du lin (7%). Le nid était établi sur une parcelle de lin et l'individu a utilisé 26 parcelles réparties sur 9 zones durant 50 jours de suivi (26 jours d'incubation ; 24 jours d'élevage). La distance entre ces zones d'intérêt et le nid était comprise entre 576m et 1374m. En phase d'élevage, l'individu a

abandonné 4 zones situées principalement au nord et à l'est (cultures = lentille, lin, maïs, tournesol) et n'a fréquenté aucune nouvelle zone, maintenant l'utilisation de 5 zones communes entre les deux phases (cultures = céréales, pois, prairie, tournesol, lentille). La zone du nid (culture = lin) a été fréquentée tous les jours en incubation et élevage (Taux de fréquentation = 100%) et le taux de fréquentation des autres zones variait entre 0% et 50%.



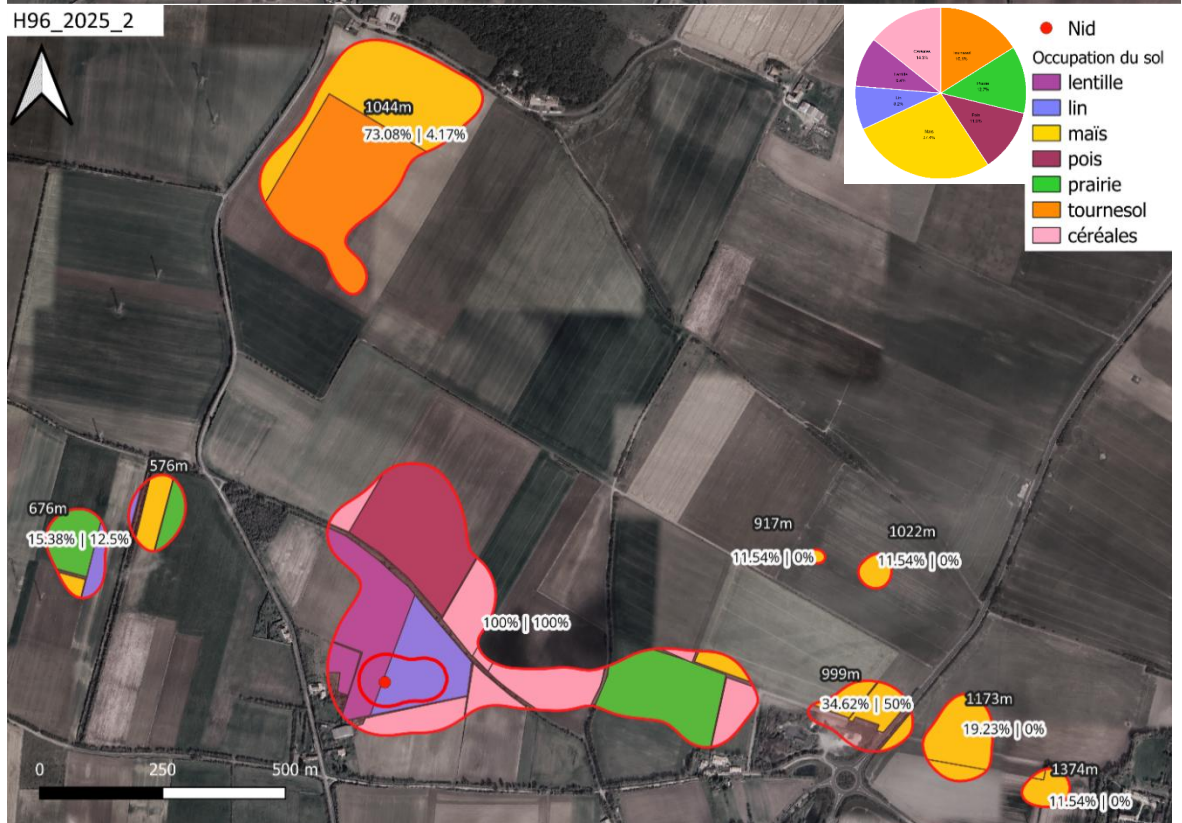
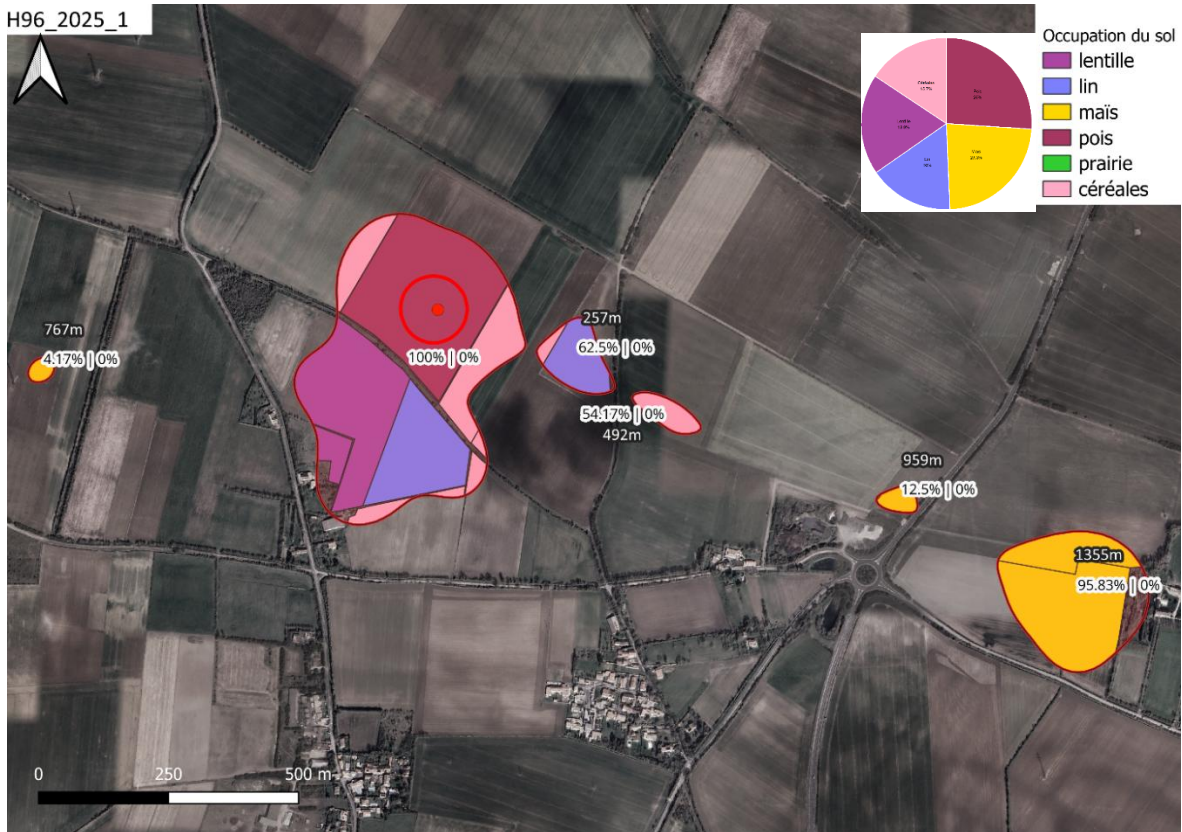
Carte 9. Occupation du sol au sein du domaine vital (KUD) pour les nichées 2024 et 2025 de H89. Pour chaque polygone du 95KUD, la distance au nid (en mètre) est indiquée en blanc sur fond noir ; le taux de fréquentation du polygone est noté en noir sur fond blanc. Les deux valeurs correspondent à : Taux de fréquentation en incubation (%) | Taux de fréquentation en élevage (%).

N.B : Ne pas tenir compte des taux de de fréquentation en élevage pour la nichée H89_2025_1 car cette nichée ne contenait pas de phase d'élevage (poussins non observés après l'éclosion).



Carte 10. Occupation du sol au sein du domaine vital (KUD) pour les nichées 2024 de H96. Pour chaque polygone du 95KUD, la distance au nid (en mètre) est indiquée en blanc sur fond noir ; le taux de fréquentation du polygone est noté en noir sur fond blanc. Les deux valeurs correspondent à : Taux de fréquentation en incubation (%) | Taux de fréquentation en élevage (%).

N.B : Ne pas tenir compte des taux de de fréquentation en élevage pour la nichée H96_2024_2 car cette nichée ne contenait pas de phase d'élevage (poussins non observés après l'éclosion).



Carte 11. Occupation du sol au sein du domaine vital (KUD) pour les nichées 2025 de H96. Pour chaque polygone du 95KUD, la distance au nid (en mètre) est indiquée en blanc sur fond noir ; le taux de fréquentation du polygone est noté en noir sur fond blanc. Les deux valeurs correspondent à : Taux de fréquentation en incubation (%) | Taux de fréquentation en élevage (%).

N.B : Ne pas tenir compte des taux de de fréquentation en élevage pour la nichée H96_2025_1 car cette nichée ne contenait pas de phase d'élevage (poussins non observés après l'éclosion).

Discussion

I. Domaines vitaux

Dans cette première partie, nous nous intéresserons à la taille du domaine vital des œdicnèmes criards en période de nidification sur l'agglomération rochelaise et nous tenterons de comprendre les déterminants de son évolution temporelle.

A. Territoire de nidification : Fidélité spatiale inter- et intra-annuelle

Les deux individus ont réalisé leurs reproductions sur le territoire de la CDA de La Rochelle en 2024 et 2025, avec des distances inter-nids inférieures à 5 km, témoignant du caractère philopatric de l'espèce (Green et al., 2000 ; Vaughan & Vaughan-Jennings, 2005).

Néanmoins, l'individu Hg6 semble être plus fidèle que H89 à son site de nidification, avec un recouvrement spatial inter- et intra-annuel des domaines vitaux (MCP et 95 % KUD). La distance inter-nids était de seulement 330 m entre ses deux nichées 2025, et de 550 m entre ses nichées 2024 et 2025.

Pour l'individu H89, le domaine vital des différentes nichées ne présente aucun recouvrement spatial, et les nids étaient plus éloignés (4,87 km). Néanmoins, la présence de l'individu, avant et après sa nichée 2025, à proximité immédiate de la parcelle de nidification de 2024, laisse penser qu'il a été contraint de s'éloigner pour nicher plus loin, probablement en raison de compétition intraspécifique pour l'accès aux sites favorables (Green et al., 2000). En effet, plusieurs couples avaient été observés dans cette même zone au début de la saison 2025, et trois nids, appartenant à d'autres couples d'œdicnèmes, ont été protégés entre mars et juillet 2025 dans un rayon de moins de 500 mètres autour de la parcelle de nidification 2024 de H89.

Chez les limicoles, **l'effet de la compétition intraspécifique sur le choix du site de nidification** ou d'alimentation a déjà été démontré (Catlin et al., 2019). Cette stratégie apparaît donc plausible dans notre contexte : la présence d'au moins trois couples

nichant à proximité de la parcelle de H89 pourrait avoir réduit la disponibilité des sites favorables, incitant cet individu à s'installer à près de 4,9 km du site précédent.

Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'aucun individu n'a choisi la même parcelle de nidification d'une année sur l'autre, et d'une nichée à l'autre. Cette absence de fidélité interannuelle à la parcelle pourrait s'expliquer par les rotations culturales, qui modifient d'une année sur l'autre la structure et la nature des habitats disponibles. Par exemple, une parcelle favorable en tournesol ou jachère une année peut être semée en blé l'année suivante, devenant non favorable à la nidification des œdicnèmes qui privilégient les cultures rases ou les sols nus (Vaughan & Vaughan-Jennings, 2005 ; Davies & Pullin, 2007). La non-fidélité à la parcelle de nidification entre

Philopatrie au territoire de nidification

- Distance inter-nids intra annuelle < 1km
- Distance inter-nids interannuelle < 5km
- Recouvrement intra et interannuel partiel des domaines vitaux de l'individu Hg6

Influencée par :

- La compétition intraspécifique,
- La rotation des cultures (philopatrie interannuelle)
- L'évolution de la hauteur de végétation (philopatrie intra-annuelle)

deux nichées d'une même saison pourrait, quant à elle, être expliquée par **l'évolution rapide du couvert végétal** au cours de la saison. Les cultures à croissance rapide deviennent en effet progressivement trop hautes ou trop denses, réduisant l'attractivité du site initial. Ce phénomène a déjà été observé chez d'autres oiseaux des milieux agricoles comme l'alouette des champs ou le bruant proyer, qui changent de parcelle lorsque la densité végétale devient défavorable à une seconde tentative de reproduction (Setchfield & Peach, 2016 ; Green et al., 2000).

