

Projet Recherche Innovation 2024-2025

Utilisation du paysage par les émergents *Emys orbicularis*



Robin Furet (sous la direction de)

Aïs Cizeron

Utilisation du paysage par les émergents *Emys* *orbicularis*

Robin Furet

2025-2026

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

Formation par la recherche, Projet recherche innovation en génie de l'Aménagement et de l'Environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet recherche innovation (PRI) situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Dans un premier temps, je remercie Polytech Clermont qui m'a permis d'effectuer une mobilité intra Polytech en dernière année. Je remercie également Polytech Tours qui m'a accueilli dans sa structure et m'a donné l'opportunité de développer mes compétences en gestion environnementale.

Je souhaite remercier mon tuteur de PRI, Robien Furet doctorant au Département Aménagement et Environnement pour sa réactivité et son investissement dans mon PRI. Grâce à lui, j'ai appris à analyser des données et les mettre en avant. Ces conseils m'ont grandement aidé dans la réalisation et l'aboutissement de ce PRI.

Je remercie aussi l'équipe doctorante pour leur aide porter sur le codage et leur soutien tout au long de ce projet.

SOMMAIRE

Introduction.....	10
1. Etat de l'art	11
1.1 Situation écologique.....	11
1.2 Les émergents d'automne.....	12
1.3 Enjeux de la Cistude d'Europe en région Brenne	13
2. Matériel et méthodes	14
2.1 Collecte des données.....	14
2.1.1 Paramètres biotiques.....	14
2.1.2 Paramètres abiotiques.....	16
2.2 Analyse des données.....	17
2.2.1 Traitement statistique	17
2.2.2 Etude géomatique	18
3. Résultats et discussions	18
3.1 Analyse exploratoire.....	19
3.2 Détermination de modèle linéaire	21
3.3 Analyses statistiques.....	21
3.3.1 Variables biotiques	22
3.3.2 Variables abiotiques	23
3.4 Domaine vital des individus.....	23
4. Analyse critique et limites de l'étude.....	25
Conclusion.....	27

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Taux de survie des jeunes en fonction de l'âge (PNA Cistude 2020 2029)[5] ..	11
Figure 2 : Répartition des pontes (en jaune) et des émergences (en vert) sur trois années en région Brenne (Beau. F (2019))[1].....	12
Figure 3 : Carte de la répartition de la Cistude d'Europe en France (Beau. F (2019))[1]..	13
Figure 4 : Site de ponte des femelles Emys Orbicularis des saisons 2024 et 2025 des sites (a) de la Petite Lande (b)de la Maison de la Nature (c)de la Masse Foucault.....	14
Figure 5 : Mesures biométriques mesurées lors de relevées de terrain (Beau. F (2019))[1])	15
Figure 6 : Méthode homing'in on the animal appliquée en région Brenne	15
Figure 7 : Tableau Excel regroupant les individus observés et leur déplacement en fonction de l'année.....	16
Figure 8 : Tableau Excel regroupant les variables biotiques enregistrées et les indicateurs de déplacement calculés	16
Figure 9 : Tableau Excel des variables abiotiques enregistrées	17
Figure 10 : Graphique du nombre d'observation des individus en fonction des années ...	19
Figure 11 : Matrice de corrélation des déplacements des émergents d'automne. Le panneau (a) représente les variables biotiques (LAD, LOP, LOD, LAAVP, LAARP et poids) et le panneau (b) les variables abiotiques (TempMoy, RadSolar, SpeedWind, Rain, HumOut).....	19
Figure 12 : Analyse en composantes principales (ACP) des déplacements des émergents d'automne. Le panneau (a) représente les variables biotiques (LAD, LOP, LOD, LAAVP, LAARP et poids) et le panneau (b) les variables abiotiques (TempMoy, RadSolar, SpeedWind, Rain, HumOut) projetées en fonction des années.....	20
Figure 13 : Graphique des dimensions (a)des variables biotiques et (b)des variables abiotiques	20
Figure 14 : Tableau synthétique des tests statistiques effectués. Les modèles linéaires testent l'effet de différentes variables biotiques (LAD, LAAVP, LOD) et abiotiques (humidité, vitesse du vent, température moyenne) sur le déplacement. Pour chaque modèle, sont présentés : le critère d'information d'Akaike (AIC), le test de normalité des résidus de Shapiro–Wilk, le coefficient de corrélation de Spearman (ρ) avec sa p-value associée en bleu quand elle est positive et en orange quand elle est négative. Les résultats de l'ANOVA sont présentés et associés à un niveau de significativité indiqué selon la convention suivante : ns : non significatif ; \cdot $p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Les valeurs de p significatives sont indiquées en vert, les valeurs non significatives en rouge.	22
Figure 15 : Carte du domaine vital des émergents d'automne sur le site Masse Foucault24	
Figure 16 : Carte du domaine vital des émergents d'automne sur le site Petite Lande	24
Figure 17 : Carte du domaine vital des émergents d'automne sur le site Maison de la Nature.....	25

TABLE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyses en Composantes Principales

AIC : Critère d'Information d'Akaike

HumOut : Humidité relative

LAARP : Largeur arrière du plastron

LAAVP : Largeur avant du plastron

LAD : Largeur de dossière

LOD : Longueur de dossière

LOP : Longueur du plastron

PNA : Plan national d'action

RadSolar : Radiation solaire

Rain : Précipitations

SpeedWind : Vitesse du vent

TempMoy : Température moyenne

VHF : Very high frequency

Introduction

La Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, est une espèce de tortue emblématique en Région Centre-Val de Loire, particulièrement en Brenne qui abrite parmi les **populations les plus importantes d'Europe**. Cependant, dans son aire de distribution cette espèce est **menacée** par les activités humaines, les changements d'utilisation des terres et possiblement le réchauffement climatique. En France, son aire de distribution a fortement **régressé** ces dernières décennies du fait des changements de pratiques agricoles notamment piscicoles, des changements d'utilisation des habitats terrestres et aquatiques et de leur fragmentation. Si les déplacements entre habitats et leur utilisation par les adultes et les émergents de printemps sont assez bien connus, **il n'existe aucune connaissance concernant les émergents d'automne**. Cependant cette phase est critique car les taux de survie des juvéniles sont assez faible, et le réchauffement climatique semble prolonger la phase terrestre pendant la période hivernale.

Dans ce contexte, nous nous intéresserons aux facteurs écologiques susceptibles d'influencer leurs déplacements.

Pour répondre à cette problématique, un suivi télémétrique par la méthode du « *homing'in on the animal* » a été réalisé sur deux années, permettant de suivre les déplacements des émergents ainsi que leur utilisation des différents habitats. À partir des données récoltées, les comportements des individus seront analysés en fonction de paramètres météorologiques et biométriques. À ce stade de l'étude, deux majeurs hypothèses peuvent être formulées, celles-ci seraient que (1) les individus plus lourds présentent une mobilité plus grande. (2) une diminution des précipitations augmente les mouvements des émergents.

Ce rapport sera consacré à répondre à ces hypothèses en différentes parties. Dans un premier temps, un rapide état de l'art sur la Cistude d'Europe sera présenté avec une attention particulière portée aux émergences d'automne. La méthodologie et le matériel mobilisés pour ce projet seront ensuite détaillés. Enfin, les résultats obtenus seront exposés puis discutés de manière critique.

1. Etat de l'art

1.1 Situation écologique

Emys orbicularis est une tortue d'eau douce protégée depuis 1979, sa taille comprise entre 10 et 20 cm ainsi que sa masse (inférieure à 1kg) font d'elle l'une des plus petites tortues retrouvées en Europe[1].

La cistude d'Europe est considérée comme omnivore avec un régime alimentaire constitué de cadavre de vertébrés, invertébrés aquatiques et de végétaux aquatiques[2]. Ce reptile a pour habitat majeur le milieu aquatique (étangs, marres, tourbières). Cependant, en période de ponte, les femelles privilégient les prairies découvertes avec un sol sableux ou argilo limoneux ainsi qu'une végétation basse pour faire leur nid. En France, l'aire de répartition de cette tortue est principalement méridionale avec tout de même une forte population en région Brenne de 2350 individus en 2016[3].

