

Le Lézard ocellé, une sentinelle du climat: occupation et détectabilité de l'espèce en milieu dunaire face aux changements climatiques

Stage effectué
du 4 mars 2019
au 23 août 2019

UFR SCIENCES & TECHNIQUES CÔTE BASQUE

Université de Pau et des Pays de l'Adour
Licence professionnelle Métiers de la Protection et
de la Gestion de l'Environnement option Biologie
Appliquée aux Écosystèmes Exploités

ASSOCIATION CISTUDE NATURE,

Chemin du Moulinat, 33185, le Haillan

Sous la direction scientifique de
Mme BERRONEAU.

Chloé DUGAST



**"LE PRÉSENT RAPPORT CONSTITUE UN EXERCICE PÉDAGOGIQUE QUI NE PEUT EN AUCUN CAS ENGAGER LA
RESPONSABILITÉ DE L'ENTREPRISE OU DU LABORATOIRE D'ACCEUIL"**

Remerciements

Je tiens à remercier dans un premier temps toute l'équipe pédagogique de l'université de Pau et des Pays de l'Adour et les intervenants professionnels responsables de la formation licence professionnelle Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Je remercie également Charlotte Recapet, professeur de biostatistique et Frank d'Amico, maître de conférences, pour l'aide et les conseils qu'ils m'ont apportés lors de la rédaction de ce rapport.

Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêts qu'elles m'ont fait vivre durant ces six mois au sein de l'association Cistude Nature :

Monsieur Christophe Coïc, directeur de Cistude Nature, pour son accueil et le partage de ses idées concernant les problématiques de la biodiversité et en particulier du Lézard ocellé.

Maud Berroneau, ma tutrice, pour m'avoir intégrée au sein de l'équipe et m'avoir accordé toute sa confiance, pour le temps qu'elle m'a consacré le long de cette période, sans oublier sa participation au cheminement de ce rapport.

Florèn Hugon, thésarde à l'université de Pau et des pays de l'Adour, travaillant sur une étude écophysiologique du Lézard ocellé en partenariat avec le programme Sentinelle du Climat, pour son soutien tout au long du stage, son aide dans les analyses statistiques et ses conseils dans la relecture de ce rapport.

Ainsi que Sandy Bulté, Emilie Loutfi, Luc Clement, Matthieu Berroneau, Jean-Baptiste Pons, Carine Lecoer, Elodie Malavialle, Gabrielle Sauret, Emeline Lobry, Fanny Mallard, Philippe Bello et Matthieu Molière pour leurs conseils, leur soutien, leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle durant l'intégralité de ce stage.

Table des matières

1	Introduction	1
2	Matériels et méthode.....	4
2.1	Espèce étudiée	4
2.1.1	Le lézard ocellé origine et répartition	4
2.1.2	Description	5
2.1.3	Habitat.....	5
2.1.4	Menaces et statut	6
2.2	Relevé météorologique.....	7
2.2.1	Etude écophysiological	7
2.2.2	Station météorologique	8
2.3	Protocole d'échantillonnage	8
2.3.1	L'emplacement des placettes	8
2.3.2	Prospection des placettes	9
2.4	Traitement des résultats, Analyse statistique	10
2.4.1)	Approche descriptive	10
3	Résultat.....	12
3.1	Station météorologique	12
3.1.1	Gradient Nord-Sud	12
3.1.2	Comparaison station au sol et haute	13
3.1.3	Trois années bien distinctes	13
3.2	Répartition des noyaux d'abondance au cours du temps	14
3.3	Fluctuation et progression des relevés d'indices de présence	15
3.4	Présentation des optimums de détection	16
3.4.1	Période optimal d'observation	16
3.4.2	Les optimums climatiques de détection	17
3.5	Placettes et faciès	18
3.5.1	Utilisation des faciès	18
3.5.2	Resistance aux fluctuation climatique	19
3.6	Modèles d'Occupation à 1 saison.....	19
3.7	Modèle d'occupation multi-saison	20
4	Discussion	21
4.1	Positionnement des placettes et déplacement, limite du protocole	21
4.2	Les stations météorologiques	22
4.3	Répartition	22
4.4	Présence et indices de présence	23
4.5	Détectabilité.....	23
4.6	Utilisation des faciès.....	24
4.7	Modèles d'occupation	25

2.	Conclusion et perspectives	25
5	Index.....	27
6	Bibliographie.....	28

1 Introduction

Les changements climatiques ont toujours existé depuis la naissance de la vie sur Terre, chaque changement a amené de fortes modifications des écosystèmes qui ont contribué à des migrations de la biodiversité, à l'apparition de nouvelles espèces et également à l'extinction de certaines. Il est possible de croire que ce que le monde vit au XXI^{ème} siècle est naturel. Cependant les choses remises dans leurs contextes il est difficile de ne pas se sentir responsable. Depuis 1990, les rapports du GIEC apportent des preuves de la corrélation de l'homme dans le réchauffement climatique. Les changements les plus significatifs de température moyenne de la Terre sont détectés depuis l'avènement de l'ère industrielle à la fin des années 1800. Entre 1880 et 2012, la surface de la terre s'est réchauffée d'environ 0,85°C (IPCC, 2014). La venue des automobiles et des centrales électriques ont libérée des gaz à effet de serres, notamment le CO₂, à des allures fulgurantes. Actuellement, il est dit que les hommes libèrent 70 millions de tonnes de CO₂ par jour dans l'atmosphère (KANNA ET JAMES, 2009). Ce réchauffement entraîne une modification des conditions terrestres : désertification, montée du niveau de la mer, canicules, sécheresses ... Il est important de rappeler que ces dérèglements n'atteignent pas uniquement les conditions de vie humaine mais aussi celles de la biodiversité qui entre selon des biologistes dans la VI^{ème} extinction massive (CEBALLOS et al., 2015 ; CEBALLOS et al., 2017). Bien qu'au cours du temps les espèces se soient adaptées aux changements climatiques lors de leur histoire évolutive, ces adaptations se sont faites sur plusieurs milliers d'années. Le changement climatique sur plusieurs dizaines d'années ne se situe pas dans le même ordre de grandeur. De plus l'apparition de l'homme moderne sur Terre à entraîné une multitude de destructions des écosystèmes qui forment des obstacles à l'adaptation comme la migration des populations, la reproduction ainsi que l'expansion des espèces sur leurs territoires. Le couplage de l'élévation rapide de la température et des autres causes, notamment la destruction des habitats, contraignent fortement la biodiversité à répondre positivement aux modifications climatiques. Les projections indiquent que 20 à 30% de la biodiversité auraient un risque accru d'extinction si les températures moyennes mondiales augmentaient de plus de 3°C au-dessus du niveau existant à l'époque préindustrielle, sachant que 0,85°C ont déjà entamé cette plage (IPCC, 2014 ; BOZINOVIC AND PORTNER, 2015 ; MALLARD 2016).

Les biologistes témoignent de modifications de la phénologie, quels que soient les écosystèmes étudiés. Les dates de débourrement, de floraison et des blooms algaux sont significativement avancées, la durée de la saison de végétation est plus longue. Chez certaines espèces d'insectes, de poissons et d'oiseaux, les éclosions sont plus précoces ; les dates de migration sont décalées, même si l'on constate une grande variabilité entre les taxons (CCBIO, 2011). Ces observations soulèvent plusieurs questions, les modifications phénologiques vont-elles perdurer, vont-elles permettre à la biodiversité de survivre ? Ou bien, ce bouleversement sera t'il trop rapide pour que la faune et la flore puisse s'adapter ? Une multitude de scénarios est envisageable, c'est pourquoi dans le cadre du Programme « Sentinelles du climat », initié par l'association Cistude Nature sur la période 2016-2021, une équipe de scientifiques cherche activement à comprendre les réponses de la biodiversité face aux changements climatiques en région Nouvelle-Aquitaine.

Cistude Nature est une association de protection de la nature fondée en 1995 au Haillan, en Gironde. Dotée d'une équipe scientifique très complète comprenant plusieurs spécialistes de divers domaines naturalistes (herpétologiste, mammalogiste, entomologiste, botaniste), elle œuvre à la conservation de la biodiversité sur toute la région de Nouvelle Aquitaine à travers des programmes de conservation. Impliquée dans la sensibilisation de l'environnement au grand public comme aux scolaires, elle s'investit dans l'organisation de sorties découvertes tout le long de l'année et intervient dans les classes d'école. L'association participe aussi à l'édition de livres et à la production de films et de maquettes pédagogiques.

les heures chaque jour de l'année. Sur les 6 années du programme, les données récoltées permettront d'établir une évolution des conditions climatologiques de la région.

Ce rapport s'intéresse au suivi du Lézard Ocellé, espèce indicatrice du milieu dunaire sur le Littoral aquitain. Les reptiles sont d'excellents indicateurs et des modèles très intéressants dans la recherche sur le changement climatique (RUGIERO ET AL., 2013; KENNETH DODD JR, 2016). Ces espèces sont ectothermes, elles ne peuvent produire de la chaleur pour réguler leur température corporelle, ce qui implique qu'elles dépendent très fortement des conditions environnementales. Cette particularité force les individus à vivre sur des milieux bien spécifiques qui leur permettent de réaliser leur cycle de vie dans les meilleures conditions. Des tests en captivité ont été réalisés sur le Lézard ocellé il s'est avéré qu'il maintenait une activité lorsque la température de son corps se trouvait entre 21.2 et 34.5 °C. En dessous de cette température plusieurs fonctions vitales sont ralenties et au-dessus il risquerait un choc thermique (BUSACK ET VISNAW, 1989). De plus, il a de faibles capacités de dispersion en raison de son exigence écologique ce qui ne lui permet pas de pouvoir coloniser facilement d'autres milieux. (ARAUJO et al., 2006 ; HUEY et al., 2012).

Cette espèce a subi un fort déclin sur l'ensemble de son aire de répartition. Par exemple entre 1840 et 2001 des études montrent que plusieurs dizaines de populations ont disparu (CHEYLAN et AL, 2014). Aujourd'hui des populations sont considérées en voie de déclin prononcé : c'est le cas de celles d'Oléron et de Bussac en Charente-Maritime notamment. Selon Araujo et collaborateurs de nombreux reptiles européens devraient étendre leur aire de répartition vers des zones aujourd'hui plus froides (ARAUJO et al, 2006). De toute évidence ce constat ne semble pas intégrer le Lézard ocellé, l'effet observé à l'heure actuelle est un retrait en direction du sud plutôt qu'une expansion vers le nord (CHEYLAN ET GRILLET, 2005). L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des aléas climatique prévue par le GIEC pourrait accentuer l'érosion littorale et donc affecter cette population. Aux vues de ces constats inquiétants il semblait primordial de mieux comprendre les menaces qui pèsent sur l'espèce afin de mettre en place des mesures de protection et de pérenniser cette espèce sur le territoire français.

Le milieu dunaire a été choisi car il est prédit que le changement climatique augmentera la caractéristique des milieux secs et dunaires, déficitaires en eau absorbable avec des sécheresses et canicules. Le milieu dunaire est également soumis à l'érosion marine dû aux vagues submersibles ce qui peut entraîner des modifications brutales de la structure dunaire (LE TREUT, 2013). C'est un milieu qui reste instable, subissant de forts aléas climatiques (érosion éolienne, salinité, tempête) qui s'accroissent avec le réchauffement planétaire. Souvent limitée par l'activité anthropique, (urbanisation, sylviculture) la dune ne peut pas s'étendre naturellement. La dune grise ou dune grise est un des différents faciès du milieu dunaire, c'est un habitat menacé par les aléas climatiques du fait que c'est un milieu avec très peu de résilience, un recouvrement sableux ou une trouée dû à un piétinement important ou une vague submersible demandera beaucoup de temps à se rétablir (LEMAUVIAL, 2000). C'est un milieu qui renferme un patrimoine naturel bien particulier notamment au niveau botanique, cette végétation assure la fixation du sable ce qui rend le milieu stable et donc propice à l'accueil de la faune nécessitant des milieux ouverts, choisis par le Lézard ocellé.

Entre 2008 et 2012, Cistude Nature a établi un programme d'actions sur le lézard ocellé ayant pour but de mieux comprendre l'écologie de l'espèce ainsi que sa répartition dans la région. Ces travaux ont confirmé la présence de l'espèce le long de la côte atlantique depuis la pointe du Verdon-sur-mer à l'embouchure de l'Adour sur la commune de Tarnos. Les suivis télémétriques réalisés démontrent que l'espèce se cantonne spécifiquement au milieu dunaire et particulièrement à la dune grise. Cette étude a permis de conclure sur les exigences d'habitat de l'espèce, sa présence semble être favorisée par des paramètres environnementaux comme le nombre d'abris disponibles, c'est-à-dire terriers de lapin, trous de rongeurs, branchage, souches, pierres... Ces informations ont permis d'identifier l'habitat favorable de l'espèce. La modification ou la disparition de celui-ci face au réchauffement climatique pourrait s'avérer importante, impliquant de nouvelles adaptations pour l'espèce ou des contraintes.