B. Taille moyenne des domaines vitaux en période de nidification

D'après cette étude, sur l'agglomération de La Rochelle, en période de nidification, les œdicnèmes criards (n = 2 individus, 6 nichées) utilisent un territoire global (MCP100) de 176,3 ± 91,2 hectares et un domaine vital fonctionnel (95% KUD) de 20,6 ± 12,3 hectares, avec une zone cœur d'activité (50% KUD) de 0,85 ± 0,5 hectares. Des études télémétriques réalisées à plus grande échelle ont donné des résultats similaires. Une étude réalisée par radio télémétrie en Angleterre du Sud (n= 19), a estimé à 98,5 hectares le territoire total (méthode MCP95%) et à 20,7 hectares le domaine vital fonctionnel (méthode LoCoH⁴) des œdicnèmes en période de reproduction (Green et al., 2000). Dans les costières nîmoises, une étude sur 19 individus équipés de balises GPS-GSM solaires a permis d'estimer des domaines vitaux (méthode : 95KUD), compris entre 2,7 et 186,7 hectares avec un domaine vital médian sur 24h de 18,5 hectares.

Taille des domaines vitaux variable :

- Territoire global (MCP100) : 176,3 ± 91,2 ha
- Domaine vital fonctionnel (95KUD) : 20,6 ± 12,3 ha
- Zone cœur (50KUD) : 0,85 ± 0,5 ha

Variabilité pouvant traduire un défaut de qualité locale de l'habitat

Stratégie de « Central Place Foraging » :

- Nid au cœur du domaine vital

Selon nos estimations, la zone cœur, qui regroupe 50 % des localisations GPS, représente seulement 4,5 % du domaine vital fonctionnel global. Cette configuration spatiale est cohérente avec le modèle d'utilisation de l'espace des espèces adoptant une stratégie de « central place foraging » (Hawkes et al., 2021). En période de nidification, le nid constitue ainsi l'élément structurant central du domaine vital.

On observe une forte variabilité de la taille des domaines vitaux entre les nichées ($MCP100_{min} = 34,5ha - MCP100_{max} = 280,1ha$ | $95KUD_{min} = 4,5ha, 95KUD_{max} = 40,3ha$ | $50KUD_{min} = 0,2ha ; 50KUD_{max} = 1,5ha$).

La variabilité observée dans l'étendue des domaines vitaux pourrait en partie s'expliquer par la faible taille d'échantillon, avec seulement 2 individus suivis sur 6 nichées, ce qui invite à la prudence dans l'interprétation de ces résultats.

Cette variabilité pourrait aussi être liée à des durées d'étude variables. Plus un individu est présent dans une période donnée, plus le nombre de parcelles différentes utilisées augmente et plus le domaine vital estimé est grand (Belghali et al, 2023). Cette hypothèse se vérifie dans notre étude : La nichée H96_2025_2 présentant le domaine vital le plus étendu (95KUD = 40.3 ha), correspondait

⁴LoCoH : Local Convex Hull, méthode d'estimation des domaines vitaux par polygones convexes locaux.

à la période de suivi la plus longue (50 jours), et inversement (H89_2024_1 ; 21 jours de suivi ; 95KUD = 4,5 ha). La taille de notre échantillon (n = 6 nichées) ne permet pas de qualifier cette variabilité.

La variabilité interindividuelle de l'œdicnème criard a déjà été mise en évidence au sujet de la stratégie migratoire et de la sélection de l'habitat en hivernage (Dedeban et al., 2025). Il est possible que ce caractère se vérifie aussi pour la sélection de l'habitat en période de reproduction.

Par ailleurs, les variations observées dans la taille des domaines vitaux en période de reproduction, peuvent aussi indiquer un manque de disponibilité en ressources alimentaires sur le site du nid induisant des déplacements lointains et augmentant ainsi la taille des domaines vitaux (Belghali et al, 2023).

C. Variations spatiales liées au cycle nyctéméral

L'analyse comparative des domaines vitaux permet d'identifier des stratégies spatiales distinctes entre les phases diurnes et nocturnes.

L'éloignement du nid est, en moyenne, plus important durant la nuit que le jour, indépendamment du stade de reproduction, avec des excursions nocturnes maximales atteignant 2,24 km en phase

Forte influence du cycle nyctéméral (Alimentation nocturne) :

Eloignement du nid :

- Nocturne > diurne
- Distance maximale = 2,24km

Taille du domaine vital :

- Nocturne > diurne en incubation

Temps passé au nid :

- Diurne > nocturne

d'incubation. Cette tendance s'observe également dans la surface des domaines vitaux, plus étendus la nuit, en particulier durant l'incubation. En phase d'élevage, une tendance similaire est observée, bien que les différences de surface ne soient pas statistiquement significatives. De plus, les individus passent plus de temps à proximité (20m) du nid durant la journée ($76,8 \pm 1,5$ %) que la nuit ($37,4 \pm 1,5$). Ces résultats sont cohérents avec le comportement d'alimentation nocturne de l'œdicnème criard déjà décrit. Selon Green et al. (2000), en période de reproduction, 75 à 95 % de l'activité des individus se concentre dans un rayon d'environ 1 km autour du nid. D'après Hawkes et al. (2021), les sites d'alimentation se trouvent à moins de 1 km du nid dans 90% des cas. Cependant, des excursions nocturnes plus éloignées, jusqu'à 3 km, ont été rapportées (Caccamo et al., 2011), ce qui correspond aux distances maximales enregistrées dans notre étude (2,24 km en incubation, 2,17 km en élevage).

Il convient toutefois de souligner un biais méthodologique dans notre étude. En effet, la classification des localisations GPS selon la variable Jour/Nuit repose sur l'élévation solaire, alors que l'œdicnème criard présente une activité particulièrement marquée aux périodes crépusculaires. Il est notamment très actif environ une heure avant le coucher du soleil et une heure après le lever (Cramp & Simmons, 1983 ; Green et al., 2000). Or, dans notre protocole, ces périodes sont partiellement intégrées dans les plages « Jour » et « Nuit », ce qui pourrait lisser ou atténuer certaines différences observées dans la taille des domaines vitaux, l'éloignement au nid ou le temps passé au nid.

D. Variations spatiales liées aux contraintes de la reproduction

L'analyse comparative des domaines vitaux entre les phases d'incubation et d'élevage révèle des stratégies spatiales distinctes, adaptées aux contraintes spécifiques de chaque étape du cycle de reproduction.

Durant la phase d'incubation, l'œdicnème criard présente un comportement spatial fortement polarisé entre jour et nuit. Les adultes passent 76,8% de leur temps diurne au nid contre seulement 37,4% la nuit, contrainte qui se traduit par des déplacements diurnes limités (éloignement moyen de $302,5 \pm 33,0$ m) compensés par des excursions

alimentaires nocturnes importantes avec un éloignement moyen de $1074,6 \pm 31,8$ m et des distances maximales pouvant atteindre 2,24 km du nid.

L'analyse spatiale de la nichée Hg6_2025_2 illustre parfaitement ce contraste : Pendant l'incubation en période nocturne, le domaine vital s'étend considérablement par rapport au domaine vital diurne.

Durant la phase d'élevage, les excursions nocturnes se réduisent significativement (éloignement moyen de $716,4 \pm 41,7$ m, soit une réduction de 33% par rapport à l'incubation), tandis que les déplacements diurnes restent stables ($242,0 \pm 25,3$ m). Pour la nichée Hg6_2025_2, cette réorganisation territoriale se traduit par la concentration du domaine vital sur la parcelle de nidification et sur les zones adjacentes, avec des déplacements familiaux coordonnés vers des zones de végétation plus haute permettant probablement d'assurer la protection du poussin.

Cette différence entre incubation et élevage n'avait pas été identifiée dans les études précédentes sur l'œdicnème criard (Green et al., 2000 ; Belghali et al., 2023). Cela pourrait s'expliquer par des différences méthodologiques, notamment l'échelle temporelle d'analyse et la séparation jour/nuit qui révèlent des patterns comportementaux masqués dans les analyses globales.

La réduction des distances parcourues en élevage pourrait s'expliquer par l'adaptation des adultes aux nouvelles contraintes parentales de l'élevage avec des poussins nidifuges, incapables de voler (del Hoyo et al., 1996 ; Cramp & Simmons, 1983). Chez les limicoles, il a été démontré que les adultes ajustent leur stratégie de nourrissage en fonction des besoins des jeunes et de la distribution spatiale des ressources alimentaires, parfois en abandonnant certaines zones d'alimentation éloignées. Par exemple, Demers et al., (2008) ont étudié l'Avocette américaine (*Recurvirostra americana*) dans la baie de San Francisco et montré que les femelles réduisent la taille de leur domaine vital et limitent leurs déplacements nocturnes durant la phase d'élevage, en se concentrant sur des zones proches du nid pour mieux répondre aux contraintes parentales et aux besoins alimentaires des poussins. De manière plus générale, Colwell, (2010) dans une revue exhaustive sur l'écologie des limicoles, souligne que cette stratégie permet aux adultes de

Forte influence de la reproduction (élevage des poussins) :

Eloignement du nid :

- Incubation > Elevage

Temps passé au nid en phase d'incubation :

- Jour (76,8%) > nocturne (37,4%)

Contrainte spatiale :

- Incubation < Elevage du/des jeune(s) nidifuge(s)

maximiser le succès reproducteur en équilibrant les coûts énergétiques des déplacements et l'accès aux ressources indispensables pour l'alimentation des jeunes.

Par ailleurs, la différence de distances parcourues entre incubation et élevage pourrait aussi refléter une évolution du couvert végétal entre les deux phases. Le paysage agricole étant dynamique, avec des cultures pouvant croître parfois de plusieurs dizaines de centimètres en quelques jours, il est possible que des zones favorables à l'alimentation en incubation ne le soient plus pendant la période d'élevage. L'abandon, par l'individu H96, de sa première nichée en 2025 (H96_2025_1) vient appuyer l'hypothèse de l'influence du couvert végétal sur l'évolution spatiale. Nous avons retrouvé les œufs froids au nid, alors que la hauteur de végétation dans la parcelle du nid (culture de pois) avait atteint 40cm. Etant établi que l'œdicnème préfère une végétation rase voire absente, nous pouvons conclure que l'abandon de ce nid était lié à une hauteur de végétation défavorable. L'évolution du paysage agricole pourrait aussi expliquer l'abandon de certaines zones d'alimentation et donc l'évolution des distances nocturnes parcourues et l'évolution de la taille du domaine vital. C'est ce que nous tenterons de comprendre en deuxième partie.

E. Implications pour la conservation

Ces résultats soulignent l'importance de préserver l'habitat des œdicnèmes dans un rayon d'un kilomètre autour du nid, afin de limiter les distances parcourues et ainsi limiter les coûts énergétiques et favoriser le succès reproducteur de l'espèce. La phase d'élevage, plus contraignante, requiert une qualité d'habitat optimale dans l'environnement immédiat du nid. Par ailleurs, la stratégie de conservation de l'habitat doit prendre en compte la compétition intraspécifique pour l'espace et les ressources à l'échelle du territoire.

II. Etude de l'habitat

Dans cette seconde partie, nous analysons les caractéristiques de l'habitat sélectionné par les œdicnèmes durant la période de reproduction, et les évolutions de cette sélection au cours du cycle reproducteur.

A. Mosaïque de parcelles : importance des bordures

D'après nos résultats, les domaines vitaux des œdicnèmes sont composés d'une mosaïque de parcelles (14,8 parcelles agricoles différentes en moyenne au sein des 95% KUD). Cette fragmentation du domaine vital est cohérente avec les observations de Green et al. (2000), qui ont mis en évidence un domaine vital fragmenté comprenant des prairies semi-naturelles rases, des pâturages courts et des cultures de printemps pour la recherche de nourriture.

Plusieurs travaux ont mis en évidence l'importance écologique des éléments semi-naturels tels que les haies, fossés végétalisés, bandes enherbées, et bordures de parcelles non cultivées, dans les paysages agricoles (Bianchi et al., 2006 ; Gurr et al., 2003). Ces structures constituent des habitats fonctionnels riches en

HABITAT

- Mosaïque de parcelles
- Importance des bordures herbacées basses pour l'alimentation

invertébrés, favorables à l'alimentation des oiseaux. En offrant des refuges pour la faune auxiliaire*, ces habitats augmentent la disponibilité alimentaire de l'avifaune à proximité des zones de nidification. D'après Gaget et al. (2019), ces éléments paysagers revêtent une importance particulière pour le maintien des populations d'œdicnèmes criards ; leur déclin étant principalement associé à la pénurie alimentaire causée par la diminution de l'abondance et de la diversité des insectes.