Le cycle de vie de la Cistude d'Europe est réparti en 2 périodes. De mars à novembre, elle est fortement active en s'alimentant, se reproduisant et se déplaçant. A partir de décembre jusqu'à la fin de l'hiver, elle entre en hibernation dans des roselières ou jonchaies[4]. Ce cycle est principalement régulé en fonction des conditions météorologiques puisque cette espèce est un hétérotherme signifiant que le fonctionnement de son métabolisme est régi selon la température extérieure[1].

Pour ce qui est de la prédation, les adultes sont très peu menacés, cependant, lors de leur premières années de vie, les individus sont fortement ciblés[5] (Figure 1). En région Brenne, les jeunes subissent un taux de prédation de 70% effectué par des poissons, des corvidés et autres oiseaux[1],[4].

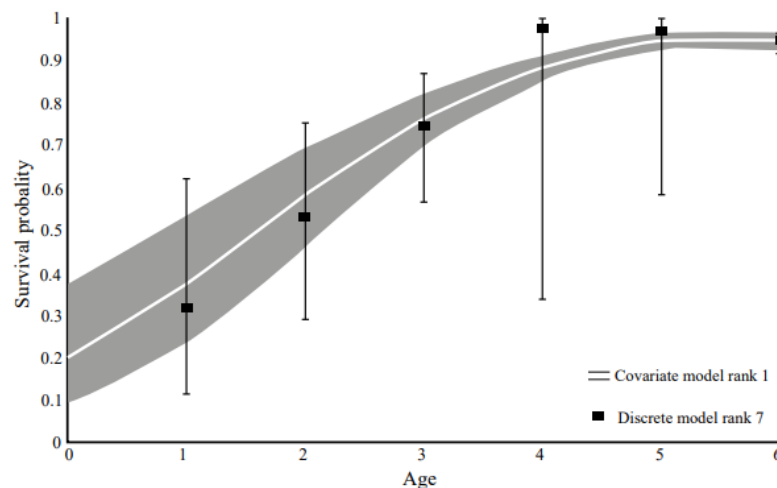


Figure 1 : Taux de survie des jeunes en fonction de l'âge (PNA Cistude 2020 2029)[5]

Dans ce contexte, les juvéniles jouent un rôle clé dans le cycle de vie de la Cistude d'Europe. Il est donc essentiel de comprendre l'écologie de ce stade de vie.

1.2 Les émergents d'automne

La Cistude d'Europe présente une longévité pouvant atteindre 120 ans et traverse trois stades au cours de son cycle de vie. Après l'éclosion, l'individu est qualifié de juvénile, une phase correspondant à une période de croissance qui se prolonge jusqu'à l'âge adulte. Toutefois, au cours de sa première année de vie, le juvénile est plus précisément désigné comme « émergent », car il quitte le nid après l'éclosion[4],[6].

En effet, après éclosion, deux périodes d'émergence peuvent être observées. De manière générale, dans les régions méridionales, une partie des œufs éclot rapidement en fin d'été. Les émergents quittent le nid à l'automne lorsque les conditions environnementales sont favorables. En revanche, dans les régions plus du Nord, bien que l'éclosion ait également lieu en fin d'été, les juvéniles demeurent enfouis dans le nid durant l'hiver. Ceci retarde leur émergence afin d'éviter des conditions climatiques trop contraignantes[1].

C'est pourquoi, en région Brenne, les émergences d'automnes ont longtemps été qualifiées d'exceptionnelles. Cependant, depuis quelques années, le nombre d'émergent d'automne augmente fortement avec 0% en 2009 et 2011 et 31.82% en 2015, 2016 et 2017[1] (Figure 2).

Année	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai
2015-2016													
2016-2017													
2017-2018													

Figure 2 : Répartition des pontes (en jaune) et des émergences (en vert) sur trois années en région Brenne (Beau. F (2019))[1]

Dans un contexte de changement climatique, une augmentation de la fréquence des émergences automnales est susceptible d'être observée. En effet, l'élévation des températures moyennes et l'adoucissement des hivers pourraient réduire la durée, voire supprimer, la phase d'hivernation des juvéniles, favorisant ainsi des émergences principalement à l'automne. Une telle modification du cycle de vie pourrait avoir des répercussions sur le fonctionnement des écosystèmes et nécessiter une adaptation des mesures de gestion et de conservation.

La Cistude d'Europe est considérée comme peu mobile néanmoins, lors de sa première année de vie, elle va beaucoup se déplacer allant de quelques centimètres à 40m en une journée[1]. La mobilité de cette espèce est régie selon plusieurs facteurs environnementaux comme les risques de prédateurs, de dessiccation et des précipitations[7],[8]. F.Beau (2020)[1] a notamment observé que les émergents en région Brenne se dirigeaient préférentiellement vers des zones humides proche du nid afin de prendre du poids et éviter des risques de prédation. L'hypothèse qu'en période sèche, les jeunes se déplacent vers des milieux plus humides a été émise.

Dans ce cadre, les connaissances sur les émergents d'automne sont encore peu connues, ceci s'explique en partie par des soucis de suivis en milieux naturels. En effet, les juvéniles sont cryptiques rendant difficile leur observation. Dès lors, la région de la Brenne

apparaît comme un territoire particulièrement pertinent pour compléter l'écologie de cette espèce, compte tenu de l'une des plus fortes concentrations de Cistude d'Europe recensées dans ce lieu.

1.3 Enjeux de la Cistude d'Europe en région Brenne

Située en région Centre-Val de Loire, dans le département de l'Indre (Figure 3), ce territoire se caractérise par la présence de nombreux étangs et de vastes prairies[6], il est aussi composée de communautés végétales uniques typiques de milieux humides[9]. Les sols argileux, dotés d'une forte capacité de rétention en eau, ont favorisé la mise en place d'écosystèmes aquatiques propices à l'implantation de la Cistude d'Europe[1]. Par ailleurs, depuis le XX^e siècle, le développement d'une agriculture extensive a renforcé cette dynamique en favorisant la croissance de la végétation.

Néanmoins, cet espace est aujourd'hui utilisé en tant qu'agrosystème pour la pisciculture ce qui participe au phénomène d'assec et à la diminution de la végétation aquatique essentielle à la survie des Cistudes. En parallèle, la gestion cynégétique des milieux entraîne une diminution des sites de pontes et un risque supplémentaire de prédation pour les juvéniles[2],[3]. C'est pourquoi, cette tortue est placée sur la liste rouge en tant qu'espèce quasi menacée dans cette région[4].

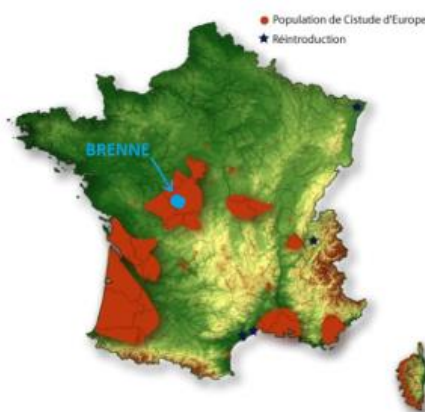


Figure 3 : Carte de la répartition de la Cistude d'Europe en France (Beau. F (2019))[1]

Depuis les années 2000, le parc naturel de la Brenne met en place des mesures de sensibilisation quant à l'écologie de la Cistude d'Europe. En effet, via des actions collectives comme des panneaux de prévention routière, un atlas de répartition des reptiles et amphibiens (2008), des classes nature... cet organisme alerte sur le devenir de cette espèce et de son importance pour les écosystèmes aquatiques[4]. Néanmoins, malgré ces efforts, la Cistude d'Europe demeure confrontée à de nombreuses sources de mortalité liées aux pratiques agricoles, au trafic routier et à la fermeture progressive des zones de ponte, contribuant au déclin de cette espèce emblématique[4]. De plus, les mesures de gestion mises en place actuelles se concentrent sur l'utilisation des sites par les femelles sans intégrer les phases postémersion[1].

Ces éléments soulignent la nécessité d'analyser les facteurs environnementaux influençant les déplacements des émergents d'automne, notamment dans un contexte de changement climatique. Ainsi, ce rapport contribue à compléter la littérature actuelle afin de proposer des mesures de gestion en région Brenne.