Grâce aux connaissances acquises par la littérature et l'expérience de terrain des herpétologistes de Cistude Nature, il fut envisageable de réaliser un protocole optimisant la probabilité de détection de l'espèce. Bien que cette dernière soit farouche en milieu dunaire, les indices de présences sont facilement détectables.

Le protocole utilisé est basé sur l'application du protocole type « POP Reptile » (élaboré au niveau national par un collège scientifique : SHF, MNHN, EPHE Montpellier, ONF) (LOURDAIS & MIAUD, 2016). Il permet une estimation fine de la présence ou de l'abondance du Lézard ocellé. Cette abondance peut être mise en relation avec des facteurs extérieurs et peut être comparée d'une année sur l'autre.

A terme, ces données d'observations, des estimations d'abondance seront proposées sur la base de modèles N-mélange (ROYLE ET AL, 2003). Cette méthode, par un échantillonnage répété dans le temps (nombre de passages) et dans l'espace (nombre de placettes), propose une estimation du nombre de Lézards ocellés par placette, en fournissant une abondance estimée (ou une probabilité de présence) et une probabilité de détection.

L'objectif du suivi de cette étude est la mise en évidence d'une tendance évolutive de sa répartition et de son abondance en lien avec d'éventuelles variations climatiques. A plus long terme, cette étude permettra de mettre en évidence les menaces qui pèsent sur l'espèce et ainsi de réfléchir à des stratégies de gestion. Les hypothèses envisageables sont :

- Mouvements et extinctions locales possibles des populations suite à la disparition de stations remarquables ou de pressions climatiques trop importantes
- Extinction de l'espèce
- Adaptation écophysologique jusqu'à un certain seuil.

En cette troisième année de suivi (2017-2018-2019), ce rapport dresse un état des lieux de la répartition du Lézard ocellé et propose un traitement des données recueillies sur le terrain pour répondre aux attentes du programme Sentinelle du climat. Pour cela, dans un premier temps, des tests de comparaisons seront réalisés issus des données des stations météorologiques afin de comprendre les pressions climatiques perçues ces trois dernières années. Dans un second temps deux modèles d'occupation seront réalisés basés sur le modèle Mackenzie (MACKENZIE ET AL, 2002) afin d'estimer la probabilité d'occupation, de détection, de colonisation et de détection de l'espèce à travers les données d'observation récoltés sur le terrain depuis 2017. Pour terminer il sera tenté d'étudier les facteurs qui expliciteraient les conditions de détection de l'espèce. Ces résultats permettront d'améliorer le protocole ainsi que de le rendre plus robuste.

2 Matériels et méthode

2.1 Espèce étudiée

2.1.1 Le lézard ocellé origine et répartition

Le Lézard ocellé fut décrit pour la première fois en 1802 par Daudin dans le troisième tome de son œuvre « Histoire Naturelle Générale et Particulière des Reptiles », il le nomma « *Lacerta lepida* », « lepida » signifiant en latin : agréable, plaisant à regarder ».

En France, *Timon lepidus lepidus* est la seule lignée présente, on la retrouve le long de la zone méditerranéenne avec quelques extensions vers l'Ouest en Dordogne dans le Lot et le Lot et Garonne, Puis un deuxième noyau se trouve le long de la façade atlantique depuis l'île d'Oléron jusqu'à l'embouchure de l'Adour à Tarnos. Quelques populations isolées sont aussi présentes dans le Lot et Garonne et en Dordogne (cf Figure 2). En 2018, une femelle a été observée en Vendée sur la forêt des pays de Monts, l'espèce n'avait pas été contactée depuis 1980. Un expert est allé prospecter le site en 2019, il a confirmé la présence de juvéniles et donc la reproduction sur ce site. Cependant, il est encore tôt pour parler de population.



Figure 2. Carte de répartition du Lézard Ocellé en France (source : SHF)

2.1.2 Description

Timon lepidus est le plus grand lézard d'Europe, en Aquitaine, l'individu le plus imposant capturé mesurait 46 cm et pesait 164 grammes (BERRONEAU, 2012). En Nouvelle Aquitaine, d'après les suivis réalisés par Cistude Nature, la taille moyenne est de 36 cm pour un poids moyen de 112 grammes. Il existe une dysmorphie sexuelle marquée chez les adultes, le mâle a une tête très grosse avec une mâchoire imposante. La longueur du crâne représente entre 22 et 33 % de la longueur museau-cloaque chez le mâle alors que chez la femelle elle représente entre 18 et 27 %. Les mâles portent des pores fémoraux plus gros que la femelle et sont généralement plus longs. La face ventrale des deux sexes est blanche verdâtre unie (BERRONEAU, 2012)



Figure 3. Lézard ocellé Adulte mâle en thermorégulation au Cap ferret

La robe évolue en fonction des différents stades de vie de l'individu. A l'état juvénile, ils ont une robe grisâtre arborant des ocelles blanches cerclées de noir. Les ocelles bleus apparaissent plus tard lors de son premier printemps, petit à petit les cercles noirs vont former un réseau formant des marbrures pouvant faire penser à des dessins Aztèques. Au début de ce stade, nous observons facilement des ocelles jaunes à l'intérieur de des marbrures. Lors de sa pleine maturité, des marbrures deviennent de plus en plus fines laissant place à un aspect moucheté au détriment des ocelles jaunes qui disparaîtront totalement. La mue de sortie d'hibernation fait apparaître de couleurs bien vives, préparant les individus à la reproduction. Les couleurs s'estompent avant l'entrée en hibernation. La robe et le gabarit de l'espèce permettent de les distinguer aisément des autres espèces de lézards.

2.1.3 Habitat

Le Lézard ocellé occupe principalement des milieux ouverts qui présentent un recouvrement végétal faible ou nul. Il est également présent sur des pelouses calcaires, landes sèches, bois clairs, affleurements rocheux, etc... Il apprécie particulièrement les milieux complexes lui procurant des abris et zones d'insolation comme du branchage, des buissons, des cailloux. Pour que le Lézard ocellé colonise un milieu il faut que l'habitat lui soit favorable et

cela est principalement dû aux nombres d'abris disponibles (DORE ET AL., 2011). Le Lézard ocellé (LO) ne fabrique pas son abri, il a tendance à utiliser les cavités existantes comme par exemple des souches d'arbres ou des terriers de lapin. Une étude sur l'île d'Oléron a montré que la présence du LO était corrélée à celle du lapin de Garenne (DORE, CHEYLAN ET GRILLET, 2014). Au plus jeune âge, *Timon lepidus* peut se servir de trous de criquets, rongeurs, de guêpiers. On peut suspecter une cavité habitée par un lézard lorsque l'on constate que l'entrée est ovale (cf, Figure 6). Dans certain secteur le lapin de Garenne est une espèce clef de voûte, c'est-à-dire qu'elle est indispensable à l'existence même d'un écosystème, par l'action qu'elle exerce sur les comportements et/ou effectifs des autres espèces qui composent le système (CONSERVATION NATURE, 2010). Outre le fait que le lézard occupe les terriers, le lapin a aussi un rôle dans l'entretien des milieux ouverts indispensables pour le lézard ocellé et d'autres espèces vivant sur le milieu dunaire (THIRION ET GRILLET, 2002)

Sur la côte atlantique, son habitat de prédilection est la dune grise. Le LO est aussi une espèce opportuniste qui profite des vestiges de la seconde guerre mondiale, les blockhaus et pistes allemandes abandonnés sont très souvent colonisés par plusieurs lézards. Plus étonnant, ces sites sont parfois colonisés par plusieurs mâles, alors que ceux-ci sont territoriaux pendant la période de reproduction. Ces aménagements leurs procureraient un substrat parfait pour thermoréguler dès les premiers rayons de soleil ainsi qu'une multitude de cachettes pérennes. (cf, Figure 4)



Figure 4. Blockhaus situé au Cap ferret



Figure 5. Amat de branchage accueillant un adulte au Porge



Figure 6. Entrée de gîte caractéristique située au Porge

2.1.4 Menaces et statut

En 2006, *Timon lepidus* est classée dans la liste rouge des reptiles du bassin méditerranéen avec le statut NT, i.e. quasiment menacé. En 2008, il est classé dans la liste rouge française avec le statut VU, i.e. vulnérable. Au niveau Européen, il est inscrit dans l'annexe II de la convention de Berne. En revanche, il n'est pas listé dans les annexes II et IV de la Directive européenne Habitats (Réseau Natura 2000) et il n'est pris en compte ni par le dispositif Natura 2000 ni par le financement Life. En 2009, il a été inscrit dans la catégorie « quasi-menacé » dans la liste rouge européenne des reptiles. L'espèce a aussi été inscrite au Plan national d'actions Reptiles-Amphibiens.

De manière générale sur le territoire français, le Lézard ocellé est menacé par la perte de son habitat. Les quatre principales raisons sont la fermeture du milieu suite à la déprise agricole, l'extension des zones urbaines et périurbaines, l'extension des cultures intensives (Sylviculture) et la fragmentation par densification du réseau routier (BERRONEAU, 2012)

D'importantes menaces proviennent également de l'utilisation de pesticides, la présence de gibier et de prédateurs domestiques (chiens et chats), les prélèvements illégaux pour la terrariophilie. Les phénomènes climatiques tels que l'érosion dunaire et les vagues submersibles menacent l'habitat du LO, ces vagues peuvent submerger les

populations lors des périodes d'hibernation. Enfin, la pression anthropique de la saison estivale est aussi menaçante. Bien que les gestionnaires tentent de protéger la dune grise, celle-ci reste trop régulièrement piétinée. La présence constante de l'homme peut être très dérangement pour le lézard ocellé qui y est très sensible, cela peut empêcher l'espèce d'exercer ses activités quotidiennes. Il est probable d'ailleurs que cette pression ait un impact sur la dynamique des populations sur le littoral (BERRONEAU, 2012). La disparition du Lapin de Garenne peut aussi être rédhibitoire pour le maintien du Lézard ocellé dans un certain secteur suite à la disparition des terriers utilisés comme abris (THIRION ET GRILLET, 2002).

Menacé déjà fortement par la perte de son habitat et les pressions anthropiques, le Lézard ocellé pourra-t-il continuer à s'établir sur le littoral aquitain avec la hausse des températures. Cette menace est étudiée par le programme Sentinelles du Climat. C'est une menace qui pourrait s'ajouter suite aux résultats obtenus par le programme Sentinelles du climat.

2.2 Relevé météorologique

2.2.1 Etude écophysiological

En 2018, une étude écophysiological, débute dans une thèse intitulée « Intégration de la variabilité thermique dans des modèles écophysiological spatialement explicites d'extinction d'espèces » (F.Hugon) Ce travail a pour objectif d'étudier l'écophysiological de plusieurs espèces ectothermes via l'utilisation de modèles biomimétiques qui mesurent les températures corporelles des espèces dans leur milieu. L'utilisation d'un modèle mécanistique écophysiological permet ensuite de calculer un temps de restriction d'activité journalier en comparant les données de températures corporelles à la gamme de températures permettant l'activité. Ce temps de restriction peut ensuite être comparé à une valeur de référence. Il est ainsi possible d'estimer une probabilité d'extinction locale, la persistance de la population étant directement liée à la quantité d'énergie acquise lors de la période de reproduction. Ces études apportent des éléments pour modéliser la répartition de l'espèce. Le Lézard ocellé est une des espèces étudiées lors de cette Thèse.

Dans ce cadre, quatre stations biomimétiques ont été installées le long du littoral Aquitain (placette 40_02 à Tarnos, placette 40_26 à Contis les bains, placette 33_24 à Carcan et placette 33_38 à Vendays Montalivet). Chaque station possède 2 sondes fabriquées en PVC, ce sont des tubes qui miment un LO. L'une d'elle est positionnée de façon à imiter le lézard ocellé en position de thermorégulation. L'autre est enfouie dans un trou dans le sable, elle imite un lézard ocellé dans son gîte. Les sondes enregistrent toutes les 15 min la température extérieure. Elles sont actives durant toute la période d'activité du lézard ocellé, c'est-à-dire de fin mars à début septembre. Afin de caractériser la niche thermique de l'espèce, un protocole de mesure par méthode infrarouge est proposé (F D'amico 2018).

Lors d'une observation, le naturaliste commence par mesurer la température du lézard ocellé à travers le substrat sur lequel l'individu était positionné. 5 mesures sur différents endroits du substrat sont attendues. Ensuite 5 mesures sont prises sur les substrats entourant l'individu sur un cercle de rayon de 1 m, ces mesures servent à établir la niche thermique réalisée. Puis 5 mesures à l'intérieur du gîte quand cela est possible. Enfin, 10 mesures sont prises sur les substrats présents sur un cercle de rayon de 10 mètres autour du lézard. Ces mesures serviront à évaluer la niche thermique fondamentale. L'outil utilisé est le Fluke 64 max. lézard (cf, ANNEX III)

Cette étude permettra de mieux connaître les exigences thermiques de l'espèce, et ainsi de mieux comprendre l'impact direct de la hausse des températures sur les individus.