Par ailleurs, il a été mis en évidence un évitement des haies par les œdicnèmes, probablement en raison d'un risque de prédation (Green et al., 2000 ; Belghali et al., 2023).

Ainsi, la préservation et l'aménagement de bordures herbacées basses, notamment le long des fossés, pourraient constituer une mesure agroécologique pertinente pour la conservation de l'œdicnème criard.

B. Occupation du sol

Au sein des domaines vitaux fonctionnels (95% KUD), l'occupation du sol varie fortement selon les années et la niche étudiée. En 2024, les parcelles étaient dominées par les céréales, terres nues, pois et maïs, tandis qu'en 2025, le maïs et le tournesol

SELECTION DE L'HABITAT

- Cultures de printemps privilégiées
- Adaptation au contexte local et à l'habitat disponible
- Culture à croissance lente
- Importance des prairies semi-naturelles et des pâturages ovins

prédominaient. Les individus étudiés ont donc majoritairement investi les cultures de printemps avec une certaine plasticité dans l'utilisation des cultures démontrant leur capacité d'adaptation à la rotation des cultures (changements d'assolement d'une année à l'autre).

La littérature décrivant l'habitat sélectionné par les œdicnèmes criards en période de reproduction semble confirmer cette adaptabilité au contexte local et à l'habitat disponible localement :

- Dans le paysage agricole du sud de l'Angleterre par exemple, les œdicnèmes se reproduisent sur des prairies rases semi-naturelles et des terres agricoles de cultures de printemps, dans des zones aux sols sableux contenant des pierres ou des gravats (Green et al., 2000). Dans ce contexte, la végétation clairsemée et la présence de sol nu sont les deux caractéristiques les plus évidentes des habitats préférés pour la nidification et l'alimentation de l'espèce. D'après Green et al., (2000), **les œdicnèmes ont plus de chances de se reproduire dans un champ cultivé de printemps, si la culture devient haute et dense relativement tard en été ; si la parcelle de nidification est proche d'une prairie semi-naturelle ou d'un pâturage ovin, et éloigné de plus de 3 km d'une grande route.**
- Dans le contexte des Costières nîmoises, les vignes qui représentent un tiers de l'occupation du sol constituent l'habitat clé pour la reproduction, et l'alimentation des œdicnèmes
- En Italie, dans le parc régional de la rivière Taro, zone principalement agricole, l'habitat majoritairement fréquenté est le lit de gravier de la rivière, pour la nidification et l'alimentation. Cet habitat est fréquenté majoritairement en phase diurne mais aussi deux

tiers du temps la nuit. En phase nocturne, l'alimentation a aussi lieu sur les parcelles agricoles (fourrages, blé, et tas de fumiers).

- Plus localement, dans le paysage agricole des Deux-Sèvres (Gaget et al., 2019), 49% des tentatives de reproduction avaient lieu dans les cultures de printemps et 42% sur les prairies semi-naturelles courtes. Les auteurs ont observé que la betterave sucrière et l'orge de printemps étaient les cultures les plus utilisées, ces dernières offrant des conditions optimales avec leur croissance lente et leur structure ouverte. Ils ont également noté l'utilisation opportuniste des tas de fumier par les oiseaux, particulièrement en fin de saison estivale, probablement en raison du développement d'importantes populations d'invertébrés associés au fumier. Cette sélection des tas de fumier augmentait significativement au cours de la saison (de l'évitement au printemps à une forte sélection en été), illustrant la flexibilité comportementale de l'espèce face aux ressources disponibles.

L'œdicnème criard semble donc adapter sa sélection de l'habitat au contexte local mais il privilégie toujours la présence de sol nu ou à végétation rase (Vaughan & Vaughan-Jennings (2005),

Dans le contexte agricole de la Communauté d'Agglomération de La Rochelle, l'étude de l'occupation du sol au sein des domaines vitaux de l'œdicnème mériterait d'être menée à plus large échelle (en équipant une quinzaine d'oiseaux de GPS) ; le faible échantillon utilisé ne permettant pas d'aboutir à des conclusions sur l'habitat privilégié des œdicnèmes localement.

C. Variations spatiales liées au contexte agricole

D'après les résultats de cette étude, nous constatons une variation interannuelle (entre deux saisons de reproduction) et intra-annuelle (entre deux nichées) de l'occupation du sol au sein des domaines vitaux, ainsi qu'une évolution de la

EVOLUTION TEMPORELLE DE L'HABITAT

- Entre deux saisons de reproduction
- Entre deux nichées
- Entre les phases de reproduction : Incubation et Elevage
- Influence de l'évolution du paysage et des activités agricoles

fréquentation des zones composant le domaine vital au cours du cycle de reproduction, avec l'abandon de certaines zones d'alimentation au profit de zones plus proches du nid en période d'élevage. Ces constats mettent en évidence une **variation temporelle de la sélection de l'habitat au cours du temps**.

Concernant la variation interannuelle, nous avons déjà évoqué que la rotation des cultures pouvait influencer le changement du choix de la parcelle de nidification d'une année à l'autre.

Concernant la variation intra-annuelle entre deux nichées, nous avons aussi mis en évidence l'influence de la hauteur de végétation, notamment avec l'exemple de l'abandon du nid (Hg6_2025_1) du fait d'une végétation trop haute, devenant défavorable.

Concernant l'évolution spatiale entre l'incubation et l'élevage, nous avons vu en première partie de discussion que le comportement spatial pouvait être influencé par les contraintes parentales spécifiques à chaque phase du cycle reproducteur. Néanmoins, cette évolution pourrait également

refléter une variation spatiale de la disponibilité en ressources alimentaires. **L'abandon de certaines zones d'alimentation entre l'incubation et l'élevage pourrait ainsi traduire l'impact direct des activités agricoles sur la qualité de l'habitat.**

Ces dynamiques spatiales intra-saisonniers peuvent être le résultat des effets des pratiques agricoles sur la structure et la fonctionnalité des milieux. En effet, des interventions telles que la fauche, le labour ou l'application de produits phytosanitaires peuvent rapidement dégrader des parcelles initialement favorables, en réduisant la disponibilité en invertébrés. Gaget et al. (2019) ont montré que ces perturbations, en particulier lorsqu'elles surviennent en période de reproduction, peuvent entraîner une perte d'habitats de nidification et une baisse significative des ressources trophiques, contribuant ainsi au déclin des populations d'œdicnème criard.

L'attractivité d'une parcelle pour l'alimentation ou la reproduction n'est donc pas stable dans le temps, mais soumise à de fortes fluctuations liées au calendrier et à l'intensité des interventions agricoles. Dans notre étude, l'abandon progressif de certaines zones d'alimentation entre incubation et élevage pourrait résulter non seulement d'une adaptation comportementale aux besoins des jeunes, mais aussi d'une dégradation rapide des conditions environnementales. L'exemple du déplacement de l'individu Hg6_2025_2 vers une autre parcelle, juste après la moisson, illustre clairement ce phénomène de réajustement spatial.

Cette réorganisation du domaine vital au fil du cycle de reproduction souligne l'importance de maintenir des habitats agricoles favorables de manière continue, en particulier durant les périodes critiques. Cela plaide en faveur de pratiques agricoles plus compatibles avec les exigences écologiques de l'espèce. Le maintien temporaire de cultures à végétation rase ou la mise en place de zones refuges non traitées pourraient contribuer à préserver l'attractivité des habitats d'alimentation tout au long de la saison, limitant ainsi les remaniements fréquents du domaine vital, souvent coûteux en énergie et potentiellement risqués pour les adultes comme pour les jeunes.

III. Implications pour la conservation

Les résultats de cette étude mettent en évidence plusieurs leviers d'action concrets pour améliorer la conservation de l'œdicnème criard dans le paysage agricole Rochelais.

Tout d'abord, la protection de l'espèce nécessite le maintien, chaque année, de parcelles compatibles avec ses exigences écologiques en période de reproduction. Il est essentiel de **garantir, dans un rayon restreint autour du nid (< 1 km), la présence d'habitats à végétation rase, structure ouverte, et faible niveau de perturbation anthropique, en particulier durant la phase d'élevage, plus contraignante.**

Dans notre contexte d'étude, les cultures de printemps (maïs, tournesol), les terres nues ou les jachères sont régulièrement utilisées, suggérant que la conservation de l'espèce repose sur une **mosaïque de parcelles à évolution variable**, offrant à la fois des sites de nidification et des zones d'alimentation. Le maintien de cultures à croissance lente (maïs, tournesol) ou de parcelles peu densément végétalisées pourrait ainsi être encouragé, en cohérence avec les recommandations de Green et al. (2000), Gaget et al. (2019) et Belghali et al. (2023).

Au-delà du type de culture, **les bordures herbacées basses, fossés végétalisés et autres éléments semi-naturels linéaires** jouent un rôle fondamental. Ces structures fournissent une ressource trophique localisée et accessible, notamment en période d'élevage, tout en jouant un rôle de refuge dans des paysages soumis à des perturbations agricoles fréquentes (Steffan-Dewenter & Westphal, 2008). Même de petites zones non cultivées (quelques dizaines de m²) peuvent significativement augmenter l'abondance d'arthropodes, ressources trophiques clés pour l'Œdicnème (Knapp & Řezáč, 2015 ; Pluess et al., 2010).

Dans cette optique, une **gestion plus extensive** des milieux agricoles, voire le **développement de pratiques biologiques**, représente un levier supplémentaire. La littérature démontre que l'agriculture biologique favorise la biodiversité à différentes échelles : enrichissement de la composition végétale, augmentation de l'abondance des pollinisateurs et arthropodes, et amélioration globale des services écosystémiques (Sandhu et al., 2010 ; Tuck et al., 2014 ; Winter et al., 2018).

Enfin, il apparaît indispensable de renforcer la **concertation entre les différents acteurs du territoire** : agriculteurs, collectivités, associations (LPO), afin de planifier, à l'échelle paysagère, l'organisation spatiale et temporelle des habitats favorables avec l'objectif de réduire l'instabilité de l'habitat induite par les pratiques agricoles intensives, notamment en période critique.

Ainsi, la durabilité des populations locales d'Œdicnèmes criards repose sur la capacité à maintenir des paysages agricoles fonctionnels, alliant intérêts économiques et écologiques. Adapter les politiques agricoles et renforcer la sensibilisation des acteurs de terrain apparaît, à ce titre, comme une condition sine qua non d'une stratégie de conservation efficace et pérenne.

IV. Limites de l'étude

Cette étude présente certaines limites méthodologiques qu'il convient de souligner. L'échantillon restreint (n = 2 individus, 6 nichées) limite la généralisation des résultats et ne permet pas d'appréhender pleinement la variabilité comportementale de l'espèce. De plus, les phases de reproduction suivies étaient incomplètes : certaines nichées n'ont pu être suivies que sur de courtes périodes (7 jours d'élevage pour H89_2024_1), ne permettant pas une analyse exhaustive de l'utilisation de l'espace sur l'ensemble du cycle reproducteur. Ces contraintes temporelles influencent directement les estimations de taille des domaines vitaux et peuvent masquer des patterns comportementaux spécifiques aux phases non observées.

V. Perspectives de recherche

Les résultats présentés ouvrent plusieurs pistes de recherche pour approfondir la compréhension de l'écologie spatiale de l'Œdicnème criard en contexte agricole.

Tout d'abord, **la taille de l'échantillon suivi par télémétrie mériterait d'être augmentée**, afin de mieux caractériser la variabilité interindividuelle du comportement spatial en période de reproduction. Suivre un plus grand nombre d'individus sur plusieurs années, permettrait de vérifier la robustesse des résultats.

Ensuite, la **séparation fine des phases du cycle de reproduction**, combinée à une analyse du cycle nyctéméral, a révélé des comportements distincts entre incubation et élevage, mais aussi entre jour et nuit. Ce niveau de détail gagnerait à être approfondi. Afin de mieux dissocier les phases d'activité des phases de repos des individus et pouvoir ainsi les comparer, il pourrait être intéressant d'utiliser les données d'accélérométrie enregistrées par les balises GPS.

