

Master Biologie, Ecologie et Evolution parcours Mer,
Anthropisation et Diagnostic

2023-2025

Date de soutenance : 18-19 juin 2024

Etude du lien potentiel entre l'état de conservation des habitats dunaires et le choix de site de nidification du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) sur la Côte Sauvage en Charente-Maritime

02/04/2024 - 28/06/2024

Stage réalisé à la Communauté d'Agglomération
Royan Atlantique (CARA)

Sous la direction d'Emmanuelle GESLIN, encadré par Leïla RENON



Université d'Angers Faculté des Sciences 2 boulevard Lavoisier 49045 Angers Cedex	Master 1 Biodiversité Ecologie Evolution Parcours Mer Anthropisation Diagnostic
Type de stage :	5
Jade PERROCHE	Organisme d'accueil : Communauté d'Agglomération Royan Atlantique (CARA)
Année universitaire 2023-2024	Maître de stage : Leïla RENON
<p>Étude du lien potentiel entre l'état de conservation des habitats dunaires et le choix de site de nidification du Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>) sur la Côte Sauvage en Charente-Maritime</p> <p>Résumé : Les dunes côtières sont essentielles pour protéger les côtes et abritent une biodiversité précieuse. Cette étude s'est focalisée sur la Côte Sauvage de la Presqu'île d'Arvert, en Charente-Maritime, un site soumis à des facteurs naturels puissants. Le changement climatique et les activités humaines dégradent les dunes, et affectent également le Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>), une espèce nichant sur la Côte Sauvage en haut de plage, durant sa période de reproduction. En utilisant la méthodologie d'évaluation des habitats dunaires du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), il a été possible d'évaluer l'état de conservation des dunes embryonnaires, blanches et grises. Sur 16 transects, seuls 3 possédaient les trois stades dunaires. Les résultats montrent que les dunes blanches et grises sont altérées, tandis que l'état des dunes embryonnaires varie. Les tests statistiques n'ont révélé aucune corrélation significative entre la répartition des nids et la présence ou l'état de conservation des dunes. Les Gravelots semblent s'adapter à des habitats moins favorables pour leur nidification, tant que la laisse de mer, leur site d'alimentation, reste accessible. La Côte Sauvage, étant un site potentiel de nidification pour le Gravelot à collier interrompu, nécessite des efforts soutenus : sensibilisation, suivi de la nidification et protection des nids. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les facteurs influençant la nidification, et identifier des mesures de conservation plus efficaces sur ce site.</p>	
<p>Abstract : Coastal dunes are essential for protecting coastlines and housing precious biodiversity. This study focused on the Côte Sauvage of the Arvert peninsula in Charente-Maritime, a site subject to powerful natural factors. Climate change and human activities degrade the dunes, also affecting the Kentish Plover (<i>Charadrius alexandrinus</i>), a species nesting on the Côte Sauvage at the upper beach during its breeding season. Using the dune habitat assessment methodology by the Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), it was possible to evaluate the conservation status of embryonic, white, and grey dunes. Of the 16 transects, only 3 had all three dune stages. The results show that the white and grey dunes are altered, while the conservation status of the embryonic dunes varies. Statistical tests revealed no significant correlation between the distribution of nests and the presence or conservation status of the dunes. The Kentish Plovers seem to adapt to less favorable habitats for nesting, as long as the wrack line, their feeding site, remains accessible. The Côte Sauvage, being a potential nesting site for the Kentish Plover, requires sustained efforts: awareness-raising, nesting monitoring, and nest protection. Further research is needed to better understand the factors influencing nesting and to identify more effective local conservation measures.</p>	

Engagement de non-plagiat

Je, soussigné(e), **Jade PERROCHE**.....

déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

Nom-Prénom : **PERROCHE Jade**

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement Leïla RENON, ma maître de stage, de m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage. Ses conseils avisés, sa gentillesse et son expérience m'ont énormément appris. J'ai beaucoup apprécié son temps et son aide pour la réalisation de ce rapport.

Je remercie également tout le service Environnement Terrestre et Maritime pour leur accueil chaleureux et leur bonne humeur.

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes de la structure CARA qui m'ont tous très bien accueilli. J'ai passé d'excellents moments avec eux, notamment à la cafétéria.

Je suis reconnaissante envers Emmanuelle GESLIN, ma tutrice de stage, qui m'a aidé dans la rédaction de mon rapport. Ses conseils ont été précieux pour moi.

Enfin, je tiens à remercier ma mère pour ses nombreuses relectures et son soutien constant tout au long de mon stage.

Je suis reconnaissante à toutes les personnes qui ont contribué à faire de ces 3 mois une expérience positive et enrichissante. Je garderai un excellent souvenir de mon temps passé au sein de la structure CARA.

Table des matières

Préambule	7
Introduction	8
Partie A : Evaluation de l'état de conservation des habitats dunaires	8
Matériel et méthodes	8
Résultats.....	10
Interprétation.....	10
Partie B : Déterminer l'influence de l'état de conservation des dunes sur le choix de nidification des Gravelots à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	11
Matériel et méthodes	11
Résultats.....	11
Interprétation.....	12
Références bibliographiques :.....	23

Liste des figures et tableaux

Tableau :

I. Synthèse des critères et indicateurs pour la méthode d'évaluation	9
--	---

Figures :

1. Schéma présentant la répartition des différentes unités d'échantillonnage le long du TL.....	9
2. Distribution des polygones selon leur stade dunaire, sur 16 transects réalisés	10
3. Répartition des polygones selon leur état de conservation pour le stade dune embryonnaire, dune blanche et dune grise. Sur 11 transects évalués	9

Liste des annexes

1. Profil théorique de l'organisation spatiale du système dunaire (ONF, 2008), localisation en rouge des habitats concernés dans le protocole	13
2. Gradient suivant un axe d'évaluation de l'état de conservation d'un habitat	13
3. Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat dunes mobiles embryonnaire atlantiques (2110-1), avec les critères et les indicateurs à renseigner	14
4. Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat dunes mobiles à <i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arenaria</i> des côtes atlantiques (2120-1)	14
5. Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat dunes grises des côtes atlantiques (2130*-2)	15
6. Listes d'espèces indicatrices des habitats	16-17
7. Listes d'espèces nitrophiles et allochtones envahissantes.....	18
8. Données brutes des 16 transects : état de conservation des dunes et présence de nids	19
9. Carte représentant la Côte Sauvage en Charente-Maritime, avec les 6 nids observés et les 16 transects réalisés	20
10. Exemple d'un transect avec ses différentes placettes et stades dunaires. Sur la Côte Sauvage, en Charente-Maritime	21
11. Photographie d'un enclos pour la protection d'un nid de Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	22
12. Photographies de Gravelots à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	22

Préambule

Natura 2000 est un réseau européen de sites naturels protégés, créés par deux directives : la Directive Oiseaux et la Directive Habitats-Faune-Flore. Il vise à préserver les habitats et les espèces dits d'intérêt communautaire. Le choix des sites Natura 2000 repose sur des inventaires écologiques précis. A la suite de leur désignation, un opérateur élabore le plan de gestion du site, appelé Document d'Objectifs (DOCOB). Après approbation, la gestion et le suivi du site sont assurés par une structure appelée "animatrice".