2. Matériel et méthodes

2.1 Collecte des données

2.1.1 Paramètres biotiques

La Cistude d'Europe est une espèce difficilement observable étant donné sa taille et son comportement discret. Dans ce contexte, il est essentiel de tracer les émergents dès leur sortie du nid.

Pour cela, un suivi sur les émergents d'automne des années 2024 et 2025 dans le parc de la Brenne a été réalisé. Trois sites d'études ont été déterminés en amont (Figure 4) :

- La petite Lande, principalement composée de forêts et de mare (**1 nid**)
- La maison de la Nature, située proche d'un étang vaste et d'une départementale (**1 nid**)
- La Masse Foucault, localisée à proximité d'un étang entouré de haies bocagères et de prairies (**3 nids**)



Figure 4 : Site de ponte des femelles *Emys Orbicularis* des saisons 2024 et 2025 des sites (a) de la Petite Lande (b) de la Maison de la Nature (c) de la Masse Foucault

Dès la mi-juillet, une cage a été installée sur chaque nid afin de récupérer les émergents lorsque ceux-ci le quittent. Par ailleurs, les coordonnées GPS de chaque nid ont été enregistrées, ceci permettant de les différencier. A partir du mois d'octobre, des passages quotidiens ont été réalisés afin de repérer les émergents ayant quitté le nid et étant apte à se déplacer. Lorsqu'un émergent était capturé, celui-ci était identifié et se voyait attribuer un numéro individuel, des mesures biométriques étaient aussi réalisées. Plusieurs éléments ont été mesurés, notamment la masse de l'individu (g), la longueur de la dossière (①-LOD), la largeur de la dossière (②-LAD), la longueur du plastron (③-LOP) ainsi que la largeur avant (④-LAAVP) et arrière du plastron (⑤-LAAPR) (Figure 5).

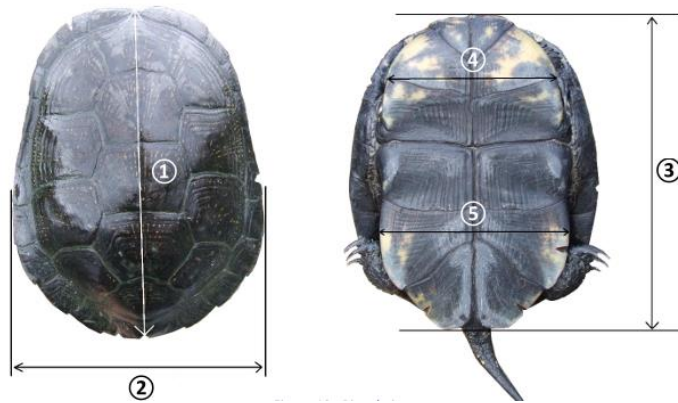


Figure 5 : Mesures biométriques mesurées lors de relevées de terrain (Beau. F (2019)[1])

Après les mesures de biométries, un émetteur VHF, peint en noir afin de limiter les risques de prédation, était fixé sur la carapace à l'aide d'une colle époxy à prise rapide. L'émergent était alors replacé à proximité de la cage et laissé libre de ses déplacements. L'émetteur VHF LB-2X (Holohil) n'excédait pas 7% de la masse de l'émergent et était relié à un récepteur VHF RX-TLNX (Telenax) couplé à une antenne Yagi 3 éléments permettant de localiser l'émergent lors de ces déplacements.

Suite à cela, un suivi télémétrique a été réalisé quotidiennement à la même heure jusqu'à l'épuisement de la batterie de l'émetteur VHF. Le suivi a été effectué selon la méthode du « *homing-in on the animal* », qui consiste à localiser précisément chaque individu en se rapprochant progressivement de la source du signal émis par l'émetteur (Figure 6). Cette technique permet d'obtenir des positions précises des individus suivis, tout en limitant les erreurs de localisation.

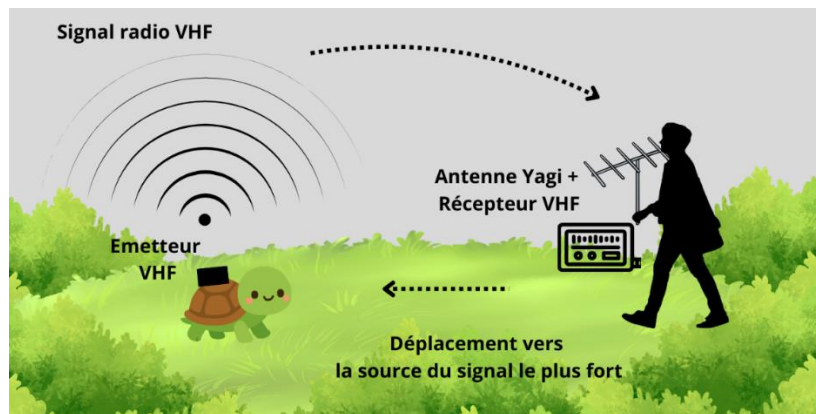


Figure 6 : Méthode *homing'in on the animal* appliquée en région Brenne

Chaque position a été enregistrée par une prise de coordonnées GPS et conciliée dans un tableur Excel (Figure 7). Par ailleurs, afin d'identifier facilement les déplacements des individus, des piquets ont été plantés à la position enregistrée. A chaque nouvelle position, la distance entre le piquet précédent et le nouveau ont été calculés. A partir des données récoltées, plusieurs indicateurs ont été calculés notamment les déplacements quotidiens des émergents en mètre. **Cette variable sera utilisée pour mesurer les**

déplacements des jeunes lors d'analyses statistiques puisqu'elle est précise et quantifiable.

	A	B	C	D
1	Annee	date	Id	deplacemen
2	2024	24/09/2024		0
3	2024	25/09/2024	1	0.77
4	2024	26/09/2024	1	3.18
5	2024	27/09/2024	1	3.62
6	2024	28/09/2024	1	4.03
7	2024	29/09/2024	1	0
8	2024	24/09/2024	81	0
9	2024	25/09/2024	81	1.92
10	2024	26/09/2024	81	0.52

Figure 7 : Tableau Excel regroupant les individus observés et leur déplacement en fonction de l'année

D'autres variables ont été calculées à partir de celle-ci comme la somme des déplacements ou encore la moyenne des déplacements effectuée par un émergent. En 2025, les périmètres et aires d'activités de chaque individu ont aussi pu être calculés (Figure 8).

Id	Date	LOD	LAD	LOP	LAAPV	LAARP	poids	Annee	Y nid	X nid	somme depl area	perimeter	Moyenne de déplacement		
0	24/09/2024	26.19	24.07	23.06	16.83	13.59	5.4	2024	46.73852	1.21937	11.6		1.933333333		
81	24/09/2024	26.46	24.14	23.66	16.21	13.92	5.3	2024	46.73852	1.21937	2.94		0.245		
82	24/09/2024	25.59	23.9	22.57	13.45	15.86	5.1	2024	46.73852	1.21937	4.45		0.741666667		
83	24/09/2024	26.19	23.78	23.58	13.5	16.13	5.5	2024	46.73852	1.21937	53.86		2.1544		
84	26/09/2024	25.89	24.1	22.7	16.32	12.68	4.7	2024	46.78997222	1.200638889	44.15		1.919565217		
85	21/09/2025	26.11	24.11	24.04	13.52	13.55	4.7	2025	46.73848833	1.219233333	47.95	188.3240617	71.95682666	2.283333333	
86	21/09/2025	28.11	24.08	25.01	12.88	13.11		5	2025	46.73848833	1.219233333	20.72	32.98150696	32.50191539	2.96
87	21/09/2025	25.54	24.01	23.53	12.3	12.68	4.4	2025	46.73848833	1.219233333	54.9	299.5871784	98.23165607	2.614285714	
88	21/09/2025	24.88	23.76	22.87	12.79	13.18	4.4	2025	46.73848833	1.219233333	3.5	8.229832775	13.42947196	0.875	

Figure 8 : Tableau Excel regroupant les variables biotiques enregistrées et les indicateurs de déplacement calculés

2.1.2 Paramètres abiotiques

La Cistude d'Europe est une espèce fortement dépendante des conditions climatiques. En effet, comme vu précédemment, ses déplacements s'effectuent en fonction de certains facteurs environnementaux.