Par ailleurs, il serait pertinent de **croiser les données spatiales avec des mesures fines de la qualité de l'habitat, en particulier sur les ressources trophiques disponibles**. Des protocoles standardisés d'échantillonnage entomologique dans les parcelles fréquentées, et leur comparaison avec des zones non utilisées, permettraient de tester l'hypothèse selon laquelle les variations de taille des domaines vitaux sont en partie liées à une disponibilité alimentaire insuffisante

D'autre part, les observations faites dans cette étude suggèrent que la dynamique temporelle du paysage agricole (fauche, moisson, traitements phytosanitaires) influence fortement l'évolution de l'utilisation de l'espace au sein des domaines vitaux. Un travail de **suivi précis des pratiques agricoles à l'échelle des parcelles** (dates d'interventions, type de culture, etc.), combiné au suivi GPS, permettrait d'évaluer plus finement l'impact de ces pratiques sur la sélection de l'habitat et les déplacements des adultes. Cette étude nécessiterait d'inclure des agriculteurs volontaires dans les programmes de recherche.

Enfin, dans une perspective de conservation opérationnelle, il serait opportun de **tester expérimentalement certaines pratiques agroécologiques** supposées favorables à l'espèce : création de bandes refuges, maintien temporaire de cultures rases, ou encore réduction des intrants chimiques dans les parcelles de nidification. L'évaluation de ces mesures via des suivis comportementaux, mais aussi via des indicateurs de succès reproducteur, permettrait d'objectiver leur efficacité à court et moyen terme.

Conclusion

Cette étude met en lumière plusieurs résultats clés pour améliorer la conservation de l'œdicnème criard dans les paysages agricoles. Elle confirme l'importance de préserver, à proximité immédiate des sites de nidification, une mosaïque de parcelles à végétation rase ou peu dense, combinée à des bordures herbacées linéaires, éléments essentiels pour l'alimentation, en particulier en phase d'élevage. Elle souligne également la sensibilité de l'espèce aux dynamiques du paysage agricole : rotation des cultures, croissance rapide de la végétation ou interventions mécaniques modifient la disponibilité en habitats favorables au cours du cycle de reproduction, contraignant les individus à réorganiser fréquemment leur domaine vital. Dans ce contexte, la télémétrie GPS s'est révélée être un outil puissant pour affiner la connaissance des comportements spatiaux de l'espèce et comprendre comment les contraintes agricoles locales influencent ses déplacements, sa sélection d'habitat et, in fine, son succès reproducteur. L'efficacité du Programme National Œdicnème criard ne peut donc aboutir que de la complémentarité entre les mesures de protection des nids et les actions de conservation de l'habitat.

Références bibliographiques

Articles scientifiques

Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H., and Tscharntke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proc. R. Soc. B* 273, 1715-1727. doi:10.1098/rspb.2006.3530

Caccamo, C., Pollonara, E., Emilio Baldaccini, N., and Giunchi, D. (2011). Diurnal and nocturnal ranging behaviour of Stone-curlews *Burhinus oedichnemus* nesting in river habitat. *Ibis* 153, 707-720. doi:10.1111/j.1474-919X.2011.01153.x

Calenge, C. (2006). The package "adehabitat" for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecol. Model.* 197, 516-519. doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.03.017

Catlin, D.H., Felio, J.H., and Fraser, J.D. (2019). Effects of water-level management on habitat selection and reproduction by black-necked stilts. *J. Wildl. Manage.* 83, 1136-1144.

Cestari, C., Loiselle, B.A., and Pizo, M.A. (2020). Habitat use and foraging behavior of shorebirds in a neotropical wetland. *Wilson J. Ornithol.* 132, 558-567.

Donald, P.F., Green, R.E., & Heath, M.F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society B*, 268, 25-29.

Davies, Z.G., and Pullin, A.S. (2007). Are hedgerows effective corridors between fragments of woodland habitat? An evidence-based approach. *Landscape Ecol.* 22, 333-351. doi:10.1007/s10980-006-9064-4

Dedeban, E., Lagrange, P., Villers, A., Augiron, S., Chiron, D., Martineau, A., Bouten, W., and Bretagnolle, V. (2025). Migration and wintering strategies of a Eurasian Stone-curlew (*Burhinus oedichnemus*) continental population, and their conservation implications. *Avian Conserv. Ecol.* 20, art5. doi:10.5751/ACE-02772-200105

Demers, S.A., Colwell, M.A., Takekawa, J.Y., and Ackerman, J.T. (2008). Breeding stage influences space use of female American Avocets in San Francisco Bay, California. *Waterbirds* 31, 365-371. doi:10.1675/1524-4695-31.3.365

Donald, P.F., Green, R.E., and Heath, M.F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc. Lond. B* 268, 25-29.

Evans, A.D., and Green, R.E. (2007). An example of a two-tiered agri-environment scheme designed to deliver effectively the ecological requirements of both localized and widespread bird species in England. *J. Ornithol.* 148, 279-286.

Gaget, E., Fay, R., Augiron, S., Villers, A., & Bretagnolle, V. (2018). Long-term decline despite conservation efforts questions Eurasian Stone-curlew population viability in intensive farmlands. *Ibis*, 160, 359-371.

Gaget, E., Fay, R., Augiron, S., Villers, A., and Bretagnolle, V. (2019). Long-term decline despite conservation efforts questions Eurasian Stone-curlew population viability in intensive farmlands. *Ibis* 161, 359-371. doi:10.1111/ibi.12646

Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., and Inchausti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic Appl. Ecol.* 11, 97-105.

Green, R.E. (1988). Stone Curlew conservation. *RSPB Conservation Review*, 2, 30-33.

Gilburn, A.S., Bunnefeld, N., Wilson, J.M., Botham, M.S., Brereton, T.M., Fox, R., and Goulson, D. (2015). Are neonicotinoid insecticides driving declines of widespread butterflies? *PeerJ* 3, e1402.

Green, R.E., Hodson, D.P., and Holness, P.R. (1997). Survival and movements of Stone Curlews *Burhinus oedichnemus* ringed in England. *Ring. Migr.* 18, 24-34.

Green, R.E., Tyler, G.A., and Bowden, C.G.R. (2000). Habitat selection, ranging behaviour and diet of the Stone-curlew (*Burhinus oedichnemus*) in southern England. *J. Zool.* 250, 161-183. doi:10.1111/j.1469-7998.2000.tb00600.x

Gurr, G.M., Wratten, S.D., and Luna, J.M. (2003). Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic Appl. Ecol.* 4, 107-116. doi:10.1078/1439-1791-00122

Hallmann, C.A., Foppen, R.P., van Turnhout, C.A., de Kroon, H., and Jongejans, E. (2014). Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511, 341-343.

- Hawkes, R.W., Smart, J., Brown, A., Green, R.E., Jones, H., and Dolman, P.M. (2021). Effects of experimental land management on habitat use by Eurasian Stone-curlews. *Anim. Conserv.* 24, 743-755. doi:10.1111/acv.12678
- Johnson, M.D. (2007). Measuring habitat quality: a review. *Condor* 109, 489-504.
- Knapp, M., and Řezáč, M. (2015). Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: distribution of carabid beetles and spiders in agricultural landscape. *PLoS One* 10, e0123052.
- Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B., & Siriwardena, G.M. (1999). The second Silent Spring? *Nature*, 400, 611-612.
- Lee, A., Cresswell, W., Delaney, K., and Gage, S. (2001). Habitat associations and foraging behaviour of birds in hedgerows and field margins. *Agric. Ecosyst. Environ.* 85, 259-267.
- Liu, D., Chen, L., Wang, Y., and Lu, J. (2018). How much can we trust GPS wildlife tracking? An assessment in semi free ranging Crested Ibis (*Nipponia nippon*). *PeerJ* 6, e5320. doi:10.7717/peerj.5320
- Mineau, P., and Whiteside, M. (2013). Pesticide acute toxicity is a better correlate of U.S. grassland bird declines than agricultural intensification. *PLoS One* 8, e57457.
- Moreau, A., Rousseau, C., Bocher, P., Dupuy, C., and Farau, S. (2024). Home range sizes and nychthemeral habitat uses by the Northern Shoveler (*Spatula clypeata*) on pre-nuptial stopovers in Vendée marshes, western France. *Ornis Fennica* 101, 62-75.
- O'Connor, R.J., & Shrubbs, M. (1986). *Farming and Birds*. Cambridge University Press.
- Pebesma, E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *R J.* 10, 439-446. doi:10.32614/RJ-2018-009
- Pluess, T., Opatovsky, I., Gavish-Regev, E., Lubin, Y., and Schmidt-Entling, M.H. (2010). Non-crop habitats in the landscape enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137, 68-74.
- Sandhu, H.S., Wratten, S.D., and Cullen, R. (2010). Organic agriculture and ecosystem services. *Environ. Sci. Policy* 13, 1-7.
- Setchfield, R.P., and Peach, W.J. (2016). The effects of crop type and density on nesting success in farmland birds: the case of the Corn Bunting (*Emberiza calandra*). *Bird Study* 63, 1-10. doi:10.1080/00063657.2015.1136227
- Steffan-Dewenter, I., and Westphal, C. (2008). The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. *J. Appl. Ecol.* 45, 317-321.
- Taylor, R.L., Maxwell, B.D., and Boik, R.J. (2006). Indirect effects of herbicides on bird food resources and beneficial arthropods. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116, 157-164.
- Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A., and Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 51, 746-755.
- Whittingham, M.J., and Evans, K.L. (2004). The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis* 146, 210-220. doi:10.1111/j.1474-919X.2004.00370.x
- Whittingham, M.J., Swetnam, R.D., Wilson, J.D., Chamberlain, D.E., and Freckleton, R.P. (2006). Habitat selection by yellowhammers *Emberiza citrinella* on lowland farmland at two spatial scales: Implications for conservation management. *J. Appl. Ecol.* 43, 327-337. doi:10.1111/j.1365-2664.2006.01141.x
- Winter, S., Bauer, T., Strauss, P., Kratschmer, S., Paredes, D., Popescu, D., Landa, B., Guzmán, G., Gómez, J.A., and Batáry, P. (2018). Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 55, 2484-2495. doi:10.1111/1365-2664.13124

Ouvrages et livres

- Colwell, M.A. (2010). *Shorebird Ecology, Conservation, and Management*. Berkeley: University of California Press. doi:10.1525/9780520947962
- Cramp, S., and Simmons, K.E.L. (1983). *The Birds of the Western Palearctic, Volume III: Waders to Gulls*. Oxford: Oxford University Press.
- del Hoyo, J., Elliott, A., and Sargatal, J. (1996). *Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Hoatzin to Auks*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Issa, N., and Muller, Y. (2015). *Atlas des oiseaux de France métropolitaine : nidification et présence hivernale*. Paris: Delachaux et Niestlé.
- Silverman, B.W. (1986). *Density estimation for statistics and data analysis*. London: Chapman and Hall.
- Snow, D.W., and Perrins, C.M. (1998). *The Birds of the Western Palearctic, Volume 1: Non-Passerines*. Oxford: Oxford University Press.

Tissier, D. (2005). L'Oedicnème criard dans le Rhône. *EFFRAIE* 14, 3-14.

Tucker, G.M., and Heath, M.F. (1994). *Birds in Europe: Their Conservation Status*. Cambridge: BirdLife International.

Vaughan, N., and Vaughan-Jennings, N. (2005). *The Stone-curlew*. Thetford: British Trust for Ornithology.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer-Verlag.

Chapitres d'ouvrages

Géroudet, P. (1982). Limicoles, gangas et pigeons d'Europe. Tome 1. *Delachaux & Niestlé*, 70-81.

Hume, R., and Kirwan, G.M. (2013). "Eurasian Thick-knee (*Burhinus oedicnemus*)," in *Handbook of the Birds of the World Alive*, eds. J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie, and E. de Juana (Barcelona: Lynx Edicions).

Trouvilliez, J. (2012). "Cahier d'habitats Natura 2000," in *La Documentation Française*. MEDDTL, MAAF & MNHN. Tome 8, Vol 2, 372-375.

Rapports et documents techniques

Belghali, S., Plard, F., Bizet, D., Boismery, G., Morales, M., Sabran, C., Vanderlinden, S., Vollot, B., Augiron, S., and Besnard, A. (2023). *Etude de l'habitat de reproduction des Oedicnèmes criards dans les Costières nimoises*. Rapport dans le cadre des mesures d'accompagnement de l'extension de la carrière CMSE d'Aigues-Vives, 100 pages.