Depuis 2018, la Communauté d'agglomération Royan-Atlantique (CARA) gère deux sites Natura 2000 : la "Presqu'île d'Arvert" et "Bonne Anse, marais de Bréjat et de Saint-Augustin". Le site de la Presqu'île d'Arvert et celui de Bonne Anse, marais de Bréjat et de Saint-Augustin s'étendent sur 115 km². Fondée en 2006, la CARA regroupe 33 communes et exerce 10 compétences obligatoires, 3 compétences optionnelles et 11 compétences facultatives (dont « protection et valorisation des espaces naturels »).

La CARA participe à l'opération nationale "On marche sur des œufs", initiée par divers acteurs en 2020 et coordonnée localement par le Parc Naturel Marin (PNM) de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis. Cette opération a pour objectif de sensibiliser le public à la protection du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (GCI) et de leurs habitats, particulièrement pendant leur saison de nidification, et à réaliser un suivi de nidification. L'espèce pond en effet à même le sable, la rendant vulnérable aux activités humaines. L'opération vise à maintenir et restaurer les conditions favorables à la reproduction de cette espèce protégée, s'inscrivant ainsi dans les efforts de conservation de Natura 2000.

Le stage s'est déroulé au sein du service Environnement Terrestre et Maritime de la CARA, et s'est concentré principalement sur la protection du GCI et sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats dunaires.

Durant ces 3 mois, j'ai mené des missions qui n'étaient pas toutes directement liées au protocole terrain, objet du présent rapport. Une fois par semaine, au pied du phare de la Coubre (site touristique), j'animais un stand de sensibilisation destiné au grand public avec des boîtes mystères. À l'intérieur de ces boîtes, les participants devaient identifier par le toucher des éléments trouvés dans la laisse de mer (capsule de raie, plastique, etc.). La laisse de mer étant le principal lieu d'alimentation du GCI, j'intégrais également une sensibilisation à sa nidification et au nettoyage raisonné des plages. En participant au suivi de la nidification du GCI, j'ai pu poser des enclos autour des nids pour les protéger du dérangement et du piétinement. Lors de ces interventions, je sensibilisais les différents usagers.

J'ai également eu l'opportunité de participer à une collecte de macro et micro-déchets sur la baie de Bonne-Anse, opérée par le PNM dans le cadre de la convention OSPAR. Enfin, j'ai pu accompagner ma maître de stage lors du suivi annuel du trait de côte le long de la Côte Sauvage (site d'étude), ce qui m'a permis d'observer les phénomènes d'érosion et d'accrétion des milieux dunaires.

Ces expériences m'ont permis de me professionnaliser davantage en collaborant avec divers acteurs et d'approfondir mes connaissances scientifiques grâce à la pratique sur le terrain.

Introduction

Les dunes jouent un rôle crucial en tant que boucliers naturels de nos côtes (Lemke & Miller, 2021), atténuant les effets des tempêtes et maintenant l'intégrité des écosystèmes côtiers en limitant l'ensablement des zones rétro-littorales (Hanley et al., 2014 ; Silva et al., 2016). Dans ces milieux naturels, des plantes spécialisées ont réussi à s'adapter à ces conditions extrêmes, contribuant à la diversité biologique de ces écosystèmes (Lemauvie & Roz, 2003 ; Grootjans et al., 2004 ; Acosta et al., 2008).

Située dans le département de la Charente-Maritime, entre le sud de l'île d'Oléron et l'estuaire de la Gironde, la Côte Sauvage de la Presqu'île d'Arvert s'étend sur environ 10 kilomètres. Ce paysage se caractérise par des dunes côtières non boisées, incluant l'ensemble des stades d'évolution : dunes embryonnaires, dunes blanches et dunes grises, ainsi que par des dunes boisées formant une forêt domaniale de pins et chênes verts. Face à l'océan Atlantique, ce site est soumis à des facteurs dynamiques puissants tels que le vent et les courants de marée du Pertuis, qui induisent une dérive littorale nord/sud et une houle (Pellegrin & Gardaix, 2012 ; Duffaud, 1998)

Malheureusement, le changement climatique favorisant les tempêtes météorologiques et l'élévation du niveau de mer (GIEC, 2019), couplé à l'anthropisation, entraîne une détérioration significative des dunes (Bossard & Lerma, 2020 ; UICN Comité français, 2022). Cette dégradation entraîne des répercussions sur de nombreuses espèces, notamment le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (GCI), un oiseau protégé qui niche principalement sur la plage près des laisses de mer, leur site d'alimentation. Le GCI est un petit limicole côtier présent dans de nombreuses régions du monde. Chaque année, 25% de sa population du département Charente-Maritime, trouve refuge sur la Côte Sauvage de la Presqu'île d'Arvert pendant sa période de reproduction. Cependant, cette espèce fait également face à d'autres pressions et est classée En danger sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) en Poitou-Charentes (ex-région). Parmi les menaces pesant sur elle, figurent la circulation motorisée, la prédateur (par les chiens, sangliers et corvidés), le nettoyage mécanique des plages ainsi que les activités de loisirs et sportives (Daviaud & Mercier, 2019).

Malgré les nombreuses études préalables sur les facteurs d'influences, aucune n'a exploré spécifiquement l'impact de l'état des dunes sur la nidification des GCI. Cette étude vise dans un premier temps à évaluer l'état de conservation actuel des dunes et à démontrer s'il existe une corrélation entre cet état et le choix du site de nidification par le GCI. Plus précisément, elle cherche à déterminer si un état défavorable des dunes pourrait compromettre la reproduction de cette espèce.

Ce rapport constitue un premier jet, rendu après seulement deux mois de stage sur les trois prévus. Toutes les données n'étant pas encore disponibles, les résultats sont incomplets et les interprétations demeurent hypothétiques, s'appuyant sur d'autres études et mes observations préliminaires.

Partie A : Evaluation de l'état de conservation des habitats dunaires

Matériel et méthodes

La Communauté d'Agglomération Royan-Atlantique (CARA) au titre de l'animation Natura 2000, doit participer à l'évaluation de l'état de conservation des habitats de ces sites. Pour que les structures animatrices des sites Natura 2000 en France disposent d'une méthode d'évaluation standardisée, le MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle) est chargé de développer des protocoles spécifiques pour chaque habitat d'intérêt communautaire. En 2011, le MNHN a ainsi conçu une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique. A savoir (Bensettini et al., 2004) :

- Les dunes embryonnaires atlantiques (fiche 2110-1) ;

- Les dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques (fiche 2120-1) ;
- Les dunes grises des côtes atlantiques (fiche 2130*-2).