2.2.2 Station météorologique

Afin d'étudier l'impact du réchauffement climatique sur le lézard ocellé, 22 stations météo de type HOBO ont été disposées le long du littoral, 17 sont positionnées à 1m50 du sol. En 2018, cinq autres stations ont été déposées à 10 cm du sol sur les sites de Tarnos, Contis les bains, La Teste de Buch, Carcan et Vendays Montalivet. Cette initiative a été menée après avoir pris connaissance d'une étude, montrant que les différences de relevés météorologiques enregistrés par une station positionnée à plus d'1 mètre du sol ne permettent pas d'apporter des données suffisantes pour étudier la réponse des espèces face au changement climatique (GRAEE ET AL. EN 2012, LAVAGNA 2017). Le Lézard est plus sujet à subir les températures proches du sol, étant donné que c'est le premier élément en contact avec son corps. Ces stations enregistrent sur une distance de 2 km de circonférence le taux d'humidité, ainsi que la température toutes les heures en continu durant les 6 années de suivi. Leur positionnement est susceptible d'être influencé par différentes variables du littoral atlantique de sorte à mettre en évidence de potentiels microclimats se formant en milieu dunaire qui expliqueraient la présence - absence de l'espèce.

Sur la côte atlantique les stations météorologiques font face à des vents violents et de fortes tempêtes en hiver qui peuvent les endommager. L'observateur vérifie à chaque sorties, terrain si la station météo est en bon état. Pour vérifier si la pile fonctionne, un voyant rouge clignote en permanence, dans le cas contraire il faut changer la pile.



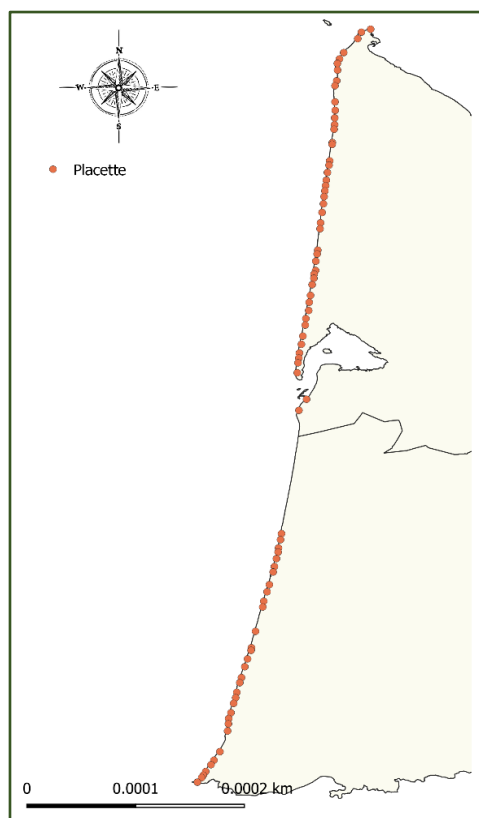
Figure 7. Station météorologique située au Porge

2.3 Protocole d'échantillonnage

2.3.1 L'emplacement des placettes

Au total 79 placettes ont été sélectionnées sur le littoral Aquitain de la pointe du Verdon-sur-Mer à l'embouchure de l'Adour (cf, [Figure 8](#)).

Elles ont été choisies parmi celles prospectées lors du programme de Cistude Nature de 2008-2012. Ce sont des placettes qui ont été réparties de manière aléatoire grâce à un système de maillage SIG mais tout de même orientées de manière à optimiser la prospection du littoral sur l'ensemble des faciès représentatifs du milieu dunaire (dune blanche, dune grise, frange forestière) ainsi que sur la prise de placettes historique dites positives et d'autres dites négatives. L'intérêt de reprendre des placettes issues du programme 2008-2012 permet d'obtenir des données historiques importantes pour les prospectives de modélisations (colonisations et extinction), comme cela a été fait dans le travail de M. LAVAGNA en 2017 (LAVAGNA, 2017).



Une partie du Littoral en nord Landes ne comporte pas de placette car il s'agit d'une zone militaire dont l'accès est restreint et interdit lors des essais de munitions, malgré la présence de populations connues de Lézard ocellé sur ce secteur. Ne permettant pas le respect du protocole (nombre et fréquence des passages d'observation), ce secteur n'a pu être retenu pour l'étude. Une absence d'information est donc visible cartographiquement sur cette zone.

L'objectif de l'étude est d'étudier les réponses de l'espèce face aux pressions météorologiques il est donc important que l'habitat reste identique chaque année. Cependant le milieu dunaire est peu stable subissant de forts aléas climatiques (érosion éolienne, montée des eaux, recouvrement forestier etc...). Pour pallier à ce problème, il est possible de déplacer les placettes lorsque celles-ci se trouvent modifiées morphologiquement d'une année à l'autre. La disparition d'une placette est aussi envisageable si l'habitat original a disparu sur une distance importante autour du centroïde de la placette. Les données historiques de toutes les placettes d'une saison à une autre est prises en compte.

L'étude de l'occupation de l'espèce sur ces habitats et les modifications des paramètres climatiques et environnementaux permettront de comprendre si ces facteurs ont un impact drastique sur l'occupation.

Figure 8. Répartition des différentes placettes sur le littoral Aquitain

2.3.2 Prospection des placettes

Les placettes ont une dimension de 50X50 mètres, elles sont visitées 3 fois entre avril et juin ce qui correspond à la période d'activité la plus importante de l'espèce, avec au minimum deux semaines d'intervalles entre chaque visite successive. Chaque observation doit se dérouler dans les meilleures conditions possibles pour maximiser la probabilité de détection, c'est-à-dire, une faible densité nuageuse, une température comprise entre 15 et 27 °C et un vent faible.

En début de saison, et en fonction de la météorologie, les relevés peuvent être réalisés toute la journée. Les horaires optimaux préconisés se situent généralement après 10h du matin en début de saison (mars à mai), et entre 9h30 et 11h ou entre 16h30 et 19h en fin de saison (juin à septembre).

La prospection se déroule en deux temps sur une période de 20 min.

- Observation aux jumelles, durant les dix premières minutes, l'observateur recherche la présence d'un individu (observation direct). L'observateur ne rentre pas à l'intérieur de la placette il se contente d'en faire le tour afin d'obtenir différents angles d'observation.

- Recherche d'indice de présence (observation indirecte), durant les dix minutes restantes l'observateur entre dans la placette et recherche de manière aléatoire des traces, fèces ou mues laissées par un lézard ocellé (cf, Figure 9 et Figure 10).



Figure 9. Fèces trouvée sur la placette LO_33_29 à Carcan



Figure 10. Trace observée à Soustons

Ensuite l'observateur remplit deux fiches de terrain, une qui indique les caractéristiques de la placette. Sur celle-ci l'observateur relève le nom de la placette, le faciès, le taux de recouvrement (pourcentage des strates végétatives et des substrats), le nombre d'abris et zones de thermorégulation potentiels (cf : ANNEXE I). Cette fiche permet d'expliquer les raisons de l'occupation de l'espèce, ce sont « les covariables de site » ajoutées dans les modèles d'occupation, celles-ci ne se modifient pas sur la saison de prospection. La seconde fiche terrain indique la période de prospection (date, horaire), présence ou l'absence de l'espèce, le nombre d'individu contactés, les observations indirectes ainsi que les conditions climatiques (nébulosité, température, humidité, vent). Sur cette fiche est intégré aussi les autres espèces de reptiles à titre d'information (cf : ANNEXE II). Ces variables permettent d'affiner la probabilité de détection de l'espèce, ce sont « les covariables d'échantillonnage » ajoutées dans les modèles d'occupation permettant de prédire la probabilité de détection. Celles-ci sont différentes à chaque passage pour chaque visite.

2.4 Traitement des résultats, Analyse statistique

2.4.1) Approche descriptive

2.4.1.1 Tests statistiques

Pour chaque variable un test de normalité (qqnorm) a été réalisé afin de savoir si elle suivait une loi normale ainsi qu'un test d'égalité des variances. L'intégralité des tests statistiques ont été réalisés sur le logiciel Rstudio muni de son interface Rcommander.

Dans le but de connaître s'il existait une différence significative entre les données de températures, d'humidité relative et de rosée entre le Nord et le Sud de la zone d'étude, un test de Student a été effectué pour les variables température et rosée et un test Wilcoxon pour la variable humidité relative. La période d'étude s'étend du 24/06/2018 au 23/06/2019. Cette analyse a été réalisé par Florèn Hugon.

Afin de savoir s'il existe une différence significative entre les relevés météorologiques des stations situées à 10 cm du sol et des stations situées à 1m50, un test de Wilcoxon pour données appariées a été réalisé sur une station de chaque type situé aux mêmes emplacements.

Pour savoir si les périodes de prospections des trois années de suivis se ressemblaient, un test de Wilcoxon a été réalisé pour comparer la météo sur une station située à la Test de Buch sur la placette « LO_33_01 », station positionnée au centre de la zone d'étude. Le test se déroule sur la période du 02/05 au 07/07 pour chaque année. Le test ne prend pas en compte le mois d'avril car la station n'avait pas encore été disposée en 2017 (donnée appariée).

Afin de tester l'existence d'une différence météorologique entre les différents faciès un test de Kruskal et Wallis a été réalisé sur la période du 26/04/2017 au 24/04/2018. La placette « LO_33_12 » correspond au faciès frange forestière, la placette « LO_40_22 » au faciès dune blanche et la placette « LO_40_20 » pour le faciès dune grise (donnée indépendante).

Un test de Wilcoxon a été réalisé pour tester l'existence d'une différence significative de température et d'humidité entre les années sur un milieu type caractérisé par la présence de l'espèce (présence non négligeable d'indices d'observation indirectes depuis 2017). La période d'étude se déroule du 14/04 au 04/07 sur la placette « LO_40_20 » (donnée appariée).

2.4.1.2 Distribution des noyaux de Population

Trois cartes ont été réalisées à l'aide de Q.GIS.3.6 en intégrant l'indice d'observation (somme des contacts directs et indirects / par le nombre de passages) correspondant à chaque placette. Cette information donne les tendances évolutives des populations suivies sur plusieurs années et montre les noyaux de population existants ainsi que les événements annuels qui justifieraient une baisse d'observation certaines années puis une hausse d'observations l'année suivante.

2.4.1.3 Optimums de détectabilité

Un tableau des horaires de contact a été réalisé afin de voir si les périodes d'observations sont similaires en fonction des années. La plage horaire est prise entre l'horaire minimum de prospection réalisé sur chaque session et son heure maximale.

Cette analyse est réalisée dans le but de voir si entre les trois années une tendance est observée sur les exigences de l'espèce qui permettrait d'affiner la détection de l'espèce et par conséquent le protocole. Toutes les observations directes des 3 années sont prises en compte et corrélées avec les données météo prises au moment de l'observation.

2.4.1.4 Modèles d'occupation

La méthode qui a été choisie afin de prédire la probabilité d'occupation est la méthode d'occupation à une saison (MACKENZIE ET AL. 2002). Cette méthode a été effectuée sur le logiciel Présence. Deux types de modèles ont été réalisés : le premier est un modèle à une saison permettant de prédire la probabilité d'occupation (ψ) de l'espèce et la probabilité de détection (p) sur une année, soit 2019 pour ce rapport. Le second est un modèle à multi saisons prenant en compte les données d'observations des trois années de suivi sentinelle du climat soit 2017, 2018 et 2019. Ce dernier permet de prédire la probabilité d'occupation ainsi que la probabilité de détection de manière plus juste, mais aussi de prédire la probabilité d'occupation (γ) et d'extinction (ϵ). Afin de contrebalancer le manque de données d'observation directes, les indices d'observation indirectes ont été ajoutés aux jeux de données qui ont servi à réaliser ces modèles. Les modèles intégrant seulement les observations directes ne respectaient aucun des tests d'ajustement. Ils ne seront donc pas présentés dans ce rapport. Les modèles ont été discriminés selon leur critère d'Aikake (AIC) puis sélectionnés en fonction des critères d'ajustement développés conformément aux recommandations de MacKenzie et Bailey (2004), au moyen d'une procédure de bootstrap paramétrique. Une p-valeur supérieure à 0.5 et un $c\text{-hat}$ proche de 1 tendent à valider l'hypothèse de bon ajustement du modèle. Les covariables d'occupation qui ont été choisies sont la présence de pierres et de

blockhaus, terriers de lapin et strate buissonnante. Celles de l'échantillonnage sont le vent et la nébulosité. Ces covariables ont été choisies car ce sont les variables connues pour avoir le plus de poids face aux exigences de l'espèce (BERRONEAU, 2012).