Green, R.E. (1988). *Stone Curlew conservation*. 30-33.

Poitou-Charentes Nature (2018). *Liste rouge du Poitou-Charentes : chapitre Oiseaux nicheurs*. Fontaine-le-Comte. Available at: https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/4.liste_rouge_oiseaux_nicheurs_pc_2018_hd.pdf

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2016). *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. Paris, France.

Bases de données et ressources en ligne

BirdLife International (2018). Species factsheet: Eurasian Thick-knee *Burhinus oedicnemus*.

Available at: <https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/eurasian-thick-knee-burhinus-oedicnemus> [Accessed July 28, 2025].

BirdLife International (2021). *Burhinus oedicnemus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021:e.T45111439A166454549. doi:10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T45111439A166454549.en

MNHN & OFB (2003-2023). Fiche de *Burhinus oedicnemus* (Linnaeus, 1758). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). Available at: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/3120 [Accessed February 25, 2023].

Données cartographiques et SIG

European Environment Agency (2014). CORINE Land Cover – Occupation des sols en France, millésime 2012 [Shapefile SIG]. Programme Copernicus. Available at: <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/corine-land-cover-occupation-des-sols-en-france/>

Google (2025). Google Satellite imagery [Données cartographiques]. Via QuickMapServices plugin (QGIS). Available at: <https://www.google.com/maps>

Institut national de l'information géographique et forestière (2025). BD TOPO® v3.5 – Tous thèmes, département 017, projection Lambert-93 [Shapefile SIG]. Available at: <https://geoservices.ign.fr/telechargement-api/BDTOPO>

OpenStreetMap France (2023). Contours des régions françaises – Données issues d'OpenStreetMap [Shapefile SIG]. Available at: <https://www.data.gouv.fr/datasets/contours-des-regions-francaises-sur-openstreetmap/>

Logiciels et packages

R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/>

Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., and Vaughan, D. (2023). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.4. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

GLOSSAIRE

Liste des abréviations

CDA : Communauté d'agglomération

ERC : Éviter-Réduire-Compenser

GPS : Global Positioning System (Système de positionnement global)

MCP100 : Polygone convexe minimal à 100%

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNO : Programme National œdénisme criard

UTC : Temps universel coordonné

95KUD : Kernel Utilization Distribution à 95% (domaine vital)

50KUD : Kernel Utilization Distribution à 50% (zone cœur d'activité)

Définitions

Balises GPS-GSM : Dispositifs électroniques équipés d'un récepteur GPS et d'un module de transmission GSM permettant la localisation et la transmission à distance des données de position d'un animal.

Carabe : Insectes coléoptères de la famille des Carabidae, prédateurs terrestres constituant une ressource alimentaire importante pour de nombreux oiseaux insectivores.

Cycle nyctéméral : Cycle biologique de 24 heures alternant entre les phases diurnes (jour) et nocturnes (nuit), déterminant les rythmes d'activité des organismes.

Central place foraging : Stratégie d'approvisionnement où l'animal effectue ses déplacements de recherche alimentaire à partir d'un point central fixe auquel il retourne régulièrement. Ce point central peut être le nid (pendant la reproduction), un gîte, un terrier ou tout autre site d'importance vitale.

Compétition intraspécifique : Compétition intraspécifique : forme de compétition qui survient entre des individus d'une même espèce lorsqu'ils exploitent les mêmes ressources (nourriture, abri, partenaires, etc.) dans un environnement donné. Cette compétition peut influencer la survie, la croissance, la reproduction ou le comportement des individus concernés.

Domaine vital (Home Range) : Ensemble des zones fréquentées par un individu pour satisfaire ses besoins vitaux (alimentation, repos, reproduction). Il peut être estimé par différentes méthodes comme le MCP

(Minimum Convex Polygon) ou les KUD (Kernel Utilization Distribution).

Faune auxiliaire : organismes animaux bénéfiques aux cultures agricoles parce qu'ils aident à réguler les populations de ravageurs ou jouent un rôle positif dans l'écosystème. Ce terme est souvent utilisé en opposition aux espèces nuisibles.

Élevage : Phase du cycle reproducteur correspondant à la période de soins parentaux aux poussins, de l'éclosion jusqu'à l'envol.

Incubation : Phase du cycle reproducteur durant laquelle les adultes maintiennent les œufs à la température optimale pour le développement embryonnaire.

HDOP (Horizontal Dilution of Precision) : Indicateur de la qualité géométrique d'une position GPS, le HDOP mesure l'influence de la disposition relative des satellites sur la précision horizontale de la localisation. Plus les satellites sont dispersés dans le ciel, plus le HDOP est faible, indiquant une localisation précise. À l'inverse, un HDOP élevé reflète une mauvaise géométrie satellitaire et donc une précision réduite. Des valeurs inférieures à 5 sont généralement considérées comme acceptables pour les analyses spatiales.

Interpolation : Méthode mathématique visant à estimer les valeurs d'une variable à des points intermédiaires, en s'appuyant sur des observations disponibles à des instants ou positions discontinus. Dans le cadre des données de suivi animalier par GPS, l'interpolation permet de reconstruire des trajectoires à des intervalles temporels réguliers, facilitant ainsi l'analyse spatiale et temporelle des déplacements, en supposant

une évolution continue entre points successifs.

Kernel Utilization Distribution (KUD) : Méthode d'estimation des domaines vitaux basée sur la densité de probabilité d'utilisation de l'espace, permettant d'identifier les zones préférentiellement fréquentées par un animal.

Limicole : Ordre d'oiseaux comprenant les échassiers, caractérisés par leurs longues pattes et leur régime alimentaire basé sur les invertébrés aquatiques ou terrestres.

Mesures agro-environnementales : Dispositifs contractuels encourageant les agriculteurs à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement en contrepartie d'une rémunération.

Micro-écotones : Zones de transition écologique de petite taille situées entre différents habitats ou types d'occupation du sol, créant des conditions environnementales particulières qui favorisent une biodiversité spécifique.

Mosaïque paysagère : Ensemble hétérogène d'habitats et d'éléments paysagers (cultures, prairies, haies, boisements) créant une diversité spatiale favorable à la biodiversité.

Néonicotinoïdes : Classe d'insecticides de synthèse agissant sur le système nerveux central des insectes, suspectés d'avoir des effets néfastes sur la biodiversité.

Niché : Ensemble des éléments associés à une tentative de reproduction d'un couple reproducteur, incluant un ou plusieurs œufs pondus à une date donnée, et les poussins issus de cette ponte, suivis jusqu'à leur envol. Dans le cadre de cette étude, chaque nichée constitue une unité biologique et temporelle distincte d'analyse, englobant les phases successives d'incubation et d'élevage.

Nidifuges : Se dit des poussins qui quittent le nid dès l'éclosion et sont capables de se déplacer et de se nourrir de façon autonome, contrairement aux nidicoles qui restent au nid.

Nyctéméral : Qui se rapporte au cycle de 24 heures alternant jour et nuit.

Outarde canepetière : Espèce d'oiseau steppique (*Tetrax tetrax*) également menacée par l'intensification agricole.

Paléarctique : Région biogéographique comprenant l'Europe, l'Asie du Nord et l'Afrique du Nord.

Phase d'élevage : Période de l'éclosion à l'envol des poussins durant laquelle les parents prodiguent des soins parentaux aux jeunes (environ 45 jours chez l'œdicnème criard).

Phase d'incubation : Période de la ponte à l'éclosion durant laquelle les adultes maintiennent les œufs à la température optimale pour le développement embryonnaire (26 jours chez l'œdicnème criard).

Philopatrie : Comportement par lequel un individu revient se reproduire dans la zone où il est né ou a déjà niché.

Plantes messicoles : Espèces végétales sauvages qui poussent spontanément dans les cultures sans y avoir été semées. Ces espèces constituent un élément essentiel de la biodiversité agricole et jouent un rôle écologique important pour l'entomofaune.

Polygone convexe minimal (MCP100) : Enveloppe convexe la plus petite possible englobant l'ensemble des points de localisation d'un animal. Cette méthode fournit une estimation de l'étendue spatiale maximale occupée, incluant toutes les localisations y compris les valeurs extrêmes.

Pseudo-steppes : Milieux ouverts d'origine anthropique présentant des caractéristiques écologiques similaires aux steppes naturelles.

Recouvrement spatial : Proportion d'aire commune entre deux domaines vitaux, calculée comme le rapport entre l'aire de l'intersection et l'aire de l'union des deux domaines vitaux, exprimée en pourcentage.

Rééchantillonnage : Processus consistant à modifier la fréquence temporelle ou spatiale d'un jeu de données initial, en créant une nouvelle série de points à intervalles réguliers ou prédéfinis. En suivi GPS d'animaux, le rééchantillonnage vise à homogénéiser la résolution des données pour réduire les biais liés à des fréquences d'acquisition variables, facilitant ainsi les analyses comparatives et la modélisation des déplacements.

Sol perturbé : désigne une parcelle de prairie ou d'herbage où le sol a été intentionnellement remué ou dégradé, par des actes comme le labour, le décapage de la végétation, le retournement ou l'éreintage mécanique. Ces interventions agricoles permettent d'introduire des zones de sol nu ou peu végétalisé qui peuvent favoriser certaines espèces (végétales ou animales),

notamment les limicoles comme l'Œdicnème criard.

Sélection de l'habitat : Processus par lequel un individu choisit un type d'habitat parmi ceux disponibles, en fonction de ses besoins écologiques. Ce processus est influencé par la qualité du milieu, la présence de concurrents ou de prédateurs, et les ressources disponibles.

Site de nidification : Emplacement précis où un oiseau construit son nid pour se reproduire.

Steppique : Qui se rapporte aux steppes, vastes étendues d'herbes courtes caractéristiques des climats continentaux.

Succès reproducteur : Capacité d'un individu ou d'une population à produire une descendance viable. Il peut être mesuré à différents stades : succès d'éclosion (proportion d'œufs qui éclosent), succès à l'envol (proportion de poussins qui atteignent l'envol), ou succès reproducteur global.

Téléométrie : Technique de mesure et de transmission à distance de données, permettant le suivi des déplacements et du comportement d'animaux équipés d'émetteurs (balises GPS dans cette étude).

Utilisation extensive : Exploitation d'un territoire sur de grandes surfaces avec une densité d'utilisation relativement faible par unité de surface, contrairement à une utilisation intensive qui concentre l'activité sur de petites surfaces.

Valeur patrimoniale : Importance d'une espèce du point de vue de la conservation de la biodiversité et du patrimoine naturel.

Zone cœur d'activité : Zone la plus intensément utilisée au sein du domaine vital, correspondant au 50% KUD. En période de reproduction, elle inclut principalement la zone du nid et ses abords immédiats.