Cette méthode repose sur l'évaluation de trois paramètres : la surface couverte par l'habitat, la structure et la fonctionnalité de l'habitat, ainsi que les altérations.

Chaque paramètre est évalué à travers des critères, eux-mêmes précisés par des indicateurs.

Certains critères doivent obligatoirement être évalués, tandis que pour d'autres, un choix doit être fait entre le groupe A (faune et flore), et le groupe B (altérations) (annexes 3, 4 et 5). Le choix de notre étude c'est basé sur le groupe A, conformément à la recommandation du MNHN.

Les espèces indicatrices, nitrophiles et allochtones sont basées sur les cahiers des habitats côtiers (Bensettini et al., coord., 2004) et des relevés phytosociologiques du MNHN sur le site Natura 2000 en Vendée (annexes 6 et 7).

L'inventaire des insectes n'a pas été réalisé pour les dunes blanches car, selon la méthodologie, il devait durer environ deux heures, ce qui aurait constitué une contrainte de temps. Cette absence d'indicateur pourrait introduire un biais potentiel, bien que les responsables du protocole demeurent incertains quant à sa pertinence et souhaitent de nouveaux tests pour mieux évaluer son utilité.

Chaque indicateur comporte plusieurs modalités, chacune associée à une valeur spécifique. Ces valeurs vont ensuite influencer positivement ou négativement la note optimale de 100, qui représente l'état de conservation idéal de la dune (annexes 2, 3, 4 et 5).

Avant d'entamer le travail sur le terrain, une carte SIG a été élaborée avec le logiciel ArcGIS. Cette étape a facilité la création et la modification de nouveaux polygones sur le terrain à l'aide d'un iPad, permettant ainsi la délimitation des 16 transects. À l'intérieur de chaque transect, les différents stades dunaires ont été identifiés, ainsi que les placettes (fig. 2 ; annexes 1, 9 et 10). Afin d'avoir un optimum de végétation, il a été important de planifier les relevés floristiques à partir de mi-mai.

Ce rapport étant rédigé au bout de 2 mois de stage sur les 3 prévus, les relevés terrains sont partiels. Par conséquent, les interprétations se fonderont également sur des études de la dynamique dunaire de la Presqu'île d'Arvert et d'autres sites dans le monde.

Paramètres	Critères	Indicateurs
Surface couverte	Surface de l'habitat	Evolution de la surface
Structure et fonction de l'habitat	Processus morphodynamiques	Largeur de la dune non boisée
		Présence des laisses de mer
		Degré d'érosion marine
		Degré d'érosion éolienne
	Couverture végétale	Recouvrement de la strate herbacée en %
		Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %
	Composition spécifique	Présence d'espèces caractéristiques de l'habitat
		Recouvrement d'espèces nitrophiles en %
		Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes en %
	Composition faunistique	Entomofaune : présence d'espèces caractéristiques
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes au niveau du site en %
	Atteintes diffuses	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Tableau I : Synthèse des critères et indicateurs pour la méthode d'évaluation (d'après le MNHN, 2011).

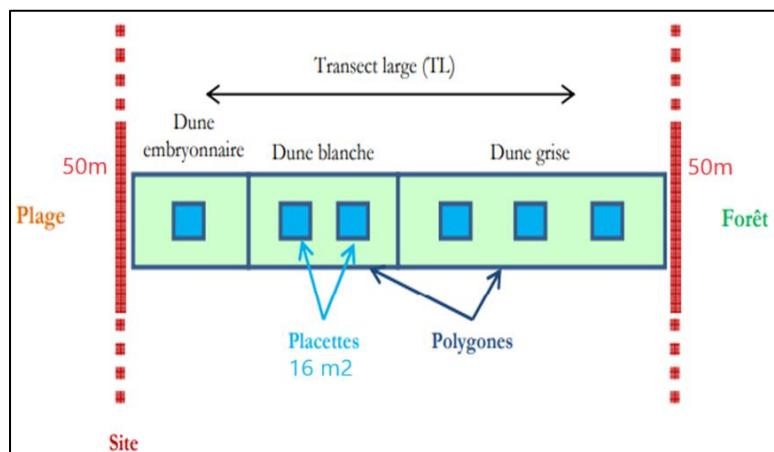


Figure 1 : Schéma présentant la répartition des différentes unités d'échantillonnage le long du TL (MNHN, 2011)

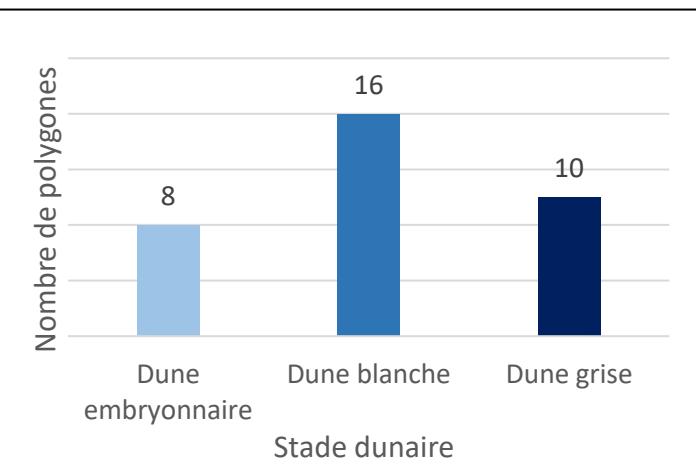


Figure 2 : Distribution des polygones selon leur stade dunaire, sur 16 transects réalisés.

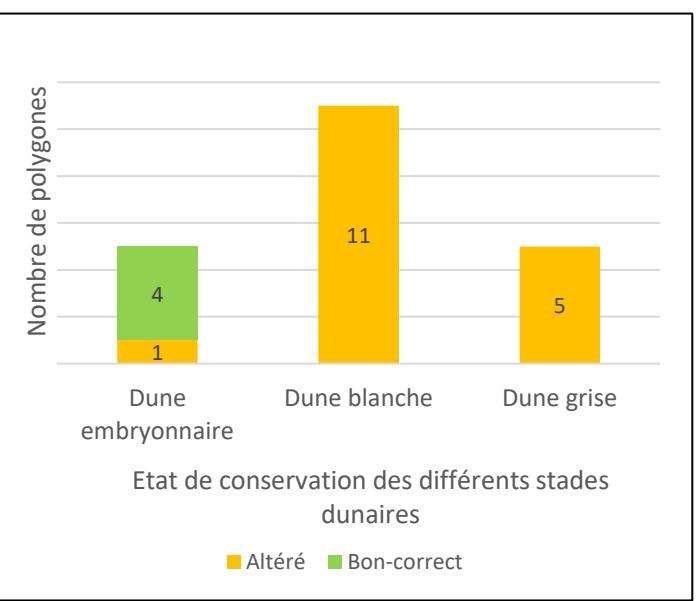


Figure 3 : Répartition des polygones selon leur état de conservation pour le stade dune embryonnaire, dune blanche et dune grise. Sur 11 transects évalués.

grande proportion des dunes embryonnaires présentait un état de conservation "bon-correct", suggérant des périodes de répit assez longues.