Dans ce contexte, plusieurs variables abiotiques ont été mesurées afin de comprendre la mobilité de ce reptile. Dans un premier temps, à chaque rencontre avec un individu, les caractéristiques de son environnement ont été étudiées. Des facteurs comme l'exposition, le recouvrement de végétation ainsi que la mobilité ont été annotés. Néanmoins, des problèmes de notation survenus en 2024 n'ont pas pu permettre de déterminer le recouvrement de végétation pour cette année. D'autres paramètres, tels que le contact visuel ou la présence de déplacements supérieurs à 0,5 m ou 1,5 m, ont également permis de graduer l'intensité de la mobilité des émergents.

En parallèle, des variables météorologiques ont été relevées afin de caractériser l'écosystème dans lequel *Emys orbicularis* évolue. Les températures minimale, maximale et moyenne ont ainsi été enregistrées. De plus, l'humidité relative de l'air, la vitesse du vent, le rayonnement solaire ainsi que les précipitations quotidiennes ont été mesurés (Figure 9). L'ensemble de ces variables a ensuite été regroupé dans un tableur Excel et associé au jour d'observation des individus.

comportement	exposition	rec_tot	rec_herb	rec_arb	X	Y	Nid	Site	TempMoy	TempHi	TempLow	HumOut	SpeedWind	RadSolar	Rain	
					1,21937	46,73852	1_2024	Masse	15.82083333	19.8	13.7	67.14583333	8.206249999	105.5208333	9	
immobile	ombre				1.219166667	46.73838888	1_2024	Masse	16.07380952		19	14.2	71.47619047	7.048958333	40.95238095	0
immobile	ombre				1.219111111	46.73827777	1_2024	Masse	17.046875	19.4	14.4	67.22916666	12.44479166	41.71875	23	
immobile	ombre				1.219277778	46.73844444	1_2024	Masse	13.22604166	16.7	11.1	66.07291666	11.21770833	81.6875	23	
immobile	ombre				1.219250000	46.73838888	1_2024	Masse	11.85520833	16.4	8.3	64.375	3.151041666	129.6875	0	
immobile	ombre				1.219250000	46.73838888	1_2024	Masse	10.903125	15.8	6.4	67.4375	1.9	86.875	0	
					1,21937	46,73852	1_2024	Masse	15.82083333	19.8	13.7	67.14583333	8.206249999	105.5208333	9	
déplacement	soleil				1.219194444	46.73844444	1_2024	Masse	16.07380952		19	14.2	71.47619047	7.048958333	40.95238095	0
immobile	ombre				1.219222222	46.73844444	1_2024	Masse	17.046875	19.4	14.4	67.22916666	12.44479166	41.71875	23	
immobile	ombre				1.219222222	46.73844444	1_2024	Masse	13.22604166	16.7	11.1	66.07291666	11.21770833	81.6875	23	

Figure 9 : Tableau Excel des variables abiotiques enregistrées

2.2 Analyse des données

2.2.1 Traitement statistique

Afin de caractériser les déplacements des émergents d'automne, une analyse statistique des différentes variables a été menée. Celle-ci visait à identifier d'éventuelles relations entre les déplacements et les facteurs environnementaux et/ou biométriques des individus, voire, dans certains cas, à analyser l'interaction de ces trois composantes.

Dans un premier temps, les données biotiques et abiotiques ont été rassemblées dans un même tableau dans un souci de synthèse et de facilité de lecture. Les variables **réponses et explicatives** ont par la suite été définies.

Une variable **réponse** a été définie, correspondant aux déplacements quotidiens entre chaque piquet. Ceux-ci reflètent les effets des facteurs écologiques auxquels les individus sont soumis.

Pour ce qui est des variables **explicatives**, plusieurs paramètres biotiques et abiotiques ont été choisis avec discernement. Au niveau des données biotiques, il a semblé essentiel d'étudier les facteurs biométriques tel que la longueur de dossière (LOD), largeur de dossière (LAD, longueur de plastron (LOP), largeur avant de plastron (LAAVP), largeur arrière du plastron (LAARP) et la masse des émergents qui régissent en partie la mobilité des émergents. De plus, les valeurs de déplacements entre chaque piquets ont été sélectionnées. Cependant, les données relatives aux périmètres et aires n'ont pas pu être prise en compte par manque d'information pour l'année 2024. Les sommes et moyennes des déplacements ainsi que les coordonnées GPS des nids n'ont pas semblées pertinentes à analyser dans cette partie.

Dans le jeu de données abiotiques, plusieurs paramètres météorologiques ont été retenus, notamment la température moyenne (TempMoy), l'humidité relative de l'air (HumOut), la vitesse du vent (SpeedWind), le rayonnement solaire (RadSolar) et les précipitations quotidiennes (Rain). Ces variables permettent d'expliquer une partie des choix de déplacement des individus et ainsi de comprendre plus amplement le comportement de ces derniers. Les taux de recouvrement n'ont pas pu être analysés en raison d'un manque de données pour l'année 2024. Par ailleurs, les autres paramètres n'ont pas été intégrés afin de limiter l'analyse à un ensemble cohérent et pertinent de variables.

Tous les paramètres choisis ainsi que leur abréviation ont été synthétisés dans le tableau ci-dessous dans un souci de clarté.

Suite à la sélection des variables, une **analyse exploratoire** a été réalisée sous **Rstudio (version 4.5.1)** afin d'identifier d'éventuelles relations entre les facteurs biotiques et abiotiques en fonction des années. À cette fin, des **matrices de corrélation** et des **analyses en composantes principales (ACP)** ont été effectuées. Par la suite, un **critère d'information d'Akaike (AIC)** a été appliqué aux variables biotiques et abiotiques afin de construire des modèles et de sélectionner les plus pertinents. Les trois modèles linéaires présentant les AIC **les plus faibles** pour les variables biotiques et abiotiques ont ensuite été retenus pour les analyses ultérieures.

Des tests statistiques tel que **Shapiro-Wilk** et **Spearman** ont été réalisés afin de vérifier la normalité et la corrélation des résidus des modèles. Enfin, un test **ANOVA** a été effectué permettant de déterminer la significativité des liens entre les variables réponse et explicatives.

2.2.2 Etude géomatique

Ce traitement statistique a été complété par une analyse géomatique, celle-ci a pour but de situer géographiquement les déplacements des émergents. Pour ce faire, les coordonnées GPS des nids et des individus synthétisées dans le tableur Excel de la partie 2.1 ont été importées dans **QGIS (version 3.44.3)**, avec comme fond de carte Google Street Map et projection Lambert 93. A partir de celles-ci, les nids ainsi que les déplacements des émergents ont pu être répertoriés sur les différents sites étudiés (La Petite Lande, La Maison de la Nature et Massé Foucault).

A partir de ces points, des domaines vitaux ont pu être établis à l'aide de la fonction **Minimum Convex Polygone**. Ces analyses ont permis de visualiser les déplacements quotidiens et de comparer les domaines vitaux entre sites.

3. Résultats et discussions

Cette partie vise à déterminer les variables impactant la mobilité des émergents. De plus, une attention particulière sera portée à répondre aux hypothèses formulées en introduction.

10 individus par années ont été suivis soit au total 20 individus via la technique homing'in on the animal. Comme l'indique la figure 10 le nombre d'observation n'a pas été le même pour tous les individus. Ceci s'explique par la prédation sur certains émergents ou bien le décollage de l'émetteur VHF (individu 88). La suite des analyses ont été effectués à partir des données de suivis.