3 Résultat

3.1 Station météorologique

3.1.1 Gradient Nord-Sud

Entre la station n°20106492 positionnée au nord (Verdon-sur-mer) et la station n° 20106501 positionnée au sud (Soustons), les tests statistiques montrent que les températures ne sont pas significativement différentes (Student, Température : $W = 38074792$, $p\text{-value} = 0.1517$). Tandis que l'humidité relative et la rosée le sont (Wicoxon, Humidité : $V = 16204924$, Student, Point rosée $p = 2.2 \times 10^{-16}$). (cf, Figure 11)

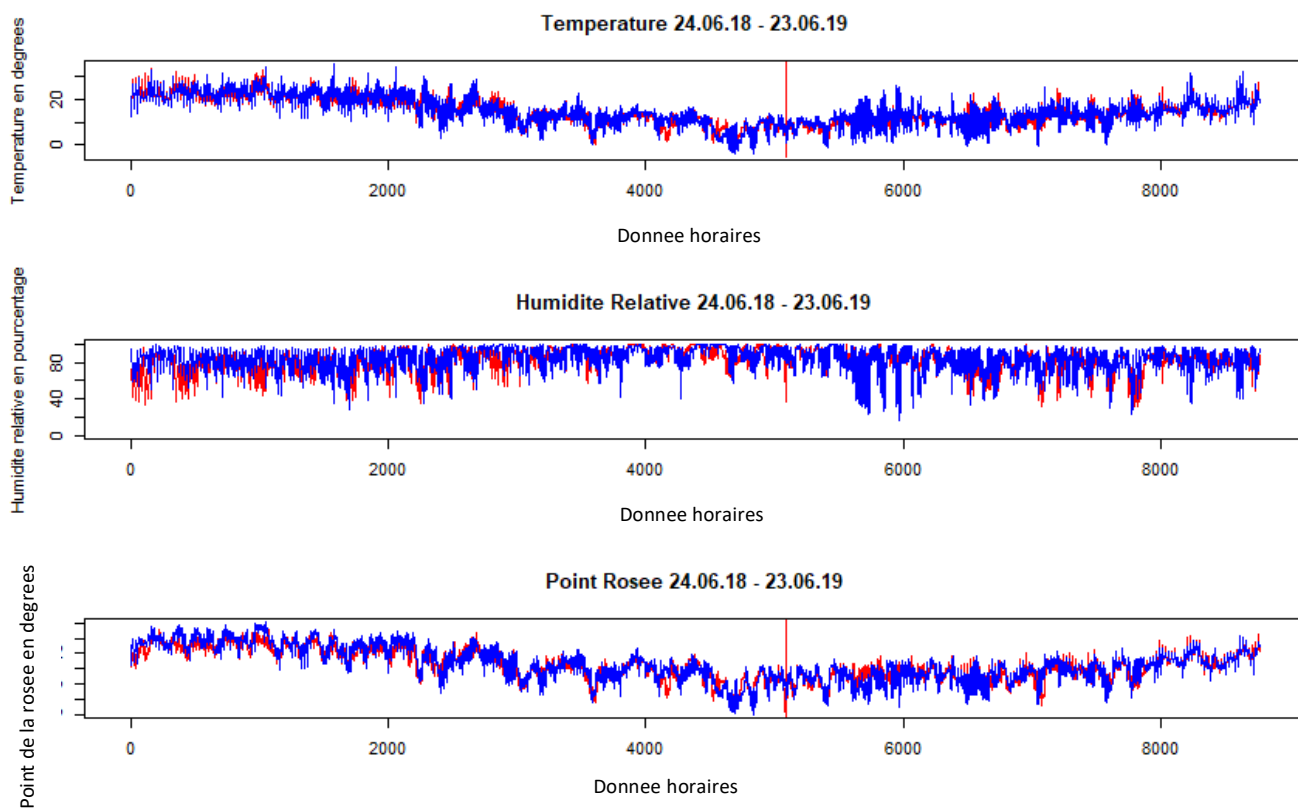


Figure 11. Comparaison des enregistrements météorologiques du 26/04/2018 au 23/06/2019 entre la station n°20106492 en bleue et la station n°20106501 en rouge.

La station positionnée au Sud (en rouge) sur les graphiques montre un hiver particulièrement plus humide que celle positionnée au Nord (en bleue).

3.1.2 Comparaison station au sol et haute

Les différences de température et d'humidité entre la station n°2032820 positionnée à 10 cm du sol et la station n°20106507 positionnée à 1m50 sont significativement différentes (Test de Mann et Whitney. Température : p-value = 5.927e-10 ; Humidité : p-value < 2.2e-16)

3.1.3 Trois années bien distinctes

Le test de Mann et Whitney confirme une différence significative sur au moins une des trois années (Humidité : V = 9726255, p-value < 2.2e-16 ; Température : V = 9726255, p-value < 2.2e-16 e) entre le 02/05 et le 02/07.

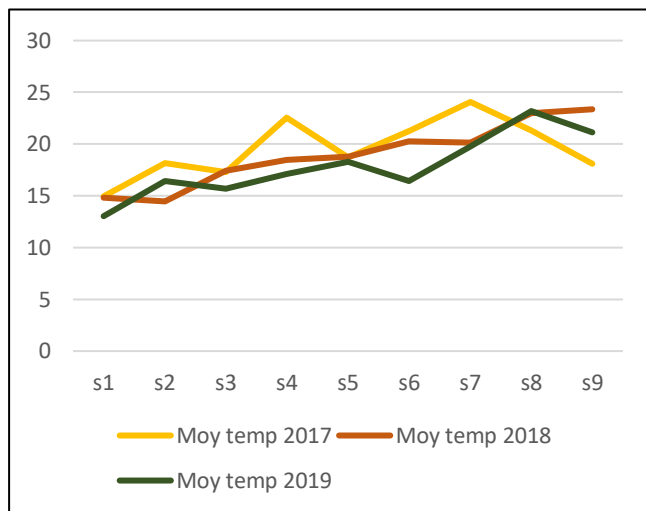


Figure 12. Comparaison des moyennes de températures par semaine entre 2017, 2018 et 2019

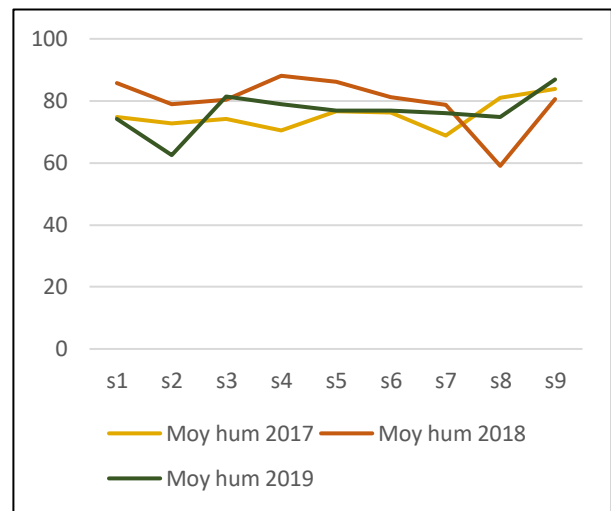


Figure 13. Comparaison des moyennes du taux d'humidité relatif par semaine entre 2017, 2018 et 2019

D'après les graphiques ci-dessus la période de 2017 fut marquée par une succession de pics de chaleur, avec en parallèle un taux d'humidité qui reste constant. En 2018 la température monte un peu plus chaque semaine, le taux d'humidité est plus élevé bien qu'on observe un pic de sécheresse sur la dernière semaine. La période de 2019 semble légèrement plus fraîche que celle de 2018 en température, par contre le taux d'humidité est plus bas. Ces variations montrent que les conditions de prospection des 3 années de suivi ont été différentes. Ce qui peut avoir un impact sur le succès de rencontre avec l'espèce ainsi que donc sur le comportement du lézard. Cela montre également que le réchauffement climatique n'est pas un phénomène continu et croissant, il fluctue et ça confirme qu'il est préférable de parler de dérèglements climatiques et qu'il faut ainsi regarder les successions de phénomènes chaud/ froid, humide/sec mais également les amplitudes thermiques qui peuvent avoir lieu entre jour et nuit au cours de la saison. C'est ce facteur qui risque d'user les organismes ectothermes tels que les lézards.

3.2 Répartition des noyaux d'abondance au cours du temps

Ci-dessous il est possible de visualiser la dynamique des noyaux d'abondance depuis 2017 sur les deux départements Aquitains

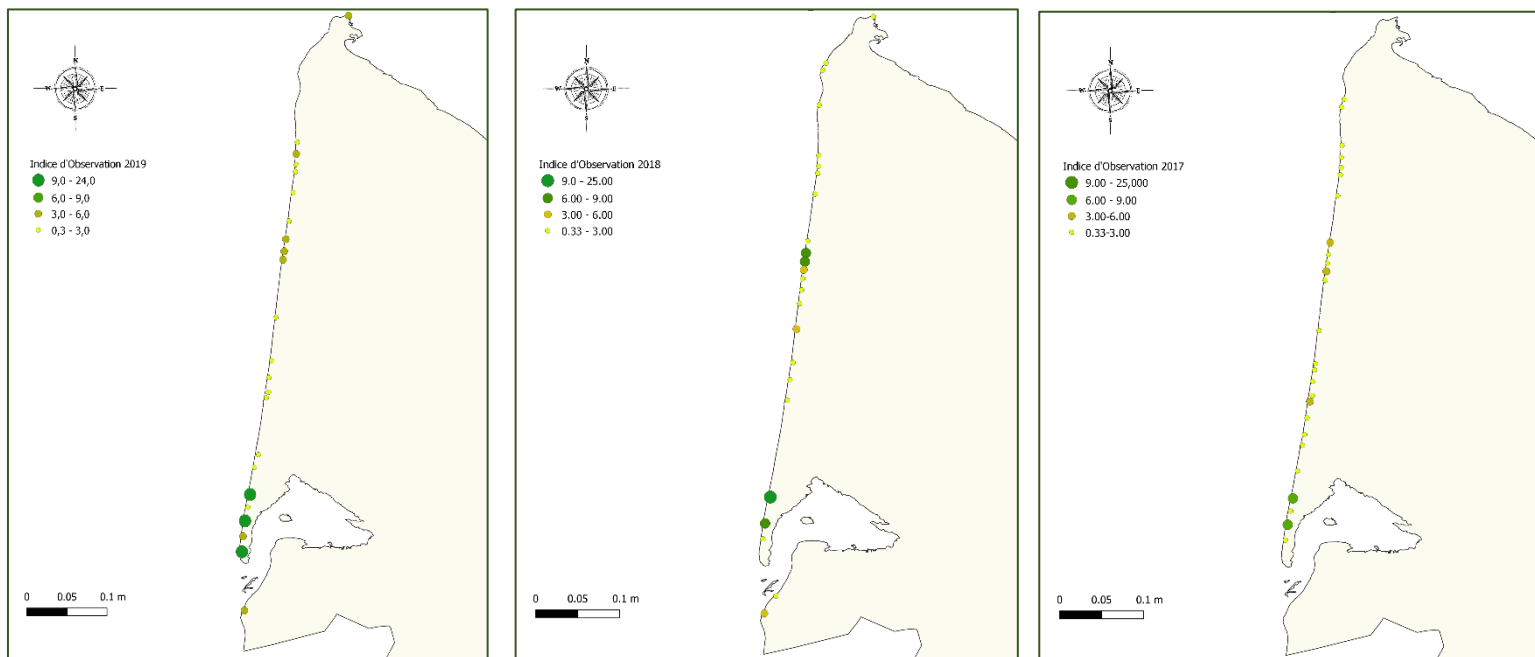


Figure 14. Comparaison de la répartition des noyaux de population situés en Gironde entre 2017, 2018 et 2019

En Gironde on constate que les noyaux forts détectés depuis 2017 ne se sont pas déplacés, les indices d'observations ont nettement augmenté. Depuis 2018, il est constaté une progression de l'indice d'observation situé au nord du département (cf, Figure 14)