Les tempêtes hivernales, associées à de forts coefficients de marée, ont cassé et érodé les dunes blanches, les transformant en falaises dunaires. En haut de ces falaises, la vitesse du vent augmente, intensifiant ainsi l'érosion éolienne (Prat & Auly, 2010). Cette érosion éolienne accrue empêche le développement adéquat de la végétation, conférant aux dunes blanches un état de conservation "altéré". De nombreux transects de dunes blanches se composent principalement d'oyats (*Ammophila arenaria* (L.)) témoignant également de la dégradation de ces zones (Duffaud, 1998).

L'érosion éolienne accentuée par les tempêtes, plus intense sur les falaises dunaires, provoque le recul du cordon dunaire, entraînant l'ensablement des zones arrières et la régression de végétation et de la diversité des dunes grises (Prat & Auly, 2010 ; Duffaud, 1998). Coincées entre les dunes blanches et les dunes boisées, les dunes grises se rétrécissent voire disparaissent lorsque le cordon dunaire recule considérablement, comme

Résultats

Sur les 16 transects, chaque transect comprend un polygone au stade de dune blanche, mais les stades de dune embryonnaire et de dune grise ne sont pas systématiquement présents sur tous les transects (fig.1). La moitié des transects (8/16) ne présentent pas de dune embryonnaire, 7 transects n'ont pas de dune grise et 1 transect ne comporte qu'une dune blanche. Enfin, seulement 3 transects sur 16 présentent les trois stades dunaires : embryonnaire, blanche et grise (annexe 8).

Pour l'état de conservation (fig.4), 11 transects ont pu être évalués au 07/06/24. Parmi ceux-ci, uniquement 5 transects présentent un stade de dune embryonnaire : 4 dans un état de conservation bon-correct et 1 dans un état altéré. Les 11 polygones de dunes blanches sont tous altérés. Enfin, 5 des 11 transects contiennent une dune grise altérée.

Interprétation

La Côte Sauvage de la Presqu'île d'Arvert a subi de nombreuses tempêtes en période hivernale 2023-2024, notamment la tempête Karlotta en février 2024, qui a fait reculer la Pointe Espagnole de 5 à 10 mètres. Ces tempêtes ont considérablement contribué à l'érosion du littoral (Pye & Blott, 2016 ; Dissanayake et al., 2014) et ainsi à l'absence de dunes embryonnaires sur de nombreux transects. Toutefois, la présence de dunes embryonnaires sur certains transects indique que l'érosion n'est pas un processus constant et qu'elle alterne avec des périodes de répit (Prat, 2000). Ces périodes de répit permettent la végétalisation du haut de plage, où les espèces végétales retiennent et piègent le sable, formant ainsi des dunes embryonnaires par accrétion (Duffaud, 1998). Une

observé sur certains de nos transects où les dunes boisées précèdent directement les dunes blanches. Néanmoins, malgré ce recul, aucune dune grise n'a été évaluée avec un état de conservation "dégradé". Il est à noter que le piétinement, bien présent sur la Côte Sauvage, contribue également à l'érosion des dunes, en accentuant l'érosion éolienne (Bowles et al., 1982 ; Rickard et al., 1994).

Partie B : Déterminer l'influence de l'état de conservation des dunes sur le choix de nidification des Gravelots à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*).

Matériel et méthodes

Pour le suivi de la nidification des Gravelots à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (GCI), la Communauté d'Agglomération Royan Atlantique (CARA) collabore avec la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) et le Parc Naturel Marin de l'Estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis (PNM). Depuis 2021, la LPO se rend une fois par mois, d'avril à juillet, sur la Côte Sauvage pour recenser les couples et nids présents. À chaque identification, ils enregistrent les données et les coordonnées GPS via l'application NaturaList.

Les données collectées par la LPO sont ensuite partagées avec la CARA et le PNM. Le PNM intègre ces informations dans une base de données collective et utilisable par la CARA, pour suivre l'évolution des nids et déterminer la nécessité de mesures de protection, telles que la mise en place d'enclos.

Sur la carte ArcGis, initialement créée pour les transects des dunes, les points GPS des nids ont été ajoutés. Sachant que les adultes peuvent s'éloigner jusqu'à 500 mètres du nid pour s'alimenter, une zone tampon de 500 mètres a été tracée autour de chaque nid (Daviaud et al., 2022). Chaque nid, dont la zone tampon intersecte un transect, sera considéré comme nid lié au transect.

Du fait de la difficulté à les identifier, de conditions météorologiques défavorables en début de saison, peu de nids ont été repérés. Etant donné le nombre limité de nids observés, il a fallu utiliser des tests statistiques adaptés à de petits échantillons. Pour déterminer si la présence ou l'absence d'une dune embryonnaire et d'une dune grise influence significativement la répartition des nids, un test de permutation a été réalisé. Ce test n'a pas été réalisé pour les dunes blanches car elles sont présentes sur chaque transect.

Ensuite, un test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour vérifier si l'état de conservation de la dune embryonnaire a un effet significatif sur la distribution des nids. Il est important de noter que le test de Kruskal-Wallis n'a pas été appliqué aux dunes blanches et grises, car toutes présentaient le même état de conservation.

Résultats

Depuis le 07/06/24, **6 nids** ont été trouvés sur la Côte Sauvage, tous situés à proximité d'au moins un des 11 transects évalués. Deux nids ont été repérés proches de transects présentant une dune embryonnaire, mais sans dune grise. Quatre nids ont été trouvés à proximité de transects sans dune embryonnaire, mais avec une dune grise. Parmi les deux nids situés à proximité de dunes embryonnaires, un a été découvert près d'une dune en bon état de conservation, et l'autre à côté d'une dune altérée (annexe 9).

Après l'exécution des tests statistiques mentionnés précédemment, les hypothèses sont : H0 (hypothèse nulle) : absence de différence significative entre les groupes ; contre H1 (hypothèse alternative) : présence de différences significatives entre les groupes. Ces tests ont permis de rejeter l'hypothèse H1, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents groupes. En d'autres termes, la répartition des nids à proximité des transects n'est pas influencée de manière significative par la présence ou l'absence de dunes embryonnaires ou grises, ni par l'état de conservation de la dune embryonnaire.

Interprétation

Les grandes marées d'avril et mai, avec leurs coefficients élevés (10/04/24 : 112 ; 08/05/24 : 101), ont eu un impact négatif sur la nidification des Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (GCI). En effet, la montée des eaux a probablement détruit un certain nombre de nids avant leur identification. De plus, le dérangement causé par les activités touristiques sur la côte sauvage (équitation, chiens, balades, parapentes...) a certainement perturbé la nidification des GCI. Ces perturbations peuvent entraîner l'abandon des nids, déranger les oiseaux pendant leur parade nuptiale, retarder leur accouplement, voire les empêcher de s'accoupler (Hemery, 2022 ; Pla et al., 2024).