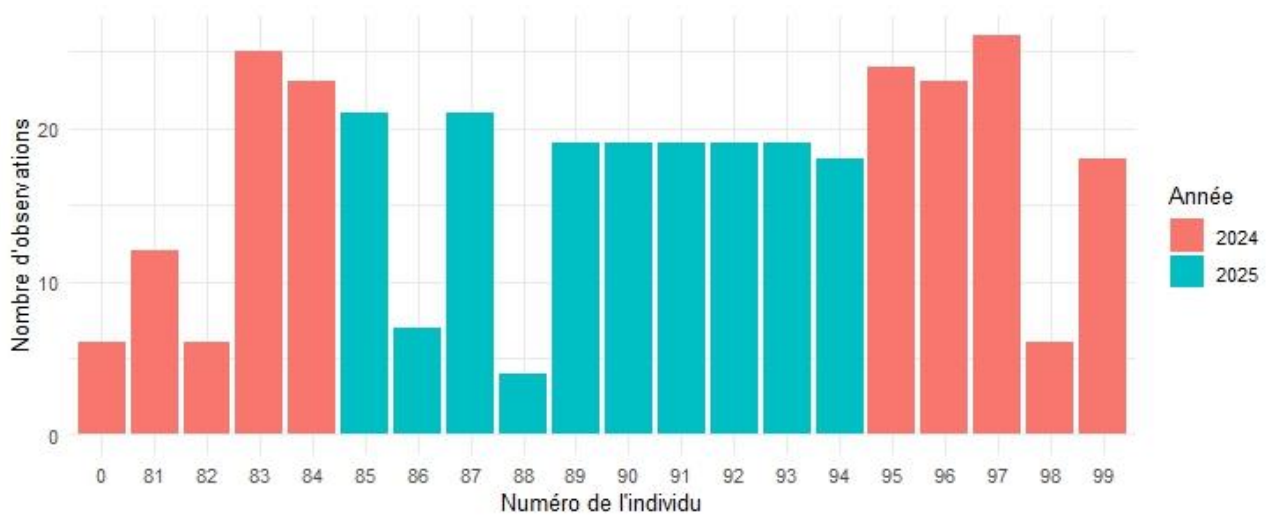


Figure 10 : Graphique du nombre d'observation des individus en fonction des années

3.1 Analyse exploratoire

Comme vu précédemment, l'analyse exploratoire permet d'évaluer des liens entre les variables selon les années. Dans un premier temps, une matrice de corrélation a été réalisée pour les variables biotiques, des relations positives entre la LOD, LOP, LAAVP, le poids et les déplacements ont été montrés (Figure 11(a)). Une corrélation négative entre la LAD et les déplacements a aussi été soulignée. Une seconde matrice de corrélation a été créée mais à partir des variables abiotiques (principalement météorologiques) (Figure 11(b)). Celle-ci a mis en évidence une relation négative mineure entre les déplacements et l'humidité relative. De plus des corrélations positives ont été démontrées entre les précipitations, les vitesses de vent et les déplacements.

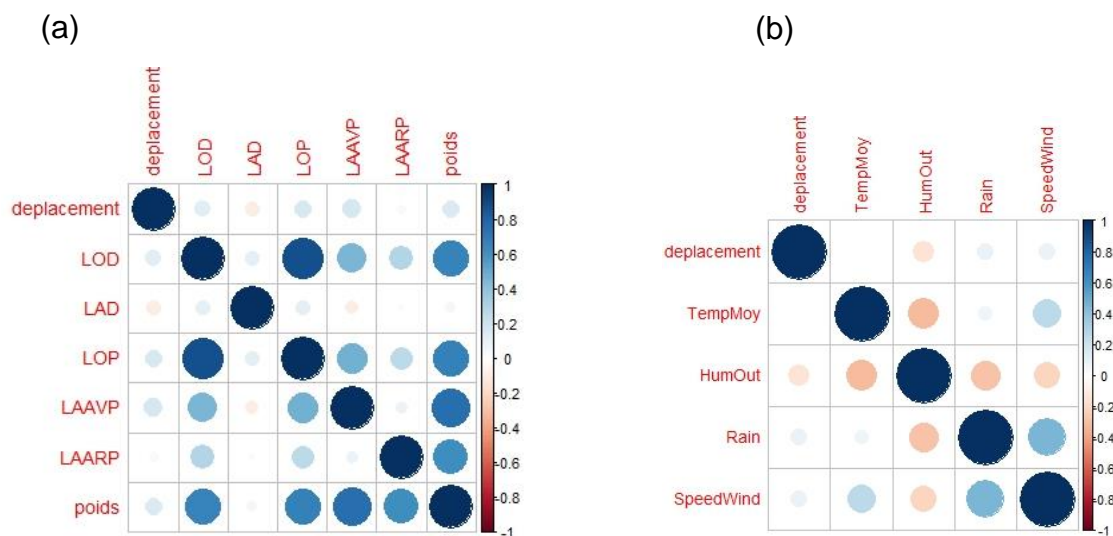


Figure 11 : Matrice de corrélation des déplacements des émergents d'automne. Le panneau (a) représente les variables biotiques (LAD, LOP, LOD, LAAVP, LAARP et poids) et le panneau (b) les variables abiotiques (TempMoy, RadSolar, SpeedWind, Rain, HumOut)

Par la suite, des **analyses en composantes principales (ACP)** ont été effectuées afin de confirmer les résultats émis par les matrices de corrélation en fonction des années d'études. L'ACP des variables biotiques montre que les déplacements observés en 2024 sont principalement associés aux variables LOD, LOP, LAAVP, LAARP ainsi qu'au poids (Figure 12(a)). Ce dernier semble jouer un rôle prépondérant, comme l'indique la longueur plus importante du vecteur qui lui est associé. En revanche, les déplacements de l'année 2025 apparaissent majoritairement influencés par la LAD. Ces résultats rendent globalement bien compte de la structure des données puisque les deux premières dimensions expliquent 70 % de la variance totale (Figure 13(a)).

Au niveau des facteurs abiotiques, les déplacements de l'année 2024 ont principalement été effectués en fonction de la température moyenne, la vitesse du vent et des précipitations (Figure 12(b)). A l'inverse, l'année d'après, ce sont d'autres facteurs tel que les radiations solaires ainsi que l'humidité relative extérieure qui ont régit majoritairement les déplacements. Les données sont dans l'ensemble bien représentées avec les deux premières dimension à 61.3% (Figure 13(b)).

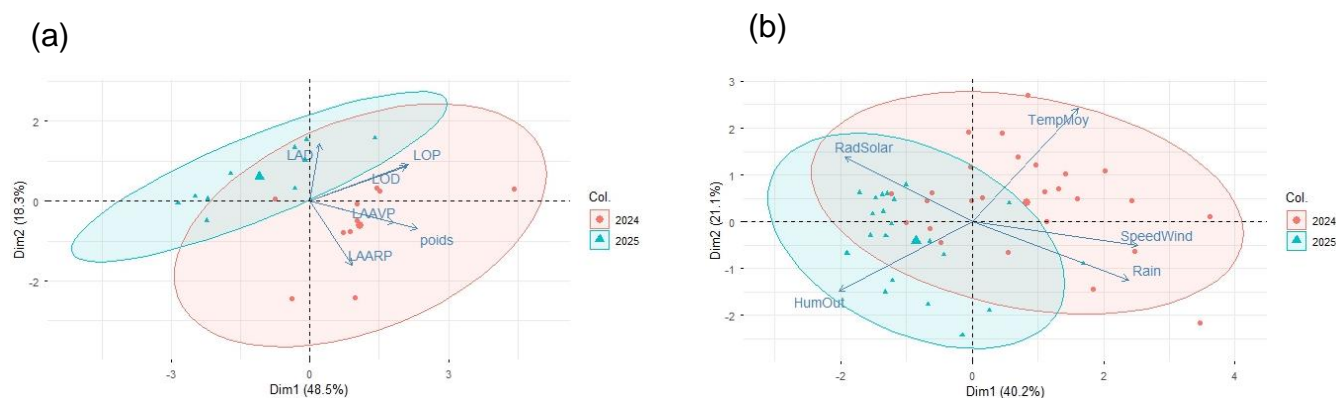


Figure 12 : Analyse en composantes principales (ACP) des déplacements des émergents d'automne. Le panneau (a) représente les variables biotiques (LAD, LOP, LOD, LAAVP, LAARP et poids) et le panneau (b) les variables abiotiques (TempMoy, RadSolar, SpeedWind, Rain, HumOut) projetées en fonction des années.