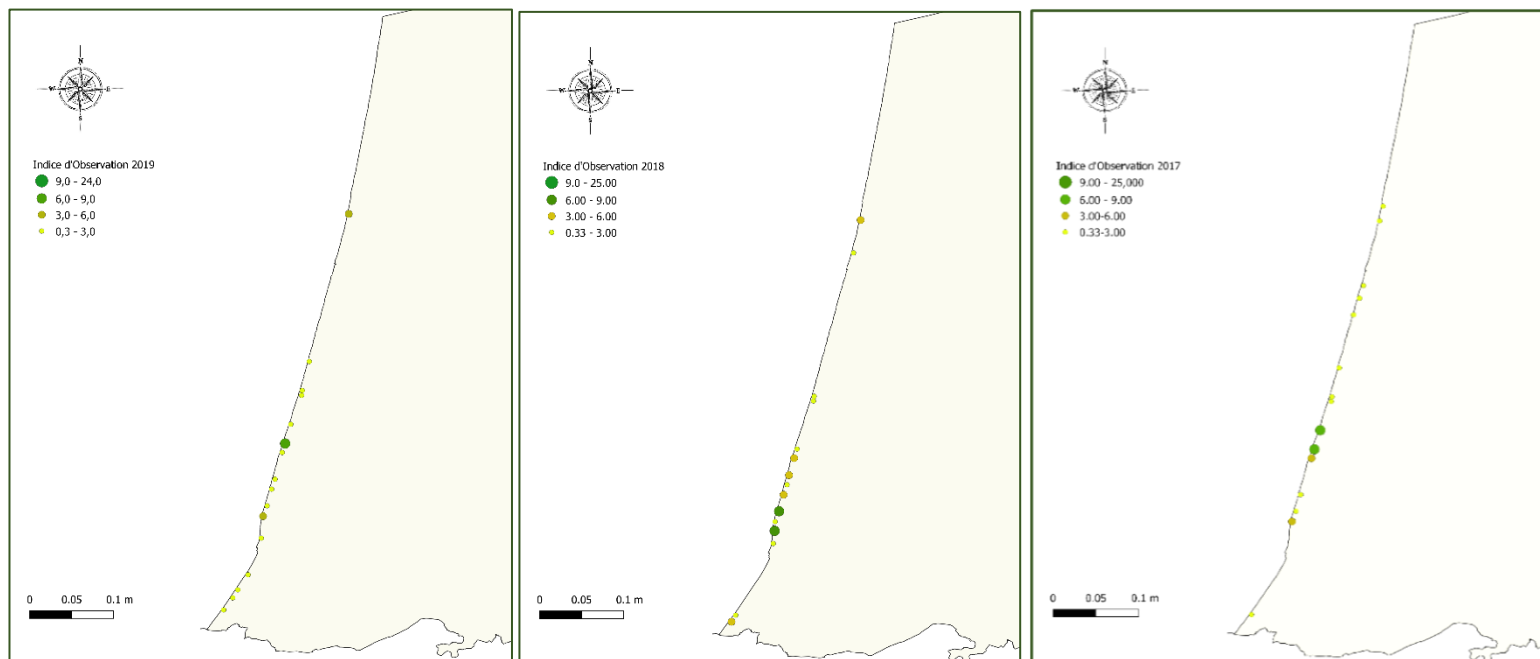


Figure 15. Comparaison de la répartition des noyaux de population situés dans les Landes entre 2017, 2018 et 2019

Dans les landes on constate une augmentation des zones de présence au sud du département. En 2018 le nombre de contacts avec l'espèce était plus conséquent sur la zone de Soustons qu'en 2019. Aucun phénomène climatique explique une diminution de ce phénomène. Il est possible que les conditions de détection étaient plus favorables en 2018. Cependant la découverte de nouveaux sites de présence est réalisée en 2019, ces observations pourraient être la découverte d'une expansion de la population. L'absence d'observation au nord des Landes est inquiétante depuis 2017. Aucune observation a été réalisée sur les communes de Lit et Mix et Contis les bains. Cependant une augmentation de l'indice d'observation est observée sur la commune de Mimizan en 2019 (cf, Figure 15).

Pour résumer les noyaux forts sont ceux situés au Cap ferret, Carcan, et Soustons. Ils ne semblent pas s'être déplacé depuis 2017.

Les moyennes d'indices d'observations (cf, Figure 16) montrent que sur les 3 années le nombre des indices d'observations a augmenté. L'écart observé entre 2018 et 2017 ne peut pas provenir d'une colonisation ou d'une augmentation de l'abondance soudaine, la période est trop courte. Cette progression est donc en partie dû à de meilleures conditions de détection de l'espèce en 2018 et 2019. De plus, le nombre d'observations a augmenté en 2019 sur des zones déjà connues en 2018, cette information est donc un bon présage pour l'abondance de l'espèce.

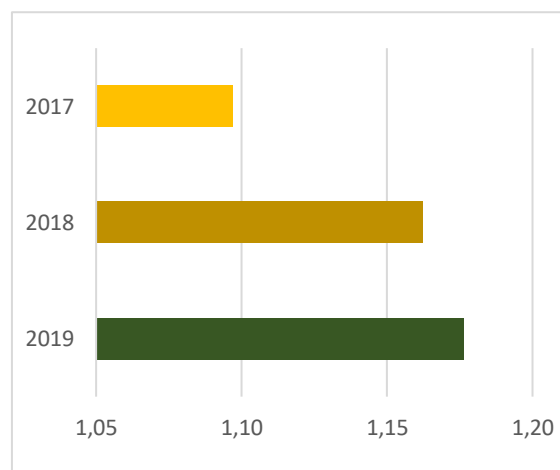


Figure 16. Comparaison des moyennes d'indices d'observations entre 2017, 2018 et 2019

3.3 Fluctuation et progression des relevés d'indices de présence

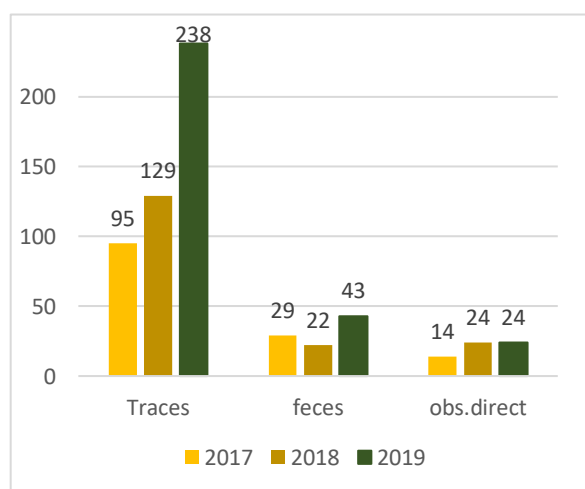


Figure 17. Comparaison du nombre d'observations directes et indirectes entre 2017, 2018 et 2019 en Gironde

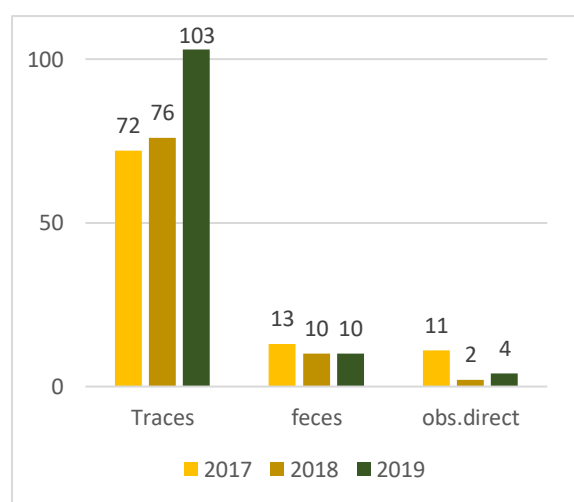


Figure 17. Comparaison du nombre d'observations directes et indirectes entre 2017, 2018 et 2019 dans les Landes

Si l'on se fie aux observations directes de lézards ocellés, on se rend compte que quelques soient les années, les contacts sont faibles (cf Figure 17 et Figure 17), c'est pourquoi il est important de prendre en compte les indices d'observations afin de ne pas sous-estimer la répartition de l'espèce.

Les graphiques montrent qu'il existe une progression positive en Gironde il y a eu plus d'indices de présence contacté depuis 2017, ce qui pourrait montrer une augmentation de la population. Le nombre d'observation direct a presque doublé entre 2017 et 2019. Il est important de préciser que sur les 24 individus observés en 2018, 12 ont été vus le même jour sur le même site. En 2019 le nombre maximal d'observations réalisé sur un même site est de 3, les 24 individus contactés en 2019 sont donc plus représentatifs des populations distribuées sur le littoral.

Dans les Landes on observe une nette diminution des observations directes depuis 2017. Bien que le nombre d'observations indirectes soit augmenté en 2018 et en 2019. Il semblerait que les lézards ocellé soient plus difficiles à observés lors de cette dernière année.

Aux vues du nombre d'indices d'observations réalisé sur les 3 années, il semblerait que la Gironde soit plus attractive pour le lézard ocellé ou bien la détection est plus aisée en Gironde. Dans les Landes certaines placettes sont plus près des villes et des routes, moins sauvages que celles positionnées en Gironde, les corridors en sont diminués. Il est possible que l'artificialisation de la côte et le dérangement des activités touristiques soient des obstacles à l'expansion de l'espèce.

3.4 Présentation des optimums de détection

3.4.1 Période optimal d'observation

Le tableau des horaires de contact montre que sur les trois années la majorité des détections s'est produite entre 11h et 16 heures avec une tendance particulière entre midi et 14h00 (cf, [Tableau 1](#)). En 2017 il est constaté une diminution nette du nombre d'individus contacté par rapport à la première session. Il est possible que sous les fortes chaleurs de 2017, moins d'individus thermorégulaient. L'année 2018 semble avoir été compliquée, les périodes de sessions se chevauchent dues à des conditions météo contraignantes (succession d'averses) pour l'observateur. On observe une nette diminution entre la première session et la dernière. En 2019 le nombre d'observation par session reste constant.

Tableau 1. Période de contact avec l'espèce (obs direct)

Heure	Individus 2019	Individus 2018	Individus 2017
21h00	NA	0	NA
20h00	NA	NA	3
19h00	NA	NA	NA
18h00	1	NA	1
17h00	1	1	
16h00	5	2	4
15h00	5	3	1
14h00	4	NA	3
13h00	NA	6	2
12h00	5	13	5
11h00	4	1	5
10h00	2	NA	1
9h00	NA	NA	1
8h00	0	0	NA

*NA : Pas d'observation ; 0 : Pas de prospection

Nombre d'individu observé Session 1 :

- 2017 :13 (03/04 au 28/04)
- 2018 :16 (4/04 au 21/06)
- 2019 :10 (30/03 au 01/05)

Nombre d'individu observé Session 2 :

- 2017 :8 (03/05 au 01/06)
- 2018 :7 (08/06 au 3/07)
- 2019 :8 (01/05 au 13/06)

Nombre d'individu observé Session 3 :

- 2017 :8 (06/06 au 07/07)
- 2018 :3 (13/06 au 10/07)
- 2019 :9 (13/06 au 05/07)

3.4.2 Les optimums climatiques de détection

Il est constaté que sur les trois années de prospections les conditions météorologiques qui ont amenés à des contacts positifs avec l'espèce sont très différentes (cf Figure 19).

Il est

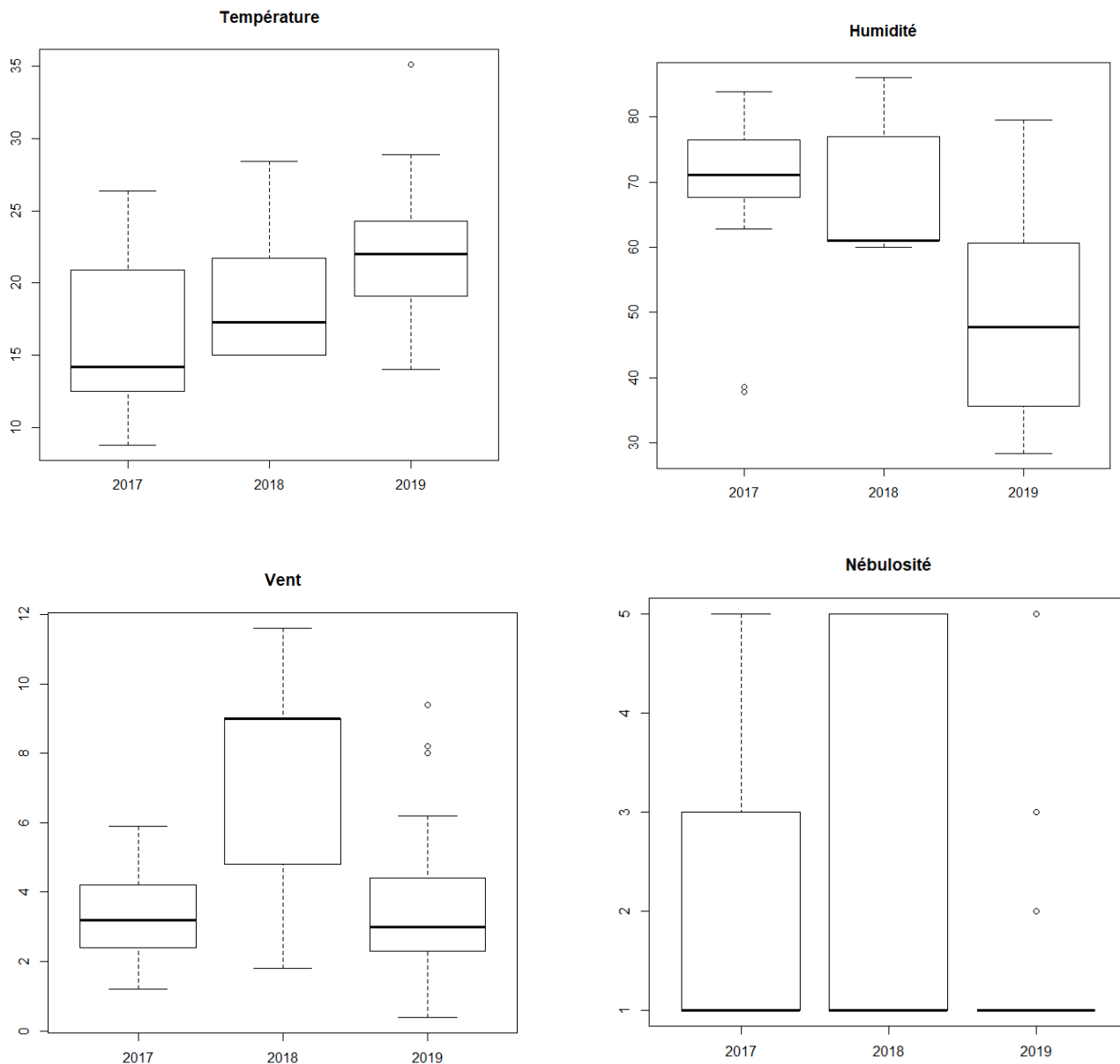


Figure 19. Comparaison des dispositions des fenêtres météorologique qui ont permis l'observation d'individu