Face à ces résultats non significatifs, il est essentiel de se référer à d'autres études ainsi qu'à la théorie de la sélection de l'habitat pour mieux comprendre le choix des sites de nidification des GCI. Selon cette théorie, les animaux choisissent des zones qui améliorent leurs conditions physiques, en minimisant le temps de recherche de nourriture et le risque de préddation (Fraser & Catlin, 2019). Ainsi, pour trouver facilement leur nourriture, les GCI nichent principalement près des laisses de mer (Fraser & Catlin, 2019 ; Debout, 2009). Ils privilégiennent également les grandes zones ouvertes et plates, car celles-ci leur offrent une meilleure visibilité pour repérer les prédateurs (Fraser & Catlin, 2019 ; Debout, 2009). Cet oiseau affectionne les sites avec une certaine végétation, capable de dissimuler les nids aux prédateurs tout en servant de refuge pour les oisillons. Cependant, la végétation ne doit pas être trop dense pour permettre aux GCI de repérer les prédateurs (Webber, 2011 ; Norte & Ramos, 2004 ; Fraser & Catlin, 2019 ; Debout, 2009). Ils choisissent également les zones en fonction de la couleur et de la texture du substrat pour améliorer le camouflage de leurs nids (Fraser & Catlin, 2019).

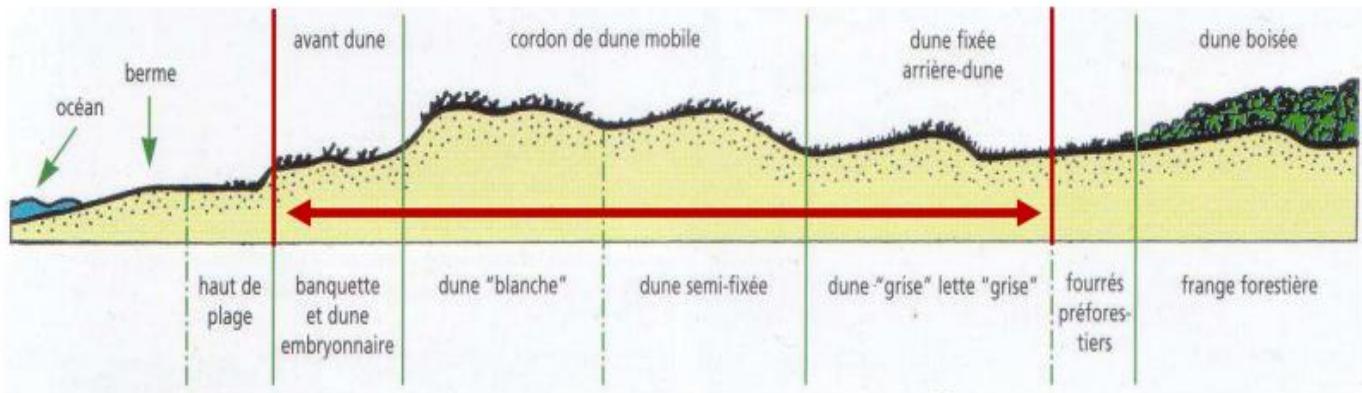
Des études démontrent que les GCI nichent fréquemment sur des zones littorales stables, voire en légère progression (Debout, 2009). Cette stabilité ou légère accrédition du cordon littoral constitue un indicateur favorable d'une faible érosion marine et éolienne. Cette caractéristique suggère généralement la présence d'un système dunaire bien développé, incluant les trois stades dunaires. De plus, une dune embryonnaire quasi-plane, et donc en faible accrédition, peut offrir un refuge aux oisillons (Debout, 2009). Ces éléments viennent appuyer l'hypothèse selon laquelle les GCI privilégiennent les cordons littoraux présentant les trois stades dunaires et en bon état de conservation.

Bien que les GCI aient des préférences spécifiques pour leurs sites de nidification, quatre des six nids observés se trouvaient près d'une falaise dunaire, à proximité de la laisse de mer. Aucun des nids n'avait de végétation à proximité. Cela indique que l'espèce peut s'adapter à un habitat moins favorable, à condition d'y trouver des sources de nourriture suffisantes.

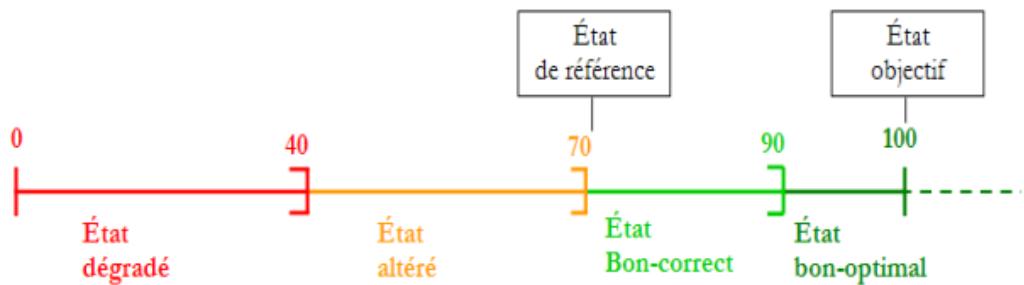
Si la côte sauvage offre un potentiel habitat de nidification pour le GCI, la forte activité humaine dans cette zone met en péril l'habitat de l'espèce et perturbe gravement son succès de reproduction (Hemery, 2022 ; Pla et al., 2024). De plus, la montée des eaux liée au changement climatique risque de réduire la disponibilité des habitats du GCI (Gestoso et al., 2024).

Face à ces menaces croissantes, il est crucial de mettre en place des mesures de conservation efficaces pour protéger le GCI sur la Côte Sauvage. L'idée de créer des zones avec moins de perturbations anthropiques grâce à des enclos préventifs de grande dimension semblait prometteuse. Cependant, cette approche n'a pas montré d'efficacité sur le long terme. En effet, les GCI cessaient de nicher à l'intérieur des enclos après quelques années, rendant l'utilisation des enclos préventifs moins intéressante (Auvray, 2017). Il est donc recommandé de privilégier les enclos réactifs, installés uniquement après la découverte d'un nid. Parallèlement à cette mesure de protection, la sensibilisation du public reste essentielle. Il est important que les usagers de la plage prennent conscience de l'impact de leurs activités sur la reproduction du GCI et adoptent des comportements responsables sur les sites de nidification. En combinant des actions de protection et une sensibilisation accrue du public, il est possible de contribuer à la préservation de cette espèce fragile.

Annexe 1 : Profil théorique de l'organisation spatiale du système dunaire (ONF, 2008), localisation en rouge des habitats concernés dans le protocole (MNHN, 2011).



Annexe 2 : Gradient suivant un axe d'évaluation de l'état de conservation d'un habitat (Carnino, 2009).