Annexes

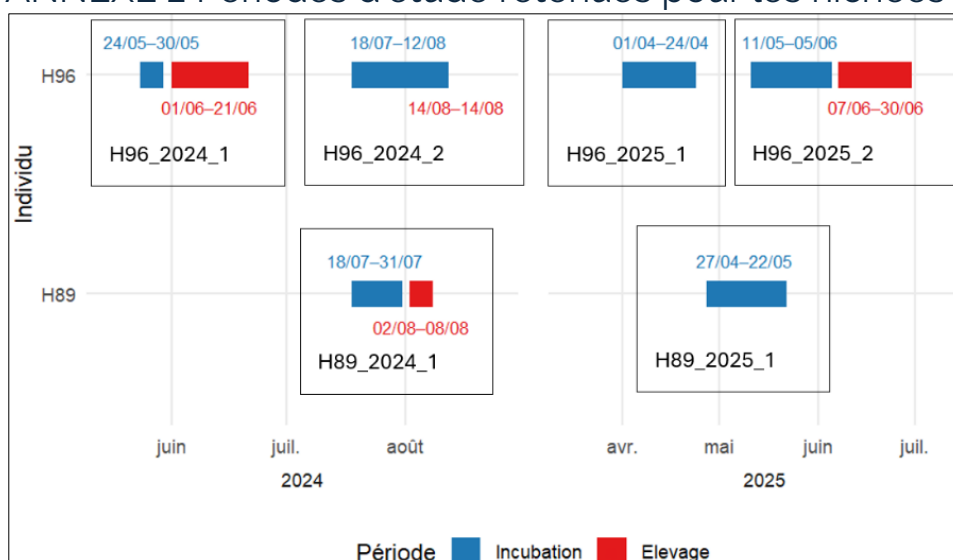
ANNEXE 1. Liste des individus équipés de balises GPS	48
ANNEXE 2 Périodes d'étude retenues pour les nichées étudiées	48
ANNEXE 3. Formule de Silverman.....	48
ANNEXE 4. Utilisation des mesures biométriques des œufs pour l'estimation de la date de ponte et de la date d'éclosion.....	49
ANNEXE 5. Distribution de la précision GPS (HDOP) par nichée	49
ANNEXE 6. Détermination de la taille minimale d'échantillon pour l'estimation des domaines vitaux (méthode 95 % KUD)	50
ANNEXE 8. Taille de l'échantillon par nichée après rééchantillonnage et interpolation.....	51
ANNEXE 9. Evolution de la taille de l'échantillon par nichée avec rééchantillonnage 16min et interpolation 5 min.	51
ANNEXE 10. Aires des domaines vitaux et taux de recouvrement intra et inter annuel du domaine vital	52
ANNEXE 11. Aire des domaines vitaux estimés par la méthode MCP.....	52
ANNEXE 12. Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels intra et interannuels.....	52
ANNEXE 13. Distance des nids	52
ANNEXE 14. Domaines vitaux 50KUD et 95KUD par nichée, selon la phase du cycle de reproduction et du cycle nyctéméral.....	53
ANNEXE 15. Détail taille des domaines vitaux selon phase du cycle nyctéméral et du cycle de reproduction	56
ANNEXE 16 Taille des domaines vitaux : Détail des tests statistiques	57
ANNEXE 17 Temps au nid : Détail des résultats	57

ANNEXE 1. Liste des individus équipés de balises GPS.

N° bague DARVIC	N° GPS	N° bague MNHN	Date de pose de la balise GPS	Lieu de pose : Longitude, Latitude	Saisons de reproduction enregistrées	Lieu d'hivernage Hiver 2024-2025	Statut actuel
H82	242516	EC115601	30/05/2024	-0.9548, 46.1690	2024	Amposta, Espagne	Mort
H89	242518	EC109603	18/07/2024	-0.9599, 46.1626	2024 et 2025	Gibraltar, Espagne	Vivant
H96	242515	EC112604	24/05/2024	-1.0600, 46.2124	2024 et 2025	Khouribga, Maroc	Vivant
U01	242517	EC112602	31/05/2024	-1.1006, 46.2176	2024	Los Corrales, Espagne	Mort

(1) Le nombre de jours de suivi correspond au nombre de jours d'enregistrement des données GPS. En 2025, l'extraction des données ayant eu lieu le 30/06/2025, cette date a été prise comme référence pour la fin du suivi qui en réalité s'est poursuivi au-delà.

ANNEXE 2 Périodes d'étude retenues pour les nichées étudiées



ANNEXE 3. Formule de Silverman

$$h_{\text{Silverman}} = \frac{h_x + h_y}{2}$$

$$h_x = 1.06 \cdot \sigma_x \cdot n^{-1/5}, \quad h_y = 1.06 \cdot \sigma_y \cdot n^{-1/5}$$

Où :

- h = paramètre de lissage (bandwidth),
- σ = écart-type des coordonnées GPS (en x ou y),
- n = nombre de points de localisation.

ANNEXE 4. Utilisation des mesures biométriques des œufs pour l'estimation de la date de ponte et de la date d'éclosion

L'estimation des dates de ponte et d'éclosion est réalisée en plusieurs étapes à partir des mesures biométriques des œufs : longueur, largeur, masse.

1. Calcul du volume de l'œuf (en cm^3) à partir des dimensions mesurées (longueur et largeur en mm) :

$$\text{Volume} = \frac{\text{Largeur}^2 \times \text{Longueur} \times 0,51}{1000}$$

2. Calcul de la densité de l'œuf (en g/cm^3) :

$$\text{Densité} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volume}}$$

3. Estimation de l'âge de l'œuf (en jours) à partir de la densité, selon la formule :

$$\hat{\text{Âge de l'œuf}} = \frac{\text{Densité} - 1,0748}{-0,006}$$

4. Calcul de la date de ponte estimée :

$$\text{Date de ponte} = \text{Date de mesure} - \hat{\text{Âge de l'œuf}}$$

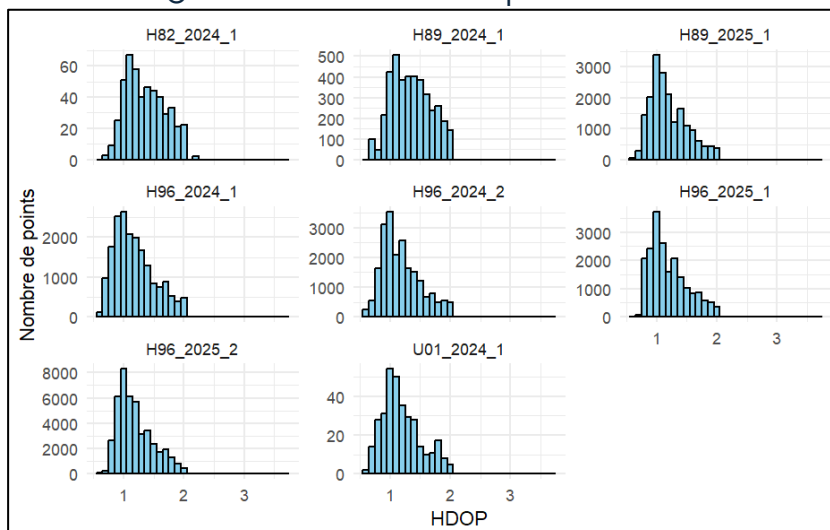
5. Estimation de la date d'éclosion (durée moyenne d'incubation : 26 jours chez l'Édicnème criard) :

$$\text{Date d'éclosion} = \text{Date de ponte} + 26 \text{ jours}$$

Cette estimation repose sur le fait que la densité de l'œuf diminue progressivement au cours de l'incubation, en lien avec la perte d'humidité. Cette méthode suppose que l'incubation commence à la ponte du dernier œuf, ce qui est généralement le cas chez les limicoles.

La précision des estimations est directement dépendante de la précision des mesures de masse et de dimensions.

ANNEXE 5. Distribution de la précision GPS (HDOP) par nichée



Pour l'ensemble des nichées étudiées, le HDOP (Horizontal Dilution of Precision) est inférieur à 2,5.

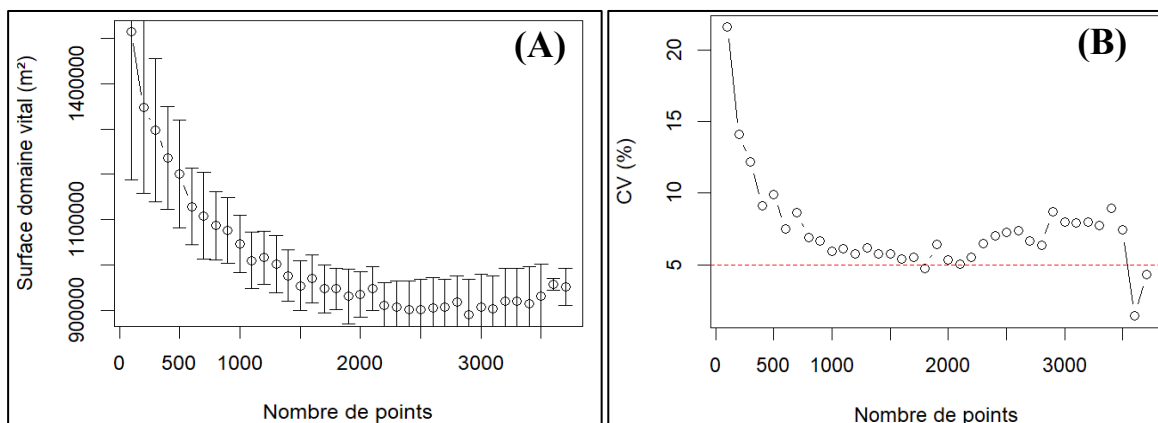
ANNEXE 6. Détermination de la taille minimale d'échantillon pour l'estimation des domaines vitaux (méthode 95 % KUD)

Une analyse de saturation a été réalisée afin de déterminer le nombre minimal de localisations GPS nécessaires pour estimer de manière fiable les domaines vitaux par la méthode des Kernel Utilization Distributions (KUD). Cette étape visait à définir un seuil de taille d'échantillon garantissant une surface stable et peu variable, et ainsi exclure les échantillons de localisations trop réduits.

L'analyse a été conduite sur la nichée Hg6_2025_2, qui disposait du plus grand nombre de localisations (N Incubation = 20775, N élevage = 23553). Les données ont été filtrées, reprojctées en système Lambert-93 (EPSG:2154), et traitées avec le package adehabitatHR sous R. Des sous-échantillons de tailles croissantes (de 100 à N, par pas de 100) ont été tirés aléatoirement (30 répétitions par taille). Pour chaque tirage :

- Un domaine vital KUD 95 % a été estimé ;
- La surface obtenue a été calculée en mètres carrés ;
- La moyenne et l'écart-type des surfaces ont été enregistrés.

Les variations relatives ont été exprimées via le coefficient de variation (CV%) .

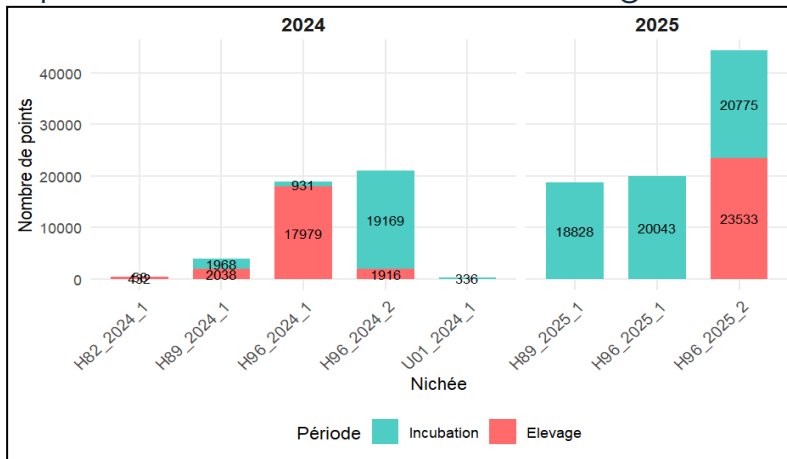


Etude de la taille de l'échantillon de localisations GPS nécessaire pour l'estimation du 95% KUD. (A) Courbe de saturation : Évolution de la surface moyenne du domaine vital KUD 95 % (m²) en fonction de la taille de l'échantillon (nombre de points GPS). Les barres représentent l'écart-type. (B) Courbe du coefficient de variation : Coefficient de variation (CV%) de la surface du domaine vital en fonction de la taille de l'échantillon. La ligne rouge indique le seuil arbitraire de stabilité fixé à 5%.

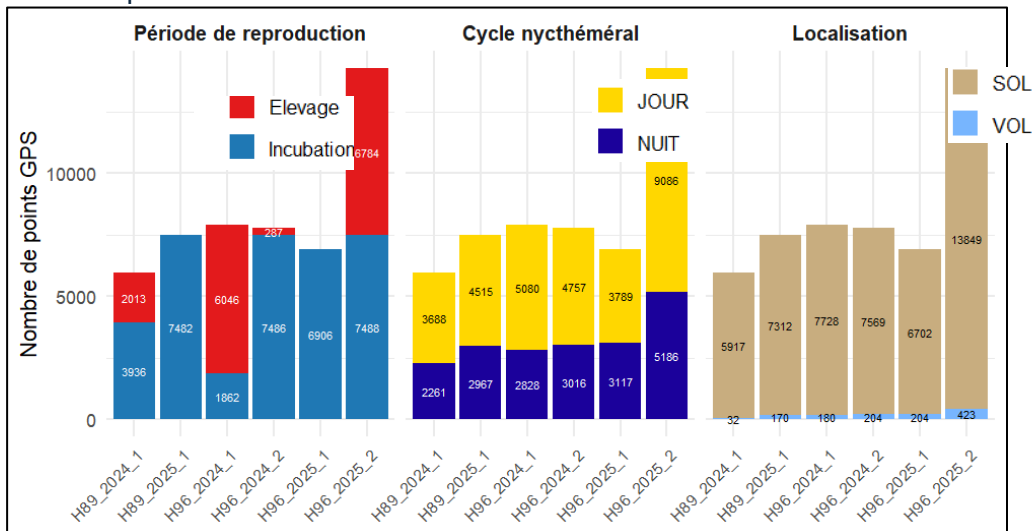
La surface du domaine vital estimé augmente rapidement avec les premiers points, puis tend vers un plateau à partir de 1000 localisations environ. Le coefficient de variation chute rapidement, puis atteint un palier stable autour de 1500 points, indiquant une faible variabilité des estimations à partir de ce seuil. Sur la base de cette analyse, un seuil minimal de 1500 localisations GPS a été retenu pour inclure un échantillon dans les analyses spatiales. Les échantillons de localisations GPS en dessous de ce seuil ont été exclus pour éviter des estimations instables ou imprécises.