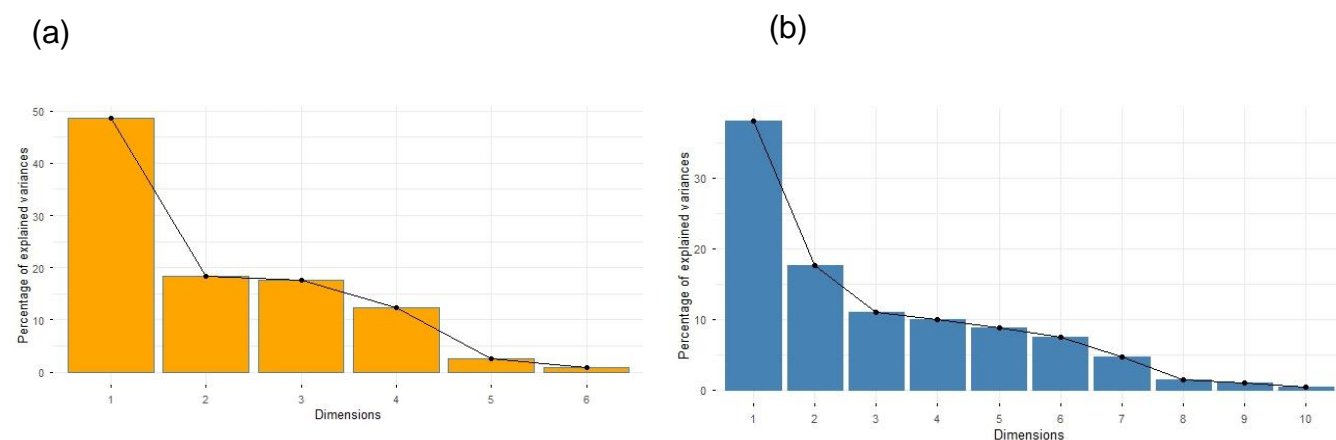


Figure 13 : Graphique des dimensions (a) des variables biotiques et (b) des variables abiotiques

Malgré des différences entre les deux types d'analyses exploratoires, celles-ci permettent de mettre en lumière les liens importants entre les variables. Par la suite, elles

aident à déterminer quels facteurs jouent un rôle majeur dans le comportement des individus et permettent de cibler plus précisément les variables à approfondir dans les analyses ultérieures.

3.2 Détermination de modèle linéaire

Suite à l'analyse exploratoire, plusieurs modèles linéaires ont été définis. Pour ce faire, une procédure de sélection via une boucle AIC a été mise en place, en considérant séparément les variables biotiques et abiotiques. L'objectif était d'identifier les modèles comprenant les variables les plus influentes sur les déplacements.

Concernant les variables biotiques, les modèles linéaires prépondérants sont :

- **Modèle 1** : Les déplacements en fonction de la LAD et de la LAAVP (**AIC = 1862.718**)
- **Modèle 2** : Les déplacements en fonction de la LAD, de la LAAVP et de la LOD (**AIC = 1863.081**)
- **Modèle 3** : Les déplacements en fonction de la LAAVP (**AIC = 1863.120**)

Pour les variables abiotiques, les modèles linéaires prépondérants sont par ordre croissant :

- **Modèle 4** : Les déplacements en fonction de l'humidité relative (**AIC = 1866.731**)
- **Modèle 5** : Les déplacements en fonction de l'humidité relative et de la vitesse du vent (**AIC = 1867.696**)
- **Modèle 6** : Les déplacements en fonction de l'humidité relative et de la température moyenne (**AIC = 1867.884**)

Les modèles présentent une AIC relativement élevée. Néanmoins, il convient de rappeler que les données disponibles sont limitées, ce qui peut restreindre la capacité explicative des modèles et influencer leur performance statistique. De plus, la colinéarité des variables a été vérifiée à l'aide des facteurs d'inflation de la variance (VIF), ceux-ci étaient pour tous les modèles, inférieurs à 1,5, indiquant une absence de colinéarité préoccupante.

3.3 Analyses statistiques

Après la définition des modèles linéaires, un panel de tests statistiques a été réalisé afin d'étudier leur viabilité, les résultats de l'ensemble des tests ont été répertoriés :

	Variables biotiques (Déplacement~)						Variables abiotiques (Déplacement~)				
Modèle	1		2			3	4	5		6	
Variable étudiée	LAD	LAACP	LAD	LAACP	LOD	LAACP	Humidité	Humidité	Vitesse Vent	Humidité	Temp Moy
AIC calculée	1862.718		1863.081			1863.12	1866.731	1867.696		1867.884	
Shapiro-Wilk (p-value)	< 2.2e ⁻¹⁶		< 2.2e ⁻¹⁶			< 2.2e ⁻¹⁶	< 2.2e ⁻¹⁶	< 2.2e ⁻¹⁶		< 2.2e ⁻¹⁶	
Spearman (p-value)	LAD= 0.001 LAACP= 5.3e ⁻¹⁰ LOD= 0.003						Humidité= 1.5e ⁻⁰⁹ VitesseVent= 0.0004 TempMoy= 0.14				
Rho	LAD= -0.17 LAACP= 0.33 LOD= 0.16						Humidité= -0.32 VitesseVent= 0.19				
ANOVA	0.0641	0.0017	0.0638	0.0016	0.204	0.0001	0.0071	0.016	0.311		
Significativité	.	**	.	**	ns	***	**	*	ns		

Figure 14 : Tableau synthétique des tests statistiques effectués. Les modèles linéaires testent l'effet de différentes variables biotiques (LAD, LAACP, LOD) et abiotiques (humidité, vitesse du vent, température moyenne) sur le déplacement. Pour chaque modèle, sont présentés : le critère d'information d'Akaike (AIC), le test de normalité des résidus de Shapiro-Wilk, le coefficient de corrélation de Spearman (ρ) avec sa p-value associée en bleu quand elle est positive et en orange quand elle est négative. Les résultats de l'ANOVA sont présentés et associés à un niveau de significativité indiqué selon la convention suivante : ns : non significatif ; \cdot $p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Les valeurs de p significatives sont indiquées en vert, les valeurs non significatives en rouge.

Dans un premier temps, le test paramétrique de Shapiro-Wilk a été appliqué aux résidus afin de vérifier leur normalité. Toutefois, pour les six modèles, les p-values étaient largement inférieures à 0,05, indiquant que les **résidus ne suivent pas une loi normale**. En conséquence, le test non paramétrique de Spearman a été utilisé. Les résultats de cinq modèles sur six présentaient des p-value inférieures à 0.05, bien que les résidus ne respectent pas l'hypothèse de normalité, le test de Spearman met en évidence **une relation significative entre les variables**. Le modèle 6 ayant une p-value de $0.14 > 0.05$ **n'a pas été retenu** pour la suite des tests. Par la suite, un test ANOVA a été réalisé sur les 5 modèles restants. Cependant, aucun test post-hoc n'a été réalisé puisque les variables étudiées sont continues.

3.3.1 Variables biotiques

À l'issue de cette analyse, certaines variables apparaissent comme ayant un effet significatif sur les déplacements des individus. Concernant les paramètres biotiques, le modèle linéaire présentant le plus haut niveau de significativité avec une p-value inférieure à 0.001 est le **modèle 3**, indiquant que **les déplacements sont significativement influencés par la largeur avant du plastron (LAACP)** (Figure 14). Les deux autres modèles mettent également en évidence le rôle prépondérant de la largeur et de la longueur de la dossière dans la mobilité de la Cistude d'Europe (p-value de ≈ 0.06 et ≈ 0.02 respectivement). Néanmoins, les tests d'ANOVA associés à ces modèles révèlent des niveaux de significativité inférieurs à ceux observés pour le modèle 3.

Ces résultats permettent de répondre en partie à la première hypothèse, celle-ci étant que les individus les plus lourds se déplacent plus. En effet, la masse ne semble pas être

un facteur déterminant néanmoins, des paramètres morphologiques **comme la largeur avant du plastron est positivement corrélée ($\rho = 0.33$) aux déplacements signifiant qu'elle contribue à ceux-ci** (Figure 14). Malgré une corrélation positive, la longueur de la dossière n'influence pas significativement les déplacements. En revanche, la largeur de la dossière diminue ces derniers puisque son coefficient de corrélation est négatif ($\rho = -0.17$).