Annexe 3 : Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat dunes mobiles embryonnaire atlantiques (2110-1), avec les critères et les indicateurs à renseigner (MNHN, 2011).

Paramètres	Critères	Options	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Modalités	Note
Surface couverte de l'habitat	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (tendance)	Comparaison diachronique (SIG, photo aériennes, GPS)	Site	Stabilité	0
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune embryonnaire (seuils à adapter en fonction des régions)	Evaluation visuelle, points GPS	Transect large (TL)	Régression (sévérité à préciser)	-10
			Présence des laisses de mer	Observation directe	TL	> 5m	0
			Degré d'érosion marine	Evaluation visuelle	TL	entre 2 - 5 m	-5
	Composition floristique	Choix A	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat (liste d'espèces indicatrices de l'habitat)	Relevé floristique en % de présence des espèces de la liste d'espèces indicatrices	Placette	< 2 m	-10
			Recouvrement d'espèces nitrophiles (liste d'espèces nitrophiles)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	Présence	5
			Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en % (liste d'espèces allochtones envahissantes)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	Absence	0
	Atteintes lourdes		Recouvrement des atteintes au niveau du site en % (-> Urbanisation, parking, route, équipements sportifs de loisirs, camping, plage artificielle, golf, endiguement, enrochement, bétonnage, épis, remblais, défense contre la mer, ouvrage de protection côtière...)	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	TL	Pas d'érosion et/ou amorces d'érosion	0
						Erosion forte	-5
						Erosion très forte	-10
Altérations	Atteintes diffuses	Choix B	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (-> Surfréquentation, piétement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de station d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâturage équin ou ovin...)	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	TL	Aucune atteinte lourde dans le site	0
						Surface impactée 0-5 %	-10
						Surface impactée 5-10 %	-20
	Atteintes lourdes				TL	Surface impactée 10-20 %	-30
						Surface impactée >20 %	-50
						Atteintes négligeables ou nulles	0
						Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10
						Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	-20

Annexe 4 : Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques (2120-1) (MNHN, 2011).

Paramètres	Critères	Options	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Modalités	Note
Surface couverte de l'habitat	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (tendance)	Comparaison diachronique (SIG, photo aériennes, GPS)	Site	Stabilité	0
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune blanche (seuils à adapter en fonction des régions)	Evaluation visuelle, points GPS	Transect large (TL)	Régression (sévérité à préciser)	-10
			Degré d'érosion éolienne	Evaluation visuelle	TL	> 40 m	0
						entre 20 - 40 m	-5
	Couverture végétale	Choix A	Recouvrement de la strate herbacée en %	Estimation visuelle	Placette	< 20 m	-10
			Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %	Estimation visuelle du recouvrement	TL	Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion	0
						Erosion forte	-5
	Composition spécifique	Choix A	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat (liste d'espèces indicatrices)	Relevé floristique en % de présence des espèces de la liste d'espèces indicatrices	Placette	Erosion très forte	-10
			Recouvrement d'espèces nitrophiles en % (liste d'espèces nitrophiles)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	> 75 %	0
			Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en % (liste d'espèces allochtones envahissantes)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	entre 50 et 75 %	-5
	Composition floristique		Entomofaune (liste d'espèces caractéristiques à définir)	Relevé entomologique en % de présence des espèces de la liste d'espèces caractéristiques	Placette	< 50 %	-10
						> 20 %	-10
						> 55 % des espèces de la liste (9 esp. de la liste)	0
Altérations	Atteintes lourdes		Recouvrement des atteintes au niveau du site en % (-> Urbanisation, parking, route, équipements sportifs de loisirs, camping, plage artificielle, golf, endiguement, enrochement, bétonnage, épis, remblais, défense contre la mer, ouvrage de protection côtière...)	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	TL	35-55 % des espèces de la liste (6 à 9 esp. de la liste)	-15
						< 35 % des espèces de la liste (0 à 5 esp. de la liste)	-30
						< 10 % d'espèces nitrophiles	0
	Atteintes diffuses	Choix B	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (-> Surfréquentation, piétement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de station d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâturage équin ou ovin...)	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	TL	> 10% d'espèces nitrophiles	-10
						< 10 % d'espèces allochtones envahissantes	0
						> 10 % d'espèces allochtones envahissantes	-10
						>...% (seuils à définir)	0
						entre ... et ... %	-5
						<...%	-10

Annexe 5 : Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat dunes grises des côtes atlantiques (2130*-2) (MNHN, 2011).

Paramètres	Critères	Options	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Modalités	Note
Surface de l'habitat	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (tendance)	Comparaison diachronique (SIG, photo aériennes, GPS)	Site	Stabilité	0
	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune grise (seuils à adapter en fonction des régions)	Evaluation visuelle, points GPS	Transect large (TL)	Régression (sévérité à préciser)	-10
			Degré d'érosion éolienne	Evaluation visuelle	TL	> 100 m	0
						entre 50 et 100 m	-5
						< 50 m	-10
						Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion	0
						Erosion forte	-5
						Erosion très forte	-10
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Couverture végétale	Choix A	Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %	Estimation visuelle du recouvrement	TL	< 5 %	0
						5-20 %	-5
						> 20 %	-10
	Composition floristique		Présence d'espèces indicatrices de l'habitat (liste d'espèces indicatrices)	Relevé floristique en % de présence des espèces de la liste d'espèces indicatrices	Placette	> 45 % des espèces de la liste (> 11 esp. de la liste)	0
			Recouvrement d'espèces nitrophiles (liste d'espèces nitrophiles)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	30-45 % des espèces de la liste (7 à 11 esp. de la liste)	-15
			Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en % (liste d'espèces allochtones envahissantes)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	< 30 % des espèces de la liste (0 à 7 esp. de la liste)	-30
	Atteintes lourdes	Choix B	Recouvrement des atteintes au niveau du site en % (-> Urbanisation, parking, route, équipements sportifs de loisirs, camping, golf, plantation forestière...)	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	TL	< 10 % d'espèces nitrophiles	0
						> 10 % d'espèces nitrophiles	-10
	Atteintes diffuses		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (-> Surfréquentation, piétinement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de station d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâture équin ou ovin...)	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	TL	Aucune atteinte lourde dans le site	0
						Surface impactée 0-5 %	-10
						Surface impactée 5-10 %	-20
Altérations						Surface impactée 10-20 %	-30
						Surface impactée >20 %	-50
						Atteintes négligeables ou nulles	0
						Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10
						Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	-20

Annexe 6 : Listes d'espèces indicatrices des habitats (MNHN, 2011).