Par conséquent, les échantillons suivants ont été exclus en raison d'un nombre insuffisant de localisations GPS : nichée H82_2024_1, nichée U01_2024_1, phase d'élevage de la nichée Hg6_2024_2

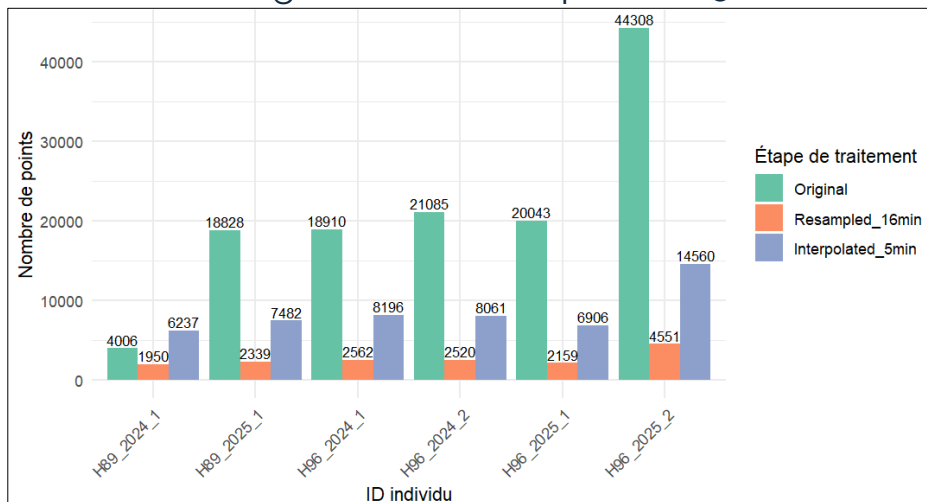
ANNEXE 7. Taille de l'échantillon initial par nichée, selon la phase de reproduction, avant rééchantillonnage



ANNEXE 7. Taille de l'échantillon par nichée après rééchantillonnage et interpolation.



ANNEXE 8. Evolution de la taille de l'échantillon par nichée avec rééchantillonnage 16min et interpolation 5 min.



ANNEXE 9. Aires des domaines vitaux et taux de recouvrement intra et inter annuel du domaine vital

Nichée	Individu	Année	MCP_100 (ha)
H89_2024_1	H89	2024	34.9
H89_2025_1	H89	2025	172,14
Hg6_2024_1	Hg6	2024	117,57
Hg6_2024_2	Hg6	2024	202,17
Hg6_2025_1	Hg6	2025	259,50
Hg6_2025_2	Hg6	2025	283,13

ANNEXE 10. Aire des domaines vitaux estimés par la méthode MCP

Nichée	K50 (ha)					K95 (ha)				
	TOTAL	JOUR	NUIT	Incubation	Elevage	TOTAL	JOUR	NUIT	Incubation	Elevage
H89_2024_1	0.16	0.09	0.61	0.09	0.41	4.46	2.31	6.55	4.02	3.2
H89_2025_1	0.56	0.05	3.2	0.56	NA	18.46	0.87	41	18.46	NA
Hg6_2024_1	1.02	0.29	3.22	1.71	0.85	11.96	1.86	43.28	27.48	6.84
Hg6_2024_2	0.54	0.02	4.19	0.53	1.32	22.19	0.45	57.36	21.7	23.69
Hg6_2025_1	1.28	0.07	5.35	1.28	NA	25.91	2.21	65.99	25.91	NA
Hg6_2025_2	1.49	0.33	10.84	1.44	0.96	40.32	5.91	84.32	48.8	15.24

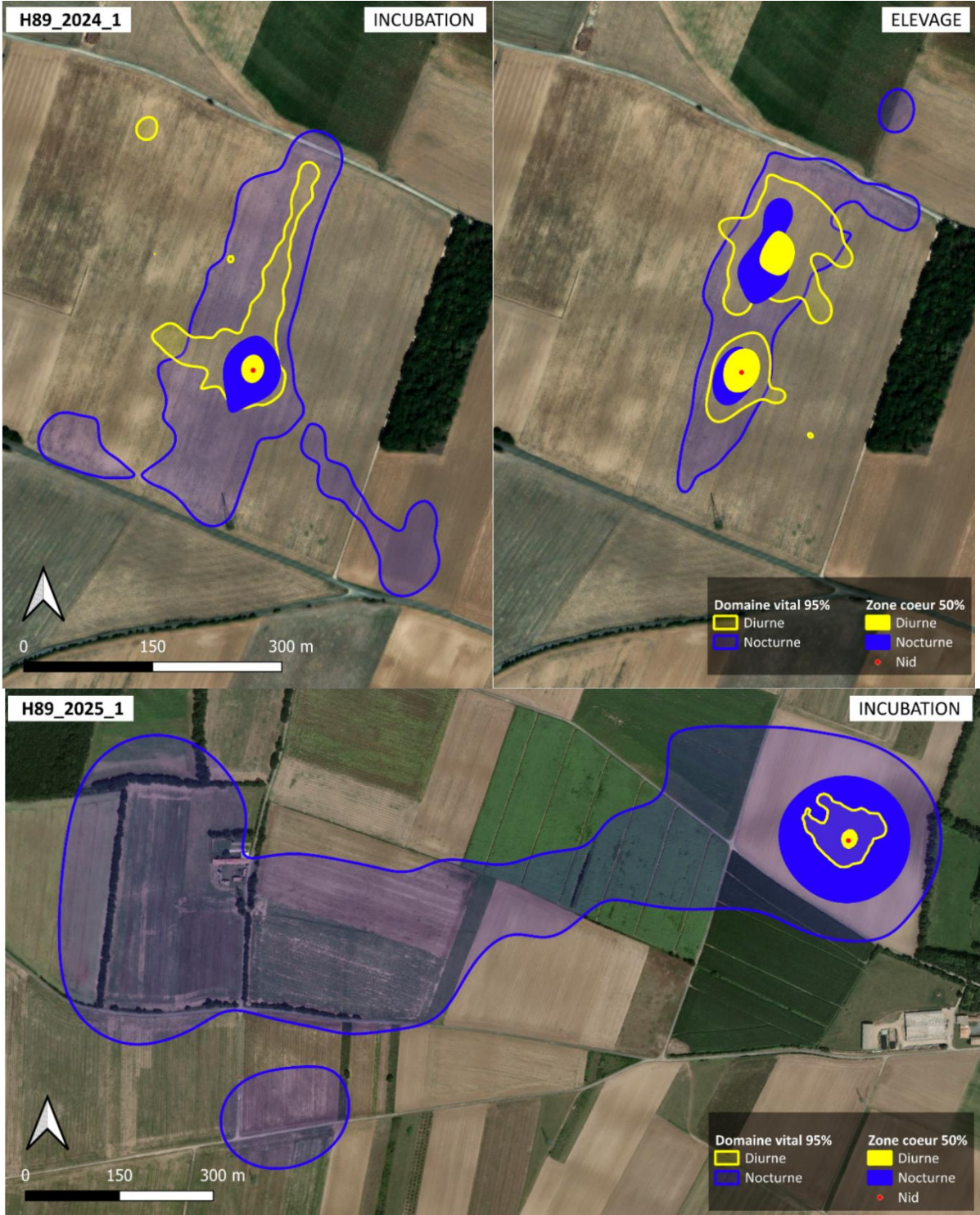
ANNEXE 11. Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels intra et interannuels

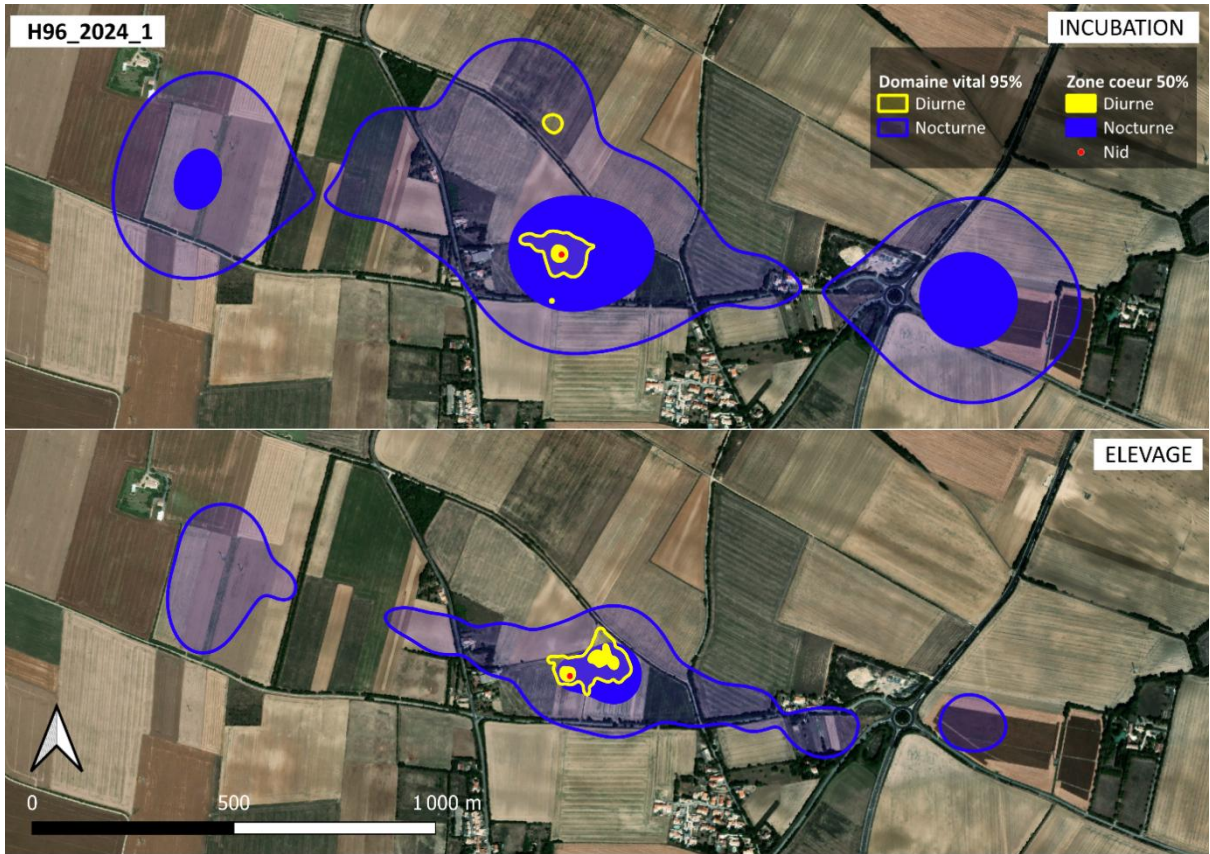
Individu	Type	Nombre de nichées en 2024	Nombre de nichées en 2025	Surface 2024 (ha)	Surface 2025 (ha)	Surface Intersection (ha)	Surface Union (ha)	Taux de recouvrement interannuel
H89	MCP	1	1	34.52	170.25	0	204.77	0
H89	K50	1	1	0.16	0.56	0	0.72	0
H89	K95	1	1	4.46	18.46	0	22.92	0
Hg6	MCP	2	2	276.84	301.37	236.91	341.3	69.42
Hg6	K50	2	2	1.56	2.77	0	4.33	0
Hg6	K95	2	2	34.15	51.93	5.05	81.03	6.23