remarqué que les mesures de températures et d'humidité sont très variables selon les années pour les contacts directs faits. Cette observation amènerait à dire qu'à ce jour l'espèce n'a pas d'exigence spécifique en ce qui concerne ces deux facteurs. En 2018 le vent est très favorisé ceci s'explique par le fait que peu de lézard ocellé ont été contacté sur différents sites mais 12 ont été contactés le même jour ou le vent soufflait à 9 c'est pourquoi la médiane se situe sur cette mesure. La placette où ont été contactés les 12 individus est munie de beaucoup de cachettes il est possible que le ressenti du vent n'était pas le même si les individus étaient à l'abri. On constate que pour les années 2017 et 2019 les médianes se situent plus ou moins sur des emplacements similaires. Sur les 3 années les médianes de la nébulosité se situent sur 1, ce qui montre que la luminosité est importante pour

observer l'espèce. Ces résultats confirment que les deux facteurs vent et nébulosité sont importants à prendre en compte lors des choix des journées de prospections par l'observateurs.

3.5 Placettes et faciès

3.5.1 Utilisation des faciès

La distribution des placettes sur les faciès est en majorité situé sur la dune grise étant donné que c'est l'habitat dit préférentiel de l'espèce. L'un des objectifs est d'étudier l'évolution de l'habitat favorable de l'espèce face aux intempéries (cf, Figure 20).

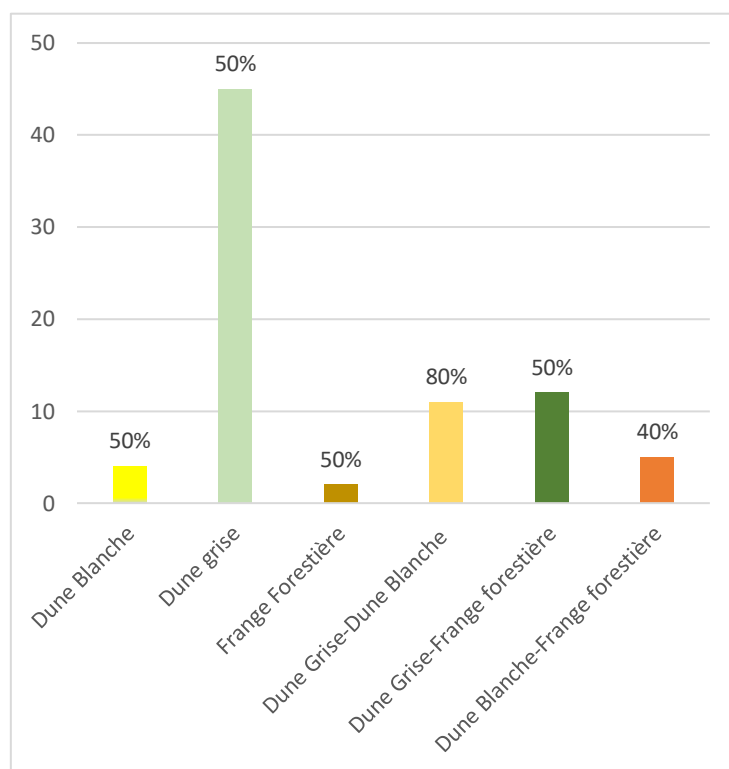


Figure 20. Distribution des placettes sur les différents faciès et pourcentage d'utilisation en 2019

Néanmoins le graphique ci-dessous montre que tous les faciès sont utilisés par l'espèce. Cela ne confirme pas que l'espèce vit en permanence sur les faciès mais par contre qu'elle les utilise au moins pour se déplacer.

Bien que les probabilités d'utilisation soient plutôt élevées pour chaque placette, il faut relativiser ce résultat. Le nombre de placette pour chaque faciès est assez faible dans la plupart des cas. Ces chiffres ne sont pas représentatifs de la réalité. Cependant il est remarqué que pour chaque faciès présentant des caractéristiques de la dune grise le taux d'utilisation est plus élevé. 50 % des placettes situées en dune grise sont occupées par l'espèce. De plus sur 11 placettes situées en zone de transition entre la dune grise et la dune blanche 80% sont utilisées, il faut savoir que c'est souvent sur ce milieu que l'on rencontre des blockhaus également. Sur 10 placettes situées entre la dune grise et la frange forestière 50 % sont utilisées. Bien que le nombre de placettes reste faible ces chiffres sont intéressants, cela peut confirmer une préférence des caractéristiques du milieu de la dune grise. Le nombre de placette situées en dune blanche et frange forestière est trop faible pour être interprété.

Les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une différence significative de température entre au moins un des faciès dune grise, dune blanche et frange forestière (Kruskal et Wallis, Température : p-value < 2.2e-16 ; Humidité : 4.823e-13). Le test se déroule sur la période du 26/04 2017 au 24/04 2018. (cf [Tableau 1](#))

Tableau 2 Comparaison des médianes de température et du taux d'humidité relative entre les différents faciès.

*DG : Dune grise

*FF : Frange forestière

*DB : Dune blanche

	DG	FF	DB
Médiane température	14.05	13.642	18.866
Médiane Humidité	85.985	86.668	NA

La dune blanche reflète un milieu plus chaud, l'humidité n'a pas pu être testée car la station n'a pas enregistré les relevés sur une longue partie de la période. La frange forestière et la dune grise se ressemblent au niveau des médianes de température.

3.5.2 Résistance aux fluctuations climatiques

Il y a une différence significative des températures et de l'humidité entre les années sur la placette (Wilcoxon, Humidité : V = 0, p-value < 2.2e-16 ; Température : V = 3016, p-value < 2.2e-16). Il est constaté qu'en 2017 la température était significativement plus basse qu'en 2018 alors que l'année est caractérisée comme plus chaude ce phénomène est étonnant. La comparaison des médianes (cf. [Tableau 3](#)) relève une amplitude de 4,123 °C sur le milieu entre les 3 années. Il semblerait que les conditions météo subissent par l'espèce depuis 2017 ne l'ai jamais poussée à disparaître ou à migrer ailleurs. La détection de cette placette paraît optimale malgré les aléas. Il est possible que cela soit dû à la qualité de l'habitat qui permet à l'espèce d'obtenir un panel de microclimat (KENEETH, 2016)

Tableau 3. Comparaison des médianes de températures et du taux d'humidité relative entre les différents faciès

	DG 2017	DG 2018	DG 2019
Médiane température	79.1448	80.54	80.54
Médiane humidité	13.209	17.332	16.28



Figure 21. Placette LO_40_20

3.6 Modèles d'Occupation à 1 saison

Le classement des modèles en fonction de leur critère d'AICc (cf. [Tableau 4](#)) fait ressortir 5 modèles présentant un niveau élevé de soutien empirique ($\Delta < 4$). Le modèle Psi(terriers, p(nuage+visite) (cf. [Tableau 2](#)) figure comme

le modèle « le meilleur » parmi les candidats étant donné que le poids (AICwgt) est plus important sur ce modèle. Cependant la p valeur = 0.87 et le C_hat = 0.26). L'ajustement du Chi² n'est pas optimum, il existe donc une sur-dispersion ou un manque d'ajustement dans ce modèle.

Tableau 4. Classement des modèles en fonction du critère d'AIC

	AIC	delatAIC	AIC wgt
Psi(terriers),p(nuage+visite)	249.50	0.0	0.4024
Psi(pbbk),p(nuage+visite)	250.83	1.33	0.2069
Psi(terriers),p(visite)	251.28	1.78	0.1652
Psi(terriers),p(vent+visite)	252.66	3.16	0.0829
Psi(pbbk+visite)	252.82	3.32	0.0765

*pbbk : pierres,béton et blokhaus

Tableau 5. Probabilité d'occupation (psi) et probabilité de détection (p) du modèle Psi(terriers,p(nuage+visite)

modèle	P	Psi
Psi(terriers), p(nuage + visite)	0.56	0.65
	0.89	
	0.83	

La probabilité de détection augmente fortement à partir de la 2^{ème} visite, 89 % de probabilité de détecter l'espèce en mai et 82 % en juin lorsque celle-ci est présente, contre 56 % en avril. Ces chiffres montre qu'en avril le lézard était encore très discret, à partir du mois de mai l'espèce est entré dans son pic d'activité. La probabilité d'occupation est de 65 % sur l'intégralité des placettes, ce qui veut dire que 65 % des placettes sont occupées par l'espèce cette année (cfTableau 5).

3.7 Modèle d'occupation multi-saison

Le classement des modèles en fonction de leur critère d'AICc (cf.Tableau 6) fait ressortir 3 modèles présentant un niveau élevé de soutien empirique (delta < 4). Le modèle retenue est psi,gamma(),eps(),p(nuage +visite) car il détient l'AIC le plus petit, le meilleur AICwgt et les meilleures ajustement qui est c-hat = 0.9 et p-value = 0.58

Tableau 6. Classement des modèles en fonction des critères d'AIC

	AIC	deltaAIC	AIC wgt
Psi,gamma(),eps()p(nuage+visite)	772.44	0	0.4493
Psi,(pierre)gamma(),esp(),p(nuage+visite)	773.86	1.42	0.2209
Psi,(pierre),gamma(),eps(),p(nuage+visite)	774.30	1.86	0.1773

Tableau 7. Probabilité d'occupation (psi), probabilité de colonisation (gamma), probabilité d'extinction (eps) et probabilité de détection (p) du modèle Psi,gamma(),eps(),p(nuage+visite)

modèle	P	Psi	Gamma	Epsilon
Psi(gamma(),eps()p(nuage+visite)	0.38	0.62	0.30	0.26
	0.66			

	0.57			
	0.66			
	0.69			
	0.70			
	0.51			
	0.87			
	0.80			

*La couleur jaune symbolise la première visite, en vert la seconde et noir la troisième.

Il est remarqué que depuis 2017 la probabilité de détection tend à augmenter. De 66 % de probabilité de détection sur la deuxième session, meilleur score obtenue en 2017 à 70 % sur la troisième session en 2018 sur le troisième passage et 87 % sur le deuxième passage en 2019.

La probabilité d'occupation de la zone d'étude est à ce jour de 62%. Ce qui veut dire que 62 % des placettes sont occupées par l'espèce. La probabilité de colonisation est de 30 %, soit 30% des placettes serait occupées aujourd'hui alors qu'elle ne l'était pas en 2017. Et enfin la probabilité d'extinction de l'espèce est de 26 %, ainsi 26 % des placettes occupées en 2017 ne le serait plus aujourd'hui. Il est constaté que les probabilités de détection et d'occupation sont proche de celles énoncées précédemment dans le modèle à une saison bien que celui-ci soit mal ajusté (cf [Tableau 7](#)).

4 Discussion

4.1 Positionnement des placettes et déplacement, limite du protocole

Avoir positionné les placettes sur l'intégralité des faciès du cordon dunaire semble primordiale. Le fait que la totalité des sites ne soit pas caractérisés pour être favorable à l'accueil du lézard ocellé permettra au fil du temps de valider des hypothèses portant sur l'écologie de l'espèce. De plus la dune grise est un habitat vulnérable, sa disparition impose à l'espèce de s'adapter et d'utiliser d'autres habitats pour survivre. L'apparition du lézard ocellé sur un habitat qui est dit défavorable permettrait de conclure à un changement écophysologique soumis par une modification importante des paramètres climatiques comme la hausse des températures. Le fait de déplacer les placettes lorsque celles-ci ont été modifiées au niveau de leur structure végétale par les aléas climatiques ou anthropiques (ex : construction parking) implique une connaissance morphologique des différentes placettes originelles afin de replacer la placette sur le faciès similaire et de ne pas biaiser le protocole. Bien que chaque année le stagiaire relève les différents paramètres environnementaux qui permettent de caractériser l'habitat, ces données sont trop subjectives pour que le nouveau stagiaire puisse s'appuyer dessus et déterminer s'il doit déplacer la placette. Afin d'éviter tout biais éventuel, la prise de ces paramètres ainsi que le choix des déplacements des placettes devrait être prise par le stagiaire accompagné de son maître de stage pour chaque placette. Cela pourrait être réalisé en mars, avant le commencement du suivi. Le but n'est pas de contacter l'espèce, mais seulement de vérifier l'état des placettes et de les déplacer si cela est nécessaire, les observateurs resteront peu de temps sur les placettes ce qui leur permettra d'avancer plus vite. De plus cette phase permettra au stagiaire de s'approprier le terrain et de mieux connaître les exigences de l'espèce avant de commencer les sessions de prospection. Ce qui devrait être bénéfique pour le taux de succès de détection de l'espèce. En partant de cette nouvelle initiative il

serait plus facilement envisageable d'étudier l'évolution des morphologies des faciès et ainsi pouvoir conclure à une perte d'habitat favorable lié aux aléas climatiques.