Actuellement, il existe très peu voire aucune étude ayant démontré une influence quelconque du plastron ou de la dossière sur les déplacements des émergents d'*Emys orbicularis*. Néanmoins, plusieurs études comme celle de S. Tetzlaff, J. Sperry et al (2019)[10] et d'autres[11], [12] ont déjà montrées que **la largeur des individus permet une plus grande mobilité**. Cependant, cette hypothèse ne fait pas l'unanimité dans le monde scientifique puisque des études comme celle de Paterson et al (2014) a montré que la prédation s'opérait selon une sélection indépendante de la taille[13].

3.3.2 Variables abiotiques

En ce qui concerne les variables abiotiques, un facteur majeur ressort comme influençant les déplacements : l'humidité relative. Le **modèle 4** indiquant que les déplacements s'effectuent en fonction de l'humidité relative présente une significativité élevée (0.0071) (Figure 14). Par ailleurs, pour le modèle 5, les résultats ANOVA de la variable humidité relative apparaissent significatifs. Néanmoins, la vitesse du vent n'a pas montré d'effet significatif sur les mouvements d'*Emys orbicularis* (p -value = 0.311).

Cette analyse permet d'expliquer la deuxième hypothèse selon laquelle la diminution des précipitations entraîne une augmentation des déplacements. En effet, la pluviométrie conditionne directement l'humidité relative des milieux. Ainsi, en période de sécheresse, l'humidité des habitats est plus faible rendant les conditions moins favorables à *Emys orbicularis*. Les résultats démontrent une corrélation négative entre l'humidité et les déplacements, suggérant que **les individus se déplacent afin de rejoindre des micro-habitats humides**. Ce constat conforte l'hypothèse émise par F. Beau (2018)[1] supputant que la Cistude d'Europe présente une forte affinité pour les milieux humides, indispensables à son développement et à sa survie. Cette idée est validée par l'étude de Owen-Jones, Z., Priol, P. et al (2016) montrant qu'en période d'assez les Cistudes ont tendance à se déplacer vers des lieux plus humides[14].

3.4 Domaine vital des individus

Pour finir, les domaines vitaux réalisés via QGIS ont permis de visualiser les déplacements des émergents sur les 3 sites. Dans l'ensemble, les individus se déplacent et à proximité de l'eau et sur des zones limitées, leur répartition semble aléatoire et ne suit pas une orientation particulière. Ce comportement a déjà été identifié dans la littérature par une étude réalisée en Brenne par Charlotte Giordano (2014)[15].

Des différences de longueur de déplacements ont été observés en fonction des sites. Sur le site de de la Petite Lande (Figure 16), les individus ont très peu bougés (inférieur à 10 mètres) tandis que le site de Massé Foucault (Figure 15), certains individus ont réalisés des déplacements excédant 100 mètres. Ce constat avait déjà été observé par F. Beau (2018) avec des individus se déplaçant en moyenne de 50 mètres jusqu'à 200 mètres lors de la période d'émergence[1].

Par ailleurs, le domaine vital de l'individu 96 (Site Maison de la Nature) (Figure 17) met en évidence que les émergents sont sujets à la fragmentation spatiale des terres via la traversée de route lors de leur mobilité. Ce genre de problématique a déjà été soulevé par le plan d'action régional de de la Cistude d'Europe en région Brenne[4] ainsi que dans le plan national d'action[5] et met en péril la survie de cette espèce. Ces résultats permettront par la suite la mise en place de mesure de gestion et de protection des émergents via par exemple la création de mare ou de tunnel type « crapauduc ».

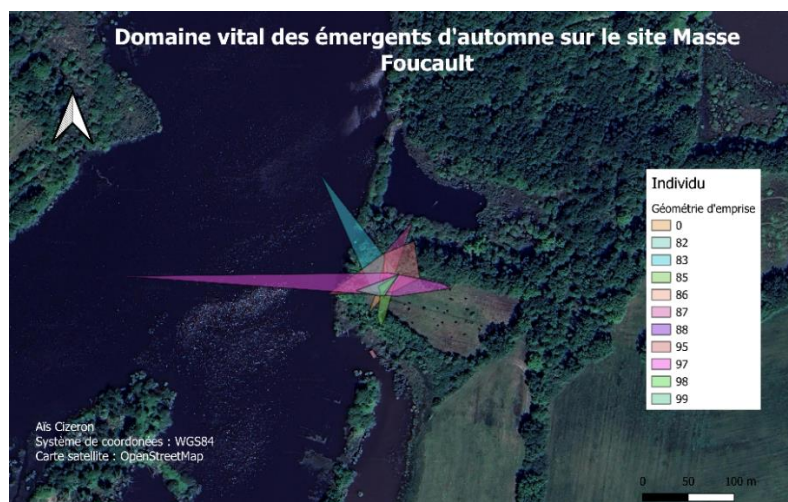


Figure 15 : Carte du domaine vital des émergents d'automne sur le site Masse Foucault

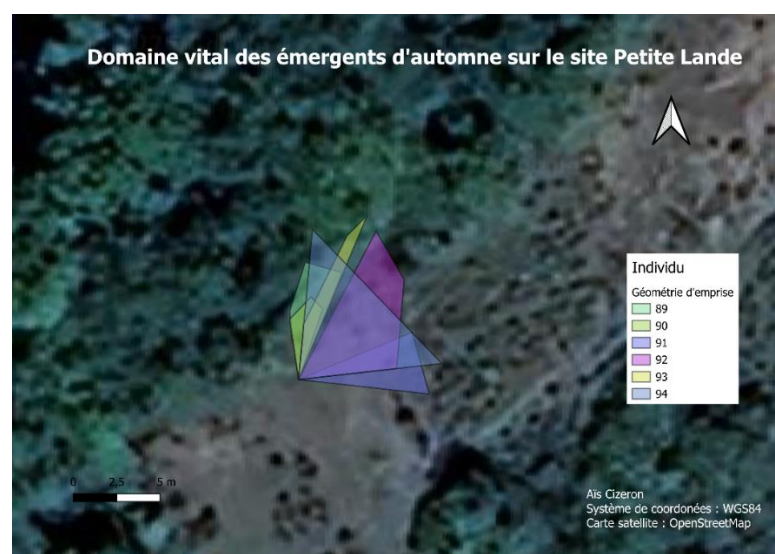


Figure 16 : Carte du domaine vital des émergents d'automne sur le site Petite Lande



Figure 17 : Carte du domaine vital des émergents d'automne sur le site Maison de la Nature

4. Analyse critique et limites de l'étude

Les résultats obtenus mettent en évidence que les déplacements des émergents d'automne d'*Emys orbicularis* sont influencés par un ensemble de facteurs biotiques et abiotiques, soulignant la complexité des mécanismes écologiques régissant cette phase de vie. Cependant, aucun paramètre ne peut, à lui seul, expliquer entièrement la variabilité observée, ce qui suggère une interaction entre la morphologie des individus et les conditions environnementales auxquelles ils sont soumis. Toutefois, plusieurs limites doivent être prises en compte dans l'interprétation de ces résultats.

En premier lieu, des variables écologiques potentiellement importantes, telles que le recouvrement de la végétation, n'ont pas pu être intégrées en raison de données manquantes pour l'année 2024.

Par ailleurs, la durée relativement courte du suivi des individus limite la compréhension fine de leurs stratégies de déplacement à moyen et long terme. Un suivi prolongé, sur l'ensemble de la phase postémergence jusqu'à l'entrée en hibernation, permettrait une analyse plus précise des comportements et de mieux comprendre l'effet des variables environnementales.

L'intégration de paramètres supplémentaires, tels que la nature des sols ou la pression de prédation, pourrait renforcer la robustesse des modèles et améliorer leur pouvoir explicatif. Il serait aussi intéressant de comparer les émergences automnales aux printanières afin de déterminer des différences de comportement selon la saison et ainsi adapter les modes de gestion pour cette espèce.