2110-1 Dunes mobiles embryonnaires atlantiques

<i>Cakile maritima</i> Scop.	Cakilier maritime
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult.	Liseron des dunes
<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski subsp. <i>boreali-atlantica</i> (Simonet & Guin.) Hyl.	Chiendent des sables
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Panicaut de mer
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbe maritime
<i>Honckenya peploides</i> (L.) Ehrh.	Pourpier de mer
<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst.	Elyme des sables
<i>Salsola kali</i> L.	Soude brûlée

2120-1 Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques

<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link	Oyat
<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (DC.) Arcang.	Armoise de Lloyd
<i>Astragalus bayonensis</i> Loisel.	Astragale de Bayonne
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult.	Liseron des dunes
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Panicaut de mer
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbe maritime
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>arenaria</i> (Osbeck) Aresch.	Fétuque des sables
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>oraria</i> Dumort.	Fétuque à feuilles de jonc
<i>Galium arenarium</i> Loisel.	Gaillet des sables
<i>Galium maritimum</i> L.	Gaillet maritime
<i>Hieracium eriophorum</i> St.-Amans	Epervière laineuse
<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst.	Elyme des sables
<i>Linaria thymifolia</i> (Vahl) DC.	Linaire à feuilles de thym
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br.	Giroflée des dunes
<i>Medicago marina</i> L.	Luzerne marine
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>thorei</i> (Dufour) Chater & Walters	Silène de Thore

2130*-2 Dunes grise des côtes atlantiques

<i>Aethorhiza bulbosa</i> (L.) Cass.	Crépis bulbeux
<i>Allium sphaerocephalum</i> L.	Ail à tête ronde
<i>Alyssum loiseleurii</i> P.Fourn.	Corbeille d'or des sables
<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (DC.) Arcang.	Armoise de Lloyd
<i>Asparagus officinalis</i> L. subsp. <i>prostratus</i> (Dumort.) Corb.	Asperge couchée
<i>Asperula cynanchica</i> L.	Aspérule à l'esquinancie
<i>Carex arenaria</i> L.	Laiche des sables
<i>Cladonia</i> ssp.	Cladonies
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv.	Corynéphore blanchâtre
<i>Dianthus hyssopifolius</i> subsp. <i>gallicus</i> (Pers.) Laínz & Muñoz Garm.	Œillet des dunes
<i>Ephedra distachya</i> L.	Raisin de mer
<i>Eryngium campestre</i> L.	Panicaut champêtre
<i>Euphorbia portlandica</i> L.	Euphorbe de portland
<i>Festuca vasconcensis</i> (Markgr.-Dann.) Auquier & Kerguélen	Fétuque de Gascogne
<i>Galium arenarium</i> Loisel.	Gaillet des sables
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	Immortelle des dunes
<i>Herniaria ciliolata</i> subsp. <i>robusta</i> Chaudhri	Herniaire robuste
<i>Jasione maritima</i> (Duby) Merino	Jasione maritime
<i>Koeleria glauca</i> (Schrad.) DC. subsp. <i>glauca</i>	Koelerie blanchâtre
<i>Linaria arenaria</i> DC.	Linaire des sables
<i>Omphalodes littoralis</i> Lehm.	Omphalodès du littoral
<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	Rose pimprenelle
<i>Sedum acre</i> L.	Orpin brûlant
<i>Silene portensis</i> L. subsp. <i>portensis</i>	Silène de Porto
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>macrorhiza</i> (Lange) Nyman	Verge d'or à grosse racine
<i>Syntrichia ruralis</i> var. <i>ruraliformis</i> (Besch.) Delogne	Tortule ruraliforme
<i>Viola kitaibeliana</i> Schultes	Violette naine

Annexe 7 : Listes d'espèces nitrophiles et allochtones envahissantes (MNHN, 2011).

Espèces nitrophiles	Indice d'Ellenberg + "Baseflor" Nitrophilie
<i>Avena barbata</i> Link	Avoine barbue 5
<i>Avenula pubescens</i> (Hudson) Dumort.	Avoine pubescente 4
<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcang.	Bette maritime 8
<i>Bromus sterilis</i> L.	Brome strérale 8
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Chardon à tête dense 7
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	Chardon à petites feuilles 7
<i>Chenopodium album</i> L.	Chénopode blanc 7
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	Pied-de-poule 7
<i>Hordeum murinum</i> L.	Orge sauvage 8
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Lagure queue-de-lièvre 6
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Linaire commune 6
<i>Medicago sativa</i> L.	Luzerne 6
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Ravenelle 6
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Sénéçon commun 8
<i>Smyrnium olusatrum</i> L.	Maceron 7
<i>Solanum dulcamara</i> L.	Douce amère 7
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron 8

Espèces allochtones envahissantes	
<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby	Aulne cordé
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Faux indigo
<i>Anthemis maritima</i> L.	Anthémis maritime
<i>Arctotheca calendula</i> (L.) Levyns	Arctothèque souci
<i>Baccharis halimifolia</i> L.	Sénéçon en arbre
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	Alysson blanc
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E. Br.	Griffes de sorcière
<i>Claytonia perfoliata</i> Donn ex Willd.	Claytonie perfoliée
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	Herbe de la pampa
<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm.	Crépide de Nîmes
<i>Periploca graeca</i> L.	Bourreau-des-arbres
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	Renouée du japon
<i>Rumex thyrsiflorus</i> Fingerth.	Oseille à oreillettes
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	Sénéçon sud-africain
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Sténotaphrum
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	Épinard de la Nouvelle-Zélande
<i>Yucca gloriosa</i> L.	Yucca

Annexe 8 : Données brutes des 16 transects : état de conservation des dunes et présence de nids.

N° transect	Présence de nids à proximité (<500m)	État dune embryonnaire	État dune blanche	État dune grise
1		Bon-correct (80/100)	Altéré (50/100)	
2		Bon-correct (80/100)	Altéré (42,5/100)	
3			Altéré (45/100)	Altéré (56,7/100)
4			Non évalué	Non évalué
5		Non évalué	Non évalué	Non évalué
6		Non évalué	Non évalué	Non évalué
7		Non évalué	Non évalué	Non évalué
8			Altéré (52,5/100)	Altéré (40/100)
9	X		Altéré (60/100)	Altéré (50/100)
10	X		Non évalué	Non évalué
11			Altéré (50/100)	Altéré (50/100)
12	X		Altéré (50/100)	Altéré (50/100)
13	X		Altéré (53,8/100)	
14	X	Bon-correct (80/100)	Altéré (40/100)	
15	X	Bon-correct (72,5/100)	Altéré (46,7/100)	
16	X	Altéré (60/100)	Altéré (45/100)	

Annexe 9 : Carte représentant la Côte Sauvage en Charente-Maritime, avec les 6 nids observés et les 16 transects réalisés.
(Remarque zone tampon : les adultes peuvent s'éloigner jusqu'à 500 mètres du nid pour s'alimenter)



Annexe 10 : Exemple d'un transect avec ses différentes placettes et stades dunaires. Sur la Côte Sauvage, en Charente-Maritime.



Annexe 11 : Photographie d'un enclos pour la protection d'un nid de Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), réalisé par la LPO.