4.2 Les stations météorologiques

Cette année de nombreuses stations météo ont dû être changées pour cause de dysfonctionnement. Quelques périodes de données sont donc manquantes sur les 3 ans de suivi. La vérification de chaque station à la fin de la saison permet de changer les stations qui ne fonctionnent plus lors de la période de saison. Vérifier la validité de chaque station à la fin de la première session permet de changer au plus vite celles qui ont connu des difficultés durant l'hiver.

L'existence du gradient humidité entre le nord et le sud avait déjà été évoquée en dans le rapport de 2017, il mettait en évidence des hivers bien distincts (LAVAGNA, 2017). Il serait intéressant de réaliser un test prenant toutes les stations météo afin de voir s'il existe un écart progressif ou si celui-ci est brutal. Il est probable que ce gradient soit la cause d'une diminution des observations directes dans le département des Landes pour les années 2018 et 2019. Peut-être que les hivers trop rudes ont contraint les Lézard ocellés à trouver des milieux plus secs pour hiberner. Cependant comme énoncé dans les résultats le trait de côte de du Littoral aquitain est localement très anthropisé. De nombreux obstacles peuvent faire barrage à la colonisation de l'espèce. Au sein du programme sentinelle du climat une thèse en géographie nommé « Modéliser les effets spatio-temporels du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine » a été intégrée en 2018. Ce travail vise à mettre en place des indices paysagers issus de carte satellite et de données récoltées lors des suivis pour étudier l'occupation du sol afin de mettre à l'écart les possibilités que les observations d'extinction ou de colonisation obtenues lors des suivis des espèces sentinelles soit dû à la modification du paysage à proprement parlé (LOBRY, 2018). Lorsque ce travail sera réalisé il sera possible de voir visuellement les obstacles qui mettent un barrage à l'expansion du lézard ocellé.

Le résultat de comparaisons des stations météo situé à 10 cm et celles situé à 1m50 du sol montre qu'il existe une différence significative dans l'enregistrement des données. Les relevés météo doivent être le plus précis possible pour comprendre au mieux les répercussions sur l'espèce. Il serait judicieux d'abaisser toutes les stations météo afin d'étudier au plus près les ressentis du lézard.

Les résultats de la comparaison de la météo entre les 3 années de prospections montrent que chaque année fut différente. L'analyse sur la météo ressentit sur un habitat favorable le confirme aussi. Il serait intéressant de réaliser un test prenant en compte toutes les stations météo afin de voir si les écarts peuvent être plus importants sur différents habitats en fonction des années. Cela pourrait mettre en relief l'existence de micro-habitats peut être corrélé avec la présence de l'espèce.

4.3 Répartition

Les résultats d'observation sur certains secteurs ne sont pas du tout représentatifs de la répartition de l'espèce. Par exemple depuis le début du suivi aucun Lézard ocellé n'a été contacté sur les placettes de Tarnos alors que nous savons que la population y est importante étant donné le nombre d'individus contacté sur le chemin entre les placettes. Ceci s'explique par le fait que de nombreuses pierres sont disposés sur la dune ainsi que la présence de blockhaus enterrés, les individus ont une attirance pour le substrat rocheux ce qui explique pourquoi ils sont moins concentrés sur le reste de la dune. Pareillement au nord de la Gironde qui semble être une zone avec quasi aucune présence, des traces et individus ont été observés aux abords des placettes, ce qui prouve bien leurs présences dans le secteur. Cela nous fait comprendre que dans le cadre d'une recherche sur la répartition de l'espèce, un échantillonnage strictement aléatoire n'est pas adapté étant donné que la présence de l'espèce n'est pas aléatoire.

Bien que l'acquisition de la répartition de l'espèce ne soit pas un des objectifs du suivi sentinelle, l'observation de la dynamique des noyaux de population l'est. Il serait favorable d'intégrer le noyau de population présent à Tarnos pour intégrer cette population au suivi.

Pour prendre un maximum d'individus en compte et se rendre compte de toutes les méta- populations existantes il serait plus intéressant de travailler avec des transects longeant le trait de côte sur les différents faciès. Cependant cela semble irréalisable étant donné qu'il y aurait près de 230 km à parcourir, cela est trop chronophage. Le système de quadrat permet néanmoins une fiabilité forte au niveau de la détection, l'observateur peut prospecter en toute discrétion en restant en dehors de la placette car le milieu reste à taille humaine. La dimension de la placette permet une prise en compte des caractéristiques plus facile ce qui permet de mieux connaître l'écologie de l'espèce, ses besoins en termes d'habitat.

4.4 Présence et indices de présence

Bien que les trois années soient significativement différentes, l'année 2017 ressort comme plus sèche que 2018 et 2019. Au vu des moyennes d'indice d'observation qui prouvent une différence distincte du nombre d'observation entre 2017 et les deux autres années, il semblerait que des conditions de sécheresse trop importante nuiraient à l'observation de l'espèce. Le fait que l'observateur de 2017 ait vu plus d'individus (observations directes) par rapport aux deux années ne prouvent pas que la détection était plus importante en 2017 car dans cette logique le nombre d'observations indirectes devrait être plus important aussi, ainsi la moyenne d'indice d'observation aurait dû s'approcher de celle de 2018 et 2019. Il semblerait qu'en 2017 les individus étaient moins actifs et donc ont laissé moins de traces sur leurs passages. Une étude réalisée au Mexique a montré que lors de forte chaleurs les lézards étudiés ne pouvaient pas réaliser leurs activités journalières de risque d'atteindre la surchauffe et qu'ils se retiraient dans des abris frais pour éviter une exposition extérieure dangereuse (SINERVO ET AL, 2010). Il est possible qu'en 2017 les Lézards ocellés aient adopté ce comportement.

4.5 Détectabilité

Les graphiques des optimums de détection ont montré une grande variabilité des facteurs climatiques en particuliers sur l'année 2017. Alors que les prospections se sont faites dans plus ou moins des périodes temps et horaires similaires sur les trois années. Ces grandes différences au niveau des facteurs température et humidité sont très surprenantes. Surtout en 2017 qui est l'année la plus chaude des trois et qui pourtant représente des individus observés dans les de plus faibles températures que 2018 et 2019 et plus haut taux d'humidité relative. A la différence de 2018 et 2019, les relevés climatiques de 2017 ont été prélevé du site météo France. Il est possible que la météo fût différente au moment de l'observation. L'anémomètre est plus fiable et précis, il serait plus judicieux de continuer à l'utiliser pour relever les données de températures et d'humidité.

Pareillement, l'exemple de la prise de la mesure du vent a montré que en prenant la mesure à hauteur humaine, il était possible de s'éloigner du ressenti de l'espèce. La prise de chaque facteur (température, humidité et vent) devrait être faite proche du sol lorsqu'aucun lézard est absent et à l'emplacement de l'individu lorsque celui-ci est présent. Cette méthode permettrait d'éviter la suspicion de possible biais pouvant se former au cours du temps comme vue lors de l'analyse des optimums de détection.

En 2017 la diminution d'observations d'individu entre la première période et la seconde pourrait être une réponse à la hausse des températures. Etant donné que 2017 fut l'année la plus représentative du réchauffement climatique prédit. Il serait intéressant de voir si ce phénomène se reproduit dans un contexte climatique similaire à 2017.

4.6 Utilisation des faciès

Le graphique des différents faciès montre que l'espèce utilise tous les faciès mais à tendance à coloniser les milieux caractérisés par de la dune grise. De toute évidence en se basant sur l'observation d'indice indirects un milieu trop végétalisés ne permettrait pas leurs détections. En effet les milieux ouverts ressortent car le sable permet de laisser des empreintes. Ce n'est pas le cas lorsque le milieu est recouvert de lichens, ou d'épine de pins. De plus en frange forestière l'observateur est moins discret et a besoin de se déplacer davantage pour prospecter tout le périmètre aux jumelles. Cette année un juvénile a été observé à plus de 300 m de la dune en lisière forestière ainsi qu'un adulte à 2 km. En 2017 un juvénile a été observé à 600 m des dunes également dans la frange forestière (LAVAGNA, 2017). En 2018 et 2017 deux adultes ont été contactés sur la réserve naturelle de l'étang de Cousseau situé elle aussi à 2 km de la dune. A ces observations s'ajoute la détection de traces sur les chemins forestiers et pare-feux, ainsi que le témoigne d'agents de l'ONF assurant avoir vu l'espèce près de coupes rases. Suite à toutes ces observations il semblerait qu'une activité est présente en frange forestière, bien que ce milieu soit évité par l'espèce d'après la littérature. Cette année une station météo et une placette ont été ajoutée sur la réserve naturelle de l'étang de Cousseau afin de voir si des individus étaient de nouveau observés. Les gestionnaires ont été formés à la prospection de l'espèce à travers le protocole utilisé pour le suivi sentinelle. Aucune observation n'a été réitérée sur la placette mais une trace a été relevée sur un chemin forestier. Il serait intéressant de récupérer les données météo et de voir si le climat est différent que sur les faciès dunaires ce qui pourrait être la raison de la venue de l'espèce. Cependant l'ajout de cette placette reste isolé de la zone d'étude. Il serait intéressant d'ajouter quelques placettes en frange forestière aux abords des coupes rases de part et d'autre du littoral afin de voir si ces observations sont réalisées sur d'autres secteurs. Dans le cadre des sentinelles du climat cela pourrait expliquer une adaptation écophysologique de la part de l'espèce suite à des destruction d'habitat ou des hausses de températures. Il est aussi possible que cela montrerait l'existence de populations reliques au sein de la forêt de production. Historiquement la dune s'étendait beaucoup plus loin dans les terres, c'est uniquement au XIX^{ème} siècle que la forêt des Landes de Gascogne fut plantée (PEES, 1970). Des individus ou reliquat de populations ont pu perdurer au sein de clairières.

Les résultats sur les températures subit par la dune grise montrent qu'il y a effectivement une différence significative de températures entre les 3 années mais que pour autant l'espèce n'avait pas été moins détectable. Ce phénomène a peut-être une explication. Une plus habitat complexe abritant une diversité de substrat (pierres, sable nu, branchage etc) constitue un plus grand potentiel de régulation précise des températures préférées. Les possibilités accrues de thermorégulation contribuent à améliorer la condition physique des organismes dans un habitat complexe (FOX, 1978; HUEY, 1991; SMITH ET BALLINGER, 2001), car des environnements thermiques de meilleure qualité réduisent les coûts, tout en augmentant la précision de la régulation (BLOUIN-DEMERS ET NADEAU 2005). La disponibilité d'une variété de températures environnementales facilite le choix thermique dans le contexte d'autres besoins concurrents concernant la microstructure de l'habitat (GOLHER, GOLHER AND FRENCH, 2014). Lors de la prise des relevées température à Infra rouge, lorsque un lézard était détecté pour le travail pour l'étude écophysologique sur les optimums thermique, il a été remarqué que sur un même habitat et sur une petite surface les températures variaient très fortement, par exemple lors d'une observation en 2019, il a été relevé une mesure de 34,4 °C sur le dessus d'une pierre occupée et une mesure de 20.8°C dans le gîte de l'individu. Le fait d'apercevoir systématiquement les Lézards ocellés sur des substrats de type blockhaus et pierres valide cette hypothèse cela montre qu'il existe une amplitude importante permettant au lézard de mieux thermoréguler, d'où la raison de l'occupation du milieu par l'espèce.

4.7 Modèles d'occupation

Le modèle d'occupation à une saison réalisé pour l'année 2019 est à améliorer étant donné que le $c\text{-hat}$ n'est pas proche de 1. Cette valeur proviendrait du fait qu'il y est un trop grand nombre de 0 probablement au sein des covariables utilisés. Les 65 % d'occupation, sont donc à relativiser.