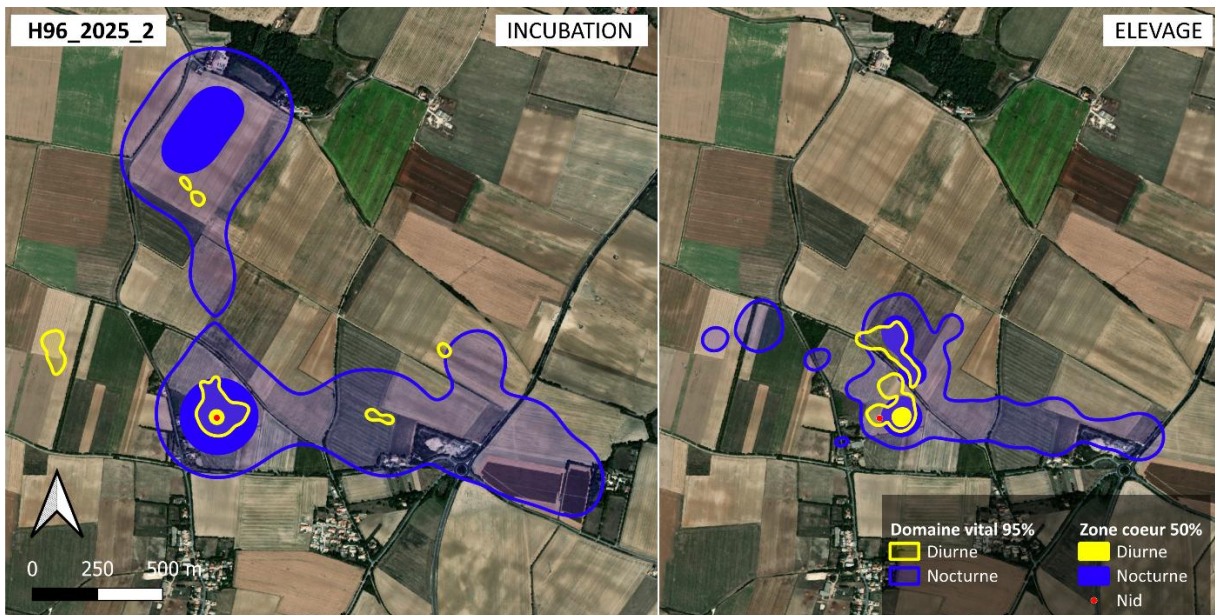
ANNEXE 12. Distance des nids

Individu	Nids	Distance (m)
H89	2024 – 2025 : H89_2024_1 – H89_2025_1	4865
Hg6	Dernière nichée 2024 – 2025 : Hg6_2024_2 - Hg6_2025_1	557
Hg6	2 nichées 2024 : Hg6_2024_1 – Hg6_2024_2	960
Hg6	2 nichées 2025 : Hg6_2025_1 – Hg6_2025_2	330

ANNEXE 13. Domaines vitaux 50KUD et 95KUD par nichée, selon la phase du cycle de reproduction et du cycle nyctéméral







ANNEXE 14. Détail taille des domaines vitaux selon phase du cycle nycthémeral et du cycle de reproduction

id_data	type_kernel	phase	moment	surface_ha
H89_2024_1	50% KUD	Incubation	Jour	0,06
H89_2024_1	50% KUD	Incubation	Nuit	0,4
H89_2024_1	50% KUD	Élevage	Jour	0,29
H89_2024_1	50% KUD	Élevage	Nuit	0,69
H89_2024_1	95% KUD	Incubation	Jour	1,38
H89_2024_1	95% KUD	Incubation	Nuit	6,3
H89_2024_1	95% KUD	Élevage	Jour	2,19
H89_2024_1	95% KUD	Élevage	Nuit	4,05
H89_2025_1	50% KUD	Incubation	Jour	0,05
H89_2025_1	50% KUD	Incubation	Nuit	3,2
H89_2025_1	95% KUD	Incubation	Jour	0,87
H89_2025_1	95% KUD	Incubation	Nuit	41
H96_2024_1	50% KUD	Incubation	Jour	0,11
H96_2024_1	50% KUD	Incubation	Nuit	13,29
H96_2024_1	50% KUD	Élevage	Jour	0,3
H96_2024_1	50% KUD	Élevage	Nuit	2,14
H96_2024_1	95% KUD	Incubation	Jour	1,36
H96_2024_1	95% KUD	Incubation	Nuit	86,78
H96_2024_1	95% KUD	Élevage	Jour	1,62
H96_2024_1	95% KUD	Élevage	Nuit	27,3
H96_2024_2	50% KUD	Incubation	Jour	0,02
H96_2024_2	50% KUD	Incubation	Nuit	4,32
H96_2024_2	95% KUD	Incubation	Jour	0,32
H96_2024_2	95% KUD	Incubation	Nuit	56,95
H96_2025_1	50% KUD	Incubation	Jour	0,07
H96_2025_1	50% KUD	Incubation	Nuit	5,35
H96_2025_1	95% KUD	Incubation	Jour	2,21
H96_2025_1	95% KUD	Incubation	Nuit	65,99
H96_2025_2	50% KUD	Incubation	Jour	0,18
H96_2025_2	50% KUD	Incubation	Nuit	12,72
H96_2025_2	50% KUD	Élevage	Jour	0,32
H96_2025_2	50% KUD	Élevage	Nuit	3,77
H96_2025_2	95% KUD	Incubation	Jour	4,39
H96_2025_2	95% KUD	Incubation	Nuit	100,76
H96_2025_2	95% KUD	Élevage	Jour	4,5
H96_2025_2	95% KUD	Élevage	Nuit	34,31

ANNEXE 15 Taille des domaines vitaux : Détail des tests statistiques

TEST COMPARAISON TAILLE DOMAINES VITAUX DIURNE VS NOCTURNE : Wilcoxon-Mann-Whitney

kernel	moment	n_incubation	n_elevage	mediane_incub	mediane_elev	moy_incub	moy_elev	p_value	interpretation
50% KUD	Jour	6	3	0,06	0,3	0,08	0,3	0,0282	Différence significative (p < 0.05) - Élevage > Incubation
50% KUD	Nuit	6	3	4,84	2,14	6,55	2,2	0,2453	Pas de différence significative
95% KUD	Jour	6	3	1,37	2,19	1,75	2,77	0,2453	Pas de différence significative
95% KUD	Nuit	6	3	61,47	27,3	59,63	21,89	0,0933	Tendance (p < 0.1)

TEST COMPARAISON TAILLE DOMAINES VITAUX INCUBATION VS ELEVAGE : Wilcoxon-Mann-Whitney

kernel	phase	n_jour	n_nuit	mediane_jour	mediane_nuit	moy_jour	moy_nuit	p_value	interpretation
50% KUD	Incubation	6	6	0,06	4,84	0,08	6,55	0,0051	Différence significative (p < 0.01) - Nuit > Jour
50% KUD	Élevage	3	3	0,3	2,14	0,3	2,2	0,0809	Tendance (p < 0.1)
95% KUD	Incubation	6	6	1,37	61,47	1,75	59,63	0,0051	Différence significative (p < 0.01) - Nuit > Jour
95% KUD	Élevage	3	3	2,19	27,3	2,77	21,89	0,1904	Pas de différence significative

ANNEXE 16 Temps au nid : Détail des résultats

id_data	JOUR_NUIT	Hors_nid	Au_nid	Proportion_au_nid	Total_h	Au_nid_h	Hors_nid_h
H89_2024_1	JOUR	2935	9415	0,762	205,83	156,92	48,92
H89_2024_1	NUIT	3905	3420	0,467	122,08	57	65,08
H89_2025_1	JOUR	5500	17075	0,756	376,25	284,58	91,67
H89_2025_1	NUIT	8020	6810	0,459	247,17	113,5	133,67
H96_2024_1	JOUR	2395	3480	0,592	97,92	58	39,92
H96_2024_1	NUIT	2845	585	0,171	57,17	9,75	47,42
H96_2024_2	JOUR	4620	18320	0,799	382,33	305,33	77
H96_2024_2	NUIT	9130	5355	0,37	241,42	89,25	152,17
H96_2025_1	JOUR	5905	13030	0,688	315,58	217,17	98,42
H96_2025_1	NUIT	10355	5235	0,336	259,83	87,25	172,58
H96_2025_2	JOUR	3395	20045	0,855	390,67	334,08	56,58
H96_2025_2	NUIT	9270	4725	0,338	233,25	78,75	154,5

RESUME (français)

L'Œdicnème criard (*Burhinus oedicanemus*), limicole spécialiste des terres agricoles, subit un déclin marqué en Europe occidentale, principalement lié à l'intensification agricole. Cet oiseau niche à même le sol et ses œufs sont donc directement vulnérables aux travaux agricoles. Le Poitou-Charentes, qui abrite l'un des principaux bastions de la population nicheuse française, constitue un territoire prioritaire pour sa conservation. Malgré les programmes de protection des nids déployés depuis 2021, la compréhension de l'écologie spatiale durant la reproduction reste limitée. Cette étude vise à caractériser l'utilisation de l'espace et la sélection d'habitat en période de reproduction sur la Communauté d'agglomération de La Rochelle. L'analyse porte sur deux individus adultes équipés de balises GPS-GSM OrniTrack 10g, suivis durant deux saisons de reproduction (2024-2025). Les domaines vitaux ont été estimés par les méthodes MCP100 et Kernel Utilization Distribution (95% et 50% KUD), analysés selon les cycles nycthémeral (jour/nuit) et reproductif (incubation/élevage). Les individus utilisent un territoire global moyen de $176,3 \pm 91,2$ ha (MCP100), un domaine vital fonctionnel de $20,6 \pm 12,3$ ha (95KUD) et une zone cœur de $0,85 \pm 0,5$ ha (50KUD), révélant une stratégie de *central place foraging*. L'activité nocturne se caractérise par des déplacements moyens de $1074,6 \pm 31,8$ m en incubation contre $302,5 \pm 33,0$ m le jour. En phase d'élevage, les excursions nocturnes se réduisent significativement sous l'effet des contraintes parentales. Les habitats sélectionnés comprennent une mosaïque de cultures de printemps (maïs, tournesol), terres nues et bordures herbacées basses. La rotation des cultures et l'évolution rapide du couvert végétal induisent des réorganisations spatiales fréquentes. Cette première étude télémétrique sur le territoire rochelais révèle l'importance de maintenir, dans un rayon d'1 km autour des sites de nidification, une mosaïque de cultures à croissance lente et d'éléments semi-naturels bas pour la conservation de l'espèce.

Mots-clés : Œdicnème criard, télémétrie GPS, domaine vital, habitat agricole, conservation, *Burhinus oedicanemus*

Abstract (English)

The Eurasian Stone-curlew (*Burhinus oedicanemus*), a shorebird specialist of farmland habitats, is experiencing a marked decline in Western Europe, primarily linked to agricultural intensification. This ground-nesting bird lays eggs directly on bare soil, making them highly vulnerable to farming operations. The Poitou-Charentes region, which hosts one of the main strongholds of the French breeding population, constitutes a priority area for its conservation. Despite nest protection programs implemented since 2021, knowledge of its spatial ecology during reproduction remains limited. This study aims to characterize space use and habitat selection during the breeding season in the La Rochelle metropolitan area. The analysis focuses on two adult individuals equipped with 10 g OrniTrack GPS-GSM tags, monitored over two breeding seasons (2024–2025). Home ranges were estimated using MCP100 and Kernel Utilization Distribution methods (95% and 50% KUD), and analyzed according to nycthemeral (day/night) and reproductive cycles (incubation/chick-rearing). Individuals used a mean total territory of $176,3 \pm 91,2$ ha (MCP100), a functional home range of $20,6 \pm 12,3$ ha (95KUD), and a core area of $0,85 \pm 0,5$ ha (50KUD), revealing a central place foraging strategy. Nocturnal activity was characterized by mean movements of $1,074,6 \pm 31,8$ m during incubation versus $302,5 \pm 33,0$ m during the day. During chick-rearing, nocturnal excursions were significantly reduced due to parental care constraints. Selected habitats comprised a mosaic of spring crops (maize, sunflower), bare ground habitats, and low herbaceous borders. Crop rotation and rapid vegetation growth induced frequent spatial reorganizations. This first GPS telemetry study in the La Rochelle area highlights the importance of maintaining, within a 1 km radius around nesting sites, a mosaic of slow-growing crops and low semi-natural features to support the species' conservation.

Keywords: Eurasian Stone-curlew, Eurasian Thick-knee, GPS telemetry, home range, farmland habitat, conservation, *Burhinus oedicanemus*