© LPO

Annexe 12 : Photographies de Gravelots à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) : à gauche un mâle adulte (Laluque, O.) et à droite une femelle adulte (Fabre, J.).



© Laluque, O.



© Fabre, J.

Références bibliographiques :

Acosta, A., Carranza, M. L., & Izzi, C. F. (2008). Are there habitats that contribute best to plant species diversity in coastal dunes ? *Biodiversity And Conservation*, 18(4), 1087-1098. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9454-9>

Auvray, F. (2017). Un exemple de gouvernance environnementale locale, par une association, « Bretagne Vivante » : celle de la protection, en Bretagne, du « Gravelot à collier interrompu ». Mémoire, certificat d'études approfondies vétérinaires en santé publique vétérinaire. ENSV, 2016-2017, 80p.

Bowles, J. M., & Maun, M. (1982). A study of the effects of trampling on the vegetation of Lake Huron sand dunes at Pinery Provincial Park. *Biological Conservation*, 24(4), 273-283. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(82\)90015-5](https://doi.org/10.1016/0006-3207(82)90015-5)

Bossard, V., & Lerma, A. N. (2020). Geomorphologic characteristics and evolution of managed dunes on the South West Coast of France. *Geomorphology*, 367, 107312. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107312>

Daviaud, E., Lagrange, P. & Mercier, F. (2022). Suivi de la nidification du Gravelot à collier interrompu sur le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, 2021 – Rapport technique, LPO France, 72p

Daviaud, E. & Mercier, F. (2019). Synthèse de la nidification du Gravelot à collier interrompu sur le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis 2008 - 2018. LPO Poitou-Charentes. 45p.

Debout, G. (2009). Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* en Basse-Normandie : écologie, biologie de la reproduction, évolution du statut. *ALAUDA*, 77 (1), 1-19.

Dissanayake, P., Brown, J., & Karunaratna, H. (2014). Modelling storm-induced beach/dune evolution : Sefton coast, Liverpool Bay, UK. *Marine Geology*, 357, 225-242. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2014.07.013>

Duffaud, M.H. (1998) Végétation des dunes littorales atlantiques, de l'Adour à Noirmoutier. *Revue forestière française*, 50 (4), 328-348. 10.4267/2042/5547. hal-03443533

Fraser, J. D., & Catlin, D. H. (2019). Habitat Ecology and Conservation of Charadrius Plovers *. Dans *CRC Press eBooks*, 217-244. <https://doi.org/10.1201/9781315152882-9>

Gestoso, A., Vidal, M., & Domínguez, J. (2024). Use of Stable Isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) to Infer Post-Breeding Dispersal Strategies in Iberian Populations of the Kentish Plover. *Animals*, 14(8), 1208. <https://doi.org/10.3390/ani14081208>

GIEC. (2019). Résumé à l'intention des décideurs, Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique [sous la direction de H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama et N. M. Weyér], sous presse.

Grootjans, A. P., Adema, E. B., Bekker, R. M., & Lammerts, E. J. (2008). Why Coastal Dune Slacks Sustain a High Biodiversity. Dans *Ecological studies*, 85-101. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74002-5_6

Hanley, M., Hoggart, S., Simmonds, D., Bichot, A., Colangelo, M., Bozzeda, F., Heurtefeux, H., Ondiviela, B., Ostrowski, R., Recio, M., Trude, R., Zawadzka-Kahlau, E., & Thompson, R.

(2014). Shifting sands ? Coastal protection by sand banks, beaches and dunes. *Coastal Engineering*, 87, 136-146.

Hemery, D. (2022). Suivi de la reproduction du Gravelot à collier interrompu en Bretagne. Bilan régional 2021. Rapport d'activités Bretagne Vivante, 53 p.

Lemauviel, S., & Roz, F. (2003). Response of Three Plant Communities to Trampling in a Sand Dune System in Brittany (France). *Environmental Management*, 31(2), 227-235. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2813-5>

Lemke, L., & Miller, J. K. (2021). Role of Storm Erosion Potential and Beach Morphology in Controlling Dune Erosion. *Journal Of Marine Science And Engineering*, 9(12), 1428. <https://doi.org/10.3390/jmse9121428>

Norte, A. C. & Ramos, J. A. (2004). NEST-SITE SELECTION AND BREEDING BIOLOGY OF KENTISH PLOVER CHARADRIUS ALEXANDRINUS ON SANDY BEACHES OF THE PORTUGUESE WEST COAST. *Ardeola*, 51(2), 255-268.

Pellegrin, J.-C., & Gardaix, J. (2012). Les variations du trait de côte de la Pointe Espagnole (Pointe d'Arvert, Charente-Maritime). Dans *Homme doit-il maîtriser le littoral (L') ? - Dynamiques Environnementales* 30, 55-61. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=2fk-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA55&dq=CHARENTE+MARITIME+dune+erosion&ots=kTU1Wo5qj&sig=feef3nUOc6tYG2UyMRENmzpMxmA&redir_esc=y#v=onepage&q=CHARENTE%20MARITIME%20dune%20erosion&f=false

Pla, M., Burgas, A., Carrion, G., Hermoso, V., Feliu, P., Romero, S., Casanovas, P., De la Maza, P. S., Arnau, P., Pino, J., & Brotons, L. (2024). Mapping drivers of change for biodiversity risk assessment to target conservation actions : Human frequentation in protected areas. *Helijon*, 10(3), e25312. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2024.e25312>

Pye, K., & Blott, S. J. (2016). Assessment of beach and dune erosion and accretion using LiDAR : Impact of the stormy 2013–14 winter and longer term trends on the Sefton Coast, UK. *Geomorphology*, 266, 146-167. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.05.011>

Prat, M., & Auly, T. (2010). L'évolution du littoral médocain à Lacanau. *Sud-Ouest Européen/Sud-Ouest Européen*, 29, 53-64. <https://doi.org/10.4000/soe.1406>

Prat, M. (2000). La côte charentaise : une dynamique littorale exacerbée (Côte sud-ouest de l'île d'Oléron et côte d'Arvert). *Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée/Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée*, 19(1), 73-84. <https://doi.org/10.3406/tlgpa.2000.977>

Rickard, C., McLachlan, A., & Kerley, G. (1994). The effects of vehicular and pedestrian traffic on dune vegetation in South Africa. *Ocean & Coastal Management*, 23(3), 225-247. [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(94\)90021-3](https://doi.org/10.1016/0964-5691(94)90021-3)

Silva, R., Martínez, M., Odériz, I., Mendoza, E., & Feagin, R. (2016). Response of vegetated dune-beach systems to storm conditions. *Coastal Engineering*, 109, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2015.12.007>

IUCN Comité français. (2022). Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques littoraux en France. Paris, France.

Webber, A. F. (2011). How do human disturbance, beach characteristics, and coastal engineering affect snowy plover (*charadrius alexandrinus*) habitat selection on the florida

panhandle ?. Thesis, degree of Master of Science in Biology. Boise State University, 2010-2011, 78p.