Ces résultats doivent aussi être replacés dans un contexte de changement climatique. L'augmentation de la fréquence des périodes sèches, associée à des températures plus élevées, est susceptible de modifier durablement les conditions d'humidité des habitats terrestres. Cette évolution pourrait accentuer les déplacements des

émergents, augmentant par conséquent leur exposition aux risques de prédation et à la fragmentation des milieux.

Ainsi, bien que cette étude apporte des éléments nouveaux sur l'écologie des émergents d'automne, elle souligne également la nécessité de poursuivre les recherches afin d'anticiper les effets des changements environnementaux sur les populations d'*Emys orbicularis*.

Conclusion

Les émergents d'automne d'*Emys orbicularis* constituent un stade clé du cycle de vie de la Cistude d'Europe, encore très peu documenté dans la littérature scientifique. Dans un contexte de changements globaux, marqué par l'évolution des pratiques agricoles, la fragmentation des habitats et les modifications climatiques, mieux comprendre les raisons de leurs déplacements paraît essentiel pour améliorer la conservation de l'espèce, notamment en région Brenne où se concentre l'une des principales populations européennes.

Ce rapport visait à déterminer les variables morphologiques et météorologiques influençant la locomotion des émergents d'automne à partir de données de suivi télémétrique. Une approche statistique (ACP, matrice de corrélation, modèle linéaire) couplé à une analyse géomatique ont permis de répondre en partie à cette question.

Les résultats de cette étude mettent en évidence que des paramètres biométriques comme la largeur avant du plastron joue un rôle significatif dans la mobilité des émergents tandis que la masse corporelle ne constitue pas une variable déterminante. De plus, l'humidité relative s'impose comme un facteur important lors des déplacements des émergents, confirmant une affinité pour les habitats humides. L'analyse spatiale souligne la variabilité des déplacements et les risques encourus par les individus notamment à proximité des infrastructures routières.

Néanmoins, cette étude présente des limites. L'absence de données d'exposition pour l'année 2024 empêchent la compréhension totale des variables pouvant impacter les analyses statistiques et invite à interpréter les résultats avec prudence. Malgré cela, ce travail représente une avancée dans les connaissances sur l'écologie de la Cistude d'Europe. Il pourrait être poursuivi via des études complémentaires sur l'utilisation de l'habitat par *Emys orbicularis*.

Enfin, les résultats obtenus offrent des perspectives opérationnelles en matière de gestion, notamment pour la préservation des corridors de déplacement et la mise en place d'aménagements adaptés visant à réduire la mortalité liée à la fragmentation des milieux.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] F. Beau, « Ecologie de la cistude d'Europe *Emys orbicularis* en Brenne: histoire de vie des nouveaux-nés et influence des modes de gestion sur les populations ».
- [2] « Cistude d'Europe ». Consulté le: 11 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.lpo.fr/decouvrir-la-nature/fiches-especes/fiches-especes/amphibiens-reptiles/cistude-d-europe>
- [3] « Etude Cistude d'Europe | Réserve de Chérine ». Consulté le: 11 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.reserve-cherine.fr/fr/pages/etude-cistude-d-europe>
- [4] « La cistude d'Europe en région Centre ». Consulté le: 11 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pracistude_version08112011_cle165b52.pdf
- [5] « PNA_Cistude_2020_2029.pdf ». Consulté le: 13 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/PNA_Cistude_2020_2029.pdf
- [6] « La Brenne | Service d'information sur les Sites Ramsar ». Consulté le: 11 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://rsis.ramsar.org/fr/ris/518?__goaway_challenge=meta-refresh&__goaway_id=629ca5e273cd97eb3e1a00abae4d1bab
- [7] « Experimental Analysis of an Early Life-History Stage: Water Loss and Migrating Hatchling Turtles », *ResearchGate*, août 2025, Consulté le: 11 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/228496897_Experimental_Analysis_of_an_Early_Life-History_Stage_Water_Loss_and_Migrating_Hatchling_Turtles
- [8] S. E. Tuttle et D. M. Carroll, « Movements and Behavior of Hatchling Wood Turtles (*Glyptemys insculpta*) », *Northeast. Nat.*, vol. 12, n° 3, p. 331-348, 2005.
- [9] « FR518RIS_1906_fr.pdf ». Consulté le: 13 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/FR518RIS_1906_fr.pdf
- [10] Sasha J. Tetzlaff, J. H. Sperry, B. A. Kingsbury, et B. A. DeGregorio, « Captive-rearing duration may be more important than environmental enrichment for enhancing turtle head-starting success », *Glob. Ecol. Conserv.*, vol. 20, p. e00797, oct. 2019, doi: 10.1016/j.gecco.2019.e00797.
- [11] Fredric J. Janzen, J. K. Tucker, et G. L. Paukstis, « Experimental Analysis of an Early Life-History Stage: Selection on Size of Hatchling Turtles », *Ecology*, vol. 81, n° 8, p. 2290-2304, 2000, doi: 10.1890/0012-9658(2000)081%5B2290:EA0AEL%5D2.0.CO;2.
- [12] K. A. Nagy, L. S. Hillard, M. W. Tuma, et D. J. Morafka, « HEAD-STARTED DESERT TORTOISES (*GOPHERUS AGASSIZII*): MOVEMENTS, SURVIVORSHIP AND MORTALITY CAUSES FOLLOWING THEIR RELEASE », *Herpetol. Conserv. Biol.*, vol. 10, n° 1, p. 203-215, 2015.
- [13] J. E. Paterson, B. D. Steinberg, et J. D. Litzgus, « Effects of body size, habitat selection and exposure on hatchling turtle survival », *J. Zool.*, vol. 294, n° 4, p. 278-285, 2014, doi: 10.1111/jzo.12176.
- [14] « The contrasting effects of short- and long-term habitat drainage on the population dynamics of freshwater turtles in a human-dominated landscape », *ResearchGate*. Consulté le: 13 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/283582297_The_contrasting_effects_of_short-and_long-term_habitat_drainage_on_the_population_dynamics_of_freshwater_turtles_in_a_human-dominated_landscape
- [15] G. Charlotte, « Suivi de populations de Cistude d'Europe *Emys orbicularis* (Linné, 1758) en Indre-et-Loire (*Chelonia Emydidae*) ».

(4 ème de Couverture)

Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés



Directeur.rice de recherche : Robin Furet

Aïs Cizeron

Aïs Cizeron
PRI/DAE5
ADAGE
2025-2026

Utilisation du paysage par les émergents *Emys Orbicularis*

Résumé :

Les déplacements des émergents d'automne constituent une phase essentielle de leur écologie, mais restent encore peu documentés en raison du caractère cryptique des individus et des contraintes liées aux suivis en milieu naturel. Cette étude a pour objectif d'identifier les facteurs biotiques et abiotiques influençant les déplacements des émergents d'automne, en combinant des approches multivariées et des modèles statistiques.

Les déplacements ont été analysés à l'aide d'analyses en composantes principales (ACP) afin d'explorer la structuration des variables selon les années. Des modèles linéaires ont ensuite été construits pour tester l'effet de variables morphologiques, incluant la longueur et la largeur de la dossière et du plastron, ainsi que de variables abiotiques caractérisant les conditions environnementales, telles que la température moyenne, l'humidité relative, la vitesse du vent, le rayonnement solaire et les précipitations. La sélection des modèles s'est appuyée sur le critère d'information d'Akaike (AIC), complétée par des tests de normalité des résidus, des corrélations de Spearman et des analyses de variance.

Les résultats mettent en évidence une influence significative de certaines variables biotiques sur les déplacements, notamment la largeur avant du plastron, suggérant un rôle des caractéristiques morphologiques dans la capacité de mouvement des individus. Les variables abiotiques présentent aussi des effets sur la mobilité des émergents et notamment l'humidité relative. Les autres variables tel que la température moyenne ou la vitesse du vent ne semblent pas exercer d'effet significatif.

Ces résultats soulignent l'importance des caractéristiques biométriques dans l'étude des déplacements des émergents d'automne, tout en mettant en évidence le rôle des conditions environnementales et les limites associées aux données de terrain.

Mots Clés : émergents, déplacement, statistiques, modèles