Le modèle d'occupation à multi saison, montre une progression de la détection de l'espèce en fonction des années. La probabilité de détection de 2017 est significativement plus faible qu'en 2018 et 2019. Ce constat montre qu'il existe un biais dans le protocole. Il serait judicieux de temporiser ce phénomène en modifiant le heures de prospections avec le ressenti du terrain. Lors d'une année sèche comme celle de 2017, les prospections pourraient se dérouler plus tôt à l'aube, les lézard s'abreuvent au moment de la rosée les chances de rencontre avec l'espèce serait plus optimales. On remarque que le taux de colonisation (égale à 30%) et celui de l'extinction (26 %) sont proche. Cela peut montrer qu'il y a eu un abandon de placette pour d'autres et donc une migration des individus. Dans un certain sens ce constat permet de temporiser le résultat tant qu'à ces deux phénomènes.

2. Conclusion et perspectives

Au vu des résultats des 3 ans de suivi par placette, il semblerait que les populations ne soient pas en train de régresser de part et d'autre du littoral. La probabilité d'occupation à travers le modèle du multi saison indique une occupation de 62 % alors qu'elle était de 57 % en 2018 et 55 % en 2017. Une progression de 5 % est encourageante mais pour le moins étonnante. En effet il est possible que le déplacement des placettes au cours des 3 ans ont été déplacés sur des milieux plus favorables à l'espèce qui ne ressemblaient pas au milieu originel de 2016. Il serait intéressant de réaliser un modèle multi saison en supprimant les placettes déplacées. Les indices d'observation montrent une progression positive des contacts avec l'espèce. L'arrivée de prochains noyaux de population est envisageable notamment à Mimizan et sur la commune du Verdon-sur-mer. Logiquement la présence de lézard Ocellé sur ces deux communes indique que les conditions climatiques sont favorables pour l'espèce, certaines placettes situés aux abords sont décrites comme favorable à l'accueil de l'espèce. Il n'y a pas de raison pour que l'espèce ne colonise pas les communes voisines, si les prochaines années ne montre pas cette tendance il serait utile de chercher les raisons de l'absence de l'espèce. Le modèle d'abondance n'a pas pu être réalisé cette année les observations d'individus sont trop faible < 30 pour pouvoir obtenir un intervalle de confiance correct.

Cependant on se rend compte que le suivi des placettes ne se suffit pas à lui seul pour mettre en évidence des pressions climatiques exercées sur l'espèce. Le nombre de contact avec les individus sont trop faible chaque année (< 30) pour conclure à des exigences provenant de l'espèce sur les facteurs climatiques. Etant donné que les contextes météorologiques ont été différents chaque année, il est difficile de comparer les résultats pour conclure à un affinage de la détectabilité. Il serait intéressant de continuer à explorer des hypothèses en travaillant sur d'autres éléments pouvant expliquer les absences et les présences de l'espèce, les amplitudes entre le jour et la nuit pourrait être une piste.

Le manque de donnée d'observation directes rend difficile la mise en corrélation avec les facteurs climatiques relevées sur le terrain par l'anémomètre ou par les stations météo. La prise en compte des observations indirectes est toujours un risque avec la possible confusion avec d'autres espèces, notamment le Lézard à deux raies. Le travail sur les optimums thermique réalisé dans le cadre de la thèse de Florèn Hugon permettra de mieux de répondre à cette problématique.

Bien qu'il soit encore tôt pour montrer à une pression climatique sur le lézard ocellé, étant donné qu'il faut attendre les résultats des travaux en cours ainsi que l'acquisition de données sur un pas de temps plus long. La menace du réchauffement climatique est bien présente pour le lézard ocellé. La prédiction du la montée du niveau de l'eau, et l'augmentation des tempêtes accentue le risque de la destruction d'habitat. La dernière actualisation du rapport de

l'observatoire Aquitain conclut à une hausse globale de ces valeurs, et fait état de reculs moyens de 2,5 m/an en Gironde et de 1,7 m/an dans les Landes. Sur la côte sableuse (de la Pointe du Médoc à l'embouchure de l'Adour), l'érosion chronique ainsi estimée est de l'ordre d'en moyenne 20 et 50 mètres respectivement pour les horizons 2025 et 2050, à laquelle s'ajoute un recul lié à un événement majeur en général de l'ordre de 20 mètres (BRGM, 2016). En comparant la carte des prédictions des zones d'érosion d'ici 2050 avec celles des noyaux de population de Lézard ocellé, on se rend compte que deux noyaux de population se trouvent à ce jour situés sur une zone à fort risque d'érosion (voir Figure 22 et Figure 23).

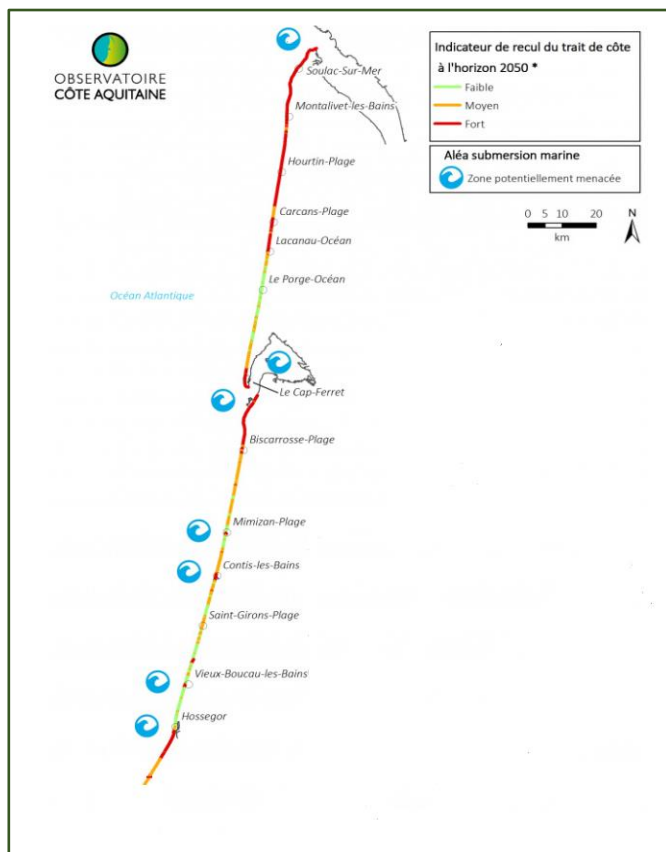


Figure 22. Carte du risque d'érosion dunaire d'ici 2025-2050 (Observatoire du littoral d'Aquitaine, 2019)

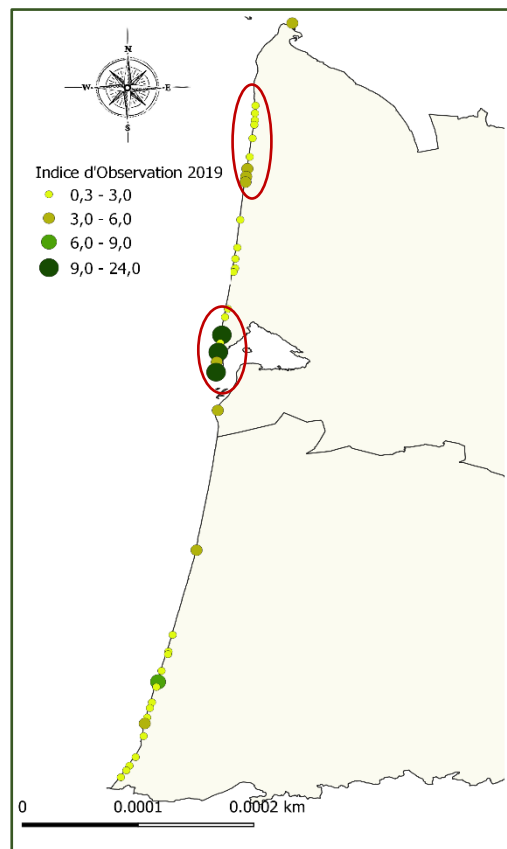


Figure 23. Distribution des noyaux de population de Lézard Ocellé en 2019

Bien que Biscarrosse ne rentre pas dans la zone d'étude, le programme réalisé par Cistude Nature en 2011 avait mis en avant l'existence d'une forte population. Lacanau est aussi une zone à haut risque d'érosion, bien que les indices d'abondance ne soit pas excessif en 2019 de nombreux indices d'observations indirectes ont été observés hors des placettes sur la dune ainsi qu'en frange forestière. Suite aux observations réalisés de Lézard ocellé en frange forestière depuis plusieurs années, il serait intéressant de travailler en collaboration avec l'ONF dans le but de réaliser un plan stratégique de protection de l'espèce. L'objectif serait de mettre en place des coupes rases en corrélation avec la présence de l'espèce pour qu'en cas de destruction d'habitat certains individus soient protégés en arrière de la dune.

Un premier entrevu sur le terrain a été réalisé cette année avec un agent de l'ONF de Lacanau, Benjamin Syren. Sensible à la protection du reptile, il souhaite collaborer avec Cistude Nature pour ce qui est de la détection des individus en frange forestière. Cette phase sera la première étape à réaliser afin de choisir les milieux où seront réalisées les coupes rases.

5 Index

Dune blanche : Habitat que l'on retrouve à la suite de la dune embryonnaire ou plage caractérisée par une forte présence de sable plus de 70 %. On retrouve des espèces comme l'Oyat, le panicaut maritime et l'euphorbe maritime sur ce faciès.

Dune grise : Habitat caractéristique du milieu dunaire renfermant une végétation fixatrice du sable type immortelle des dunes, Armoise de l'Oyd. Un tapis de lichens se forme régulièrement donnant un aspect gris à ce milieu. La présence d'une strate buissonnante est possible, avec notamment la présence de ronciers, arbousiers ainsi que la présence de bosquets de pins maritimes, chênes verts et chênes lièges. Moins de 50 % de sable nu est visible sur ce faciès. Ce milieu précède la dune blanche

Faciès dunaire : Correspond à un des types de milieux (dune grise, dune blanche et frange forestière) retrouvé sur le cordon dunaire

Frange forestière : Habitat que l'on retrouve suite à la succession de la dune grise, il forme le premier le passage à la forêt de production. Caractérisé par une strate arborescente et arbustive (arbres > à 6 mètres de hauteur). L'accès à la lumière est très restreint ainsi que la présence de sable nu qui est < à 30 %.

Indice d'observation : Nombre d'observations totales / nombre de passage

Placette : Correspond à un site d'étude

6 Bibliographie

- Araújo, M. B.; Thuiller, W.; Pearson, R. G. Climate Warming and the Decline of Amphibians and Reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* **2006**, *33* (10), 1712–1728. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01482.x>. Goller, M.; Goller, F.; French, S. S. A
- Heterogeneous Thermal Environment Enables Remarkable Behavioral Thermoregulation in *Uta Stansburiana*. *Ecology and Evolution* **2014**, *4* (17), 3319–3329.
- Berroneau M. 2012 - Guide technique de conservation du Lézard ocellé en Aquitaine. Association Cistude Nature, Le haillan, Gironde, France.
- Blouin-Demers, G.; Nadeau, P. The Cost–Benefit Model of Thermoregulation Does Not Predict Lizard Thermoregulatory Behavior. *Ecology* **2005**, *86* (3), 560–566.
- Bozinovic, F.; Pörtner, H.-O. Physiological Ecology Meets Climate Change. *Ecol Evol* **2015**, *5* (5), 1025–1030. <https://doi.org/10.1002/ece3.1403>.
- Busack S. Visnaw J. A 1989 Observations on the natural history of *lacerta lepida*
- BRGM. Littoral aquitain : de nouvelles projections de l'érosion jusqu'en 2050 | BRGM <https://www.brgm.fr/actualite/littoral-aquitain-nouvelles-projections-erosion-jusqu-2050> (accessed Aug 28, 2019).
- Ceballos, G.; Ehrlich, P. R.; Barnosky, A. D.; García, A.; Pringle, R. M.; Palmer, T. M. Accelerated Modern Human–Induced Species Losses: Entering the Sixth Mass Extinction. *Sci. Adv.* **2015**, *1* (5), e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>.
- Conservation Nature. Différents types d'espèces considérés en biologie de la conservation <http://www.conservation-nature.fr/article1.php?id=149> (accessed Aug 28, 2019).
- Ceballos, G.; Ehrlich, P. R.; Dirzo, R. Biological Annihilation via the Ongoing Sixth Mass Extinction Signaled by Vertebrate Population Losses and Declines. *Proc Natl Acad Sci USA* **2017**, *114* (30), E6089–E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>.
- Cheyland, M.; Grillet, P. Statut Passé et Actuel Du Lézard Ocellé (*Lacerta Lepida*, Sauriens, Lacertidés) En France. Implication En Termes de Conservation. *Vie et milieu* **2005**, *55* (1), 15–30.
- Doré F. ; Cheylan M. ; Grillet P. (2014). *Le Lézard ocellé : Un géant sur le continent européen*. Biotope Editions.
- DORE, F.; GRILLET, P.; THIRION, J.-M.; BESNARD, A.; CHEYLAN, M. Premiers Résultats d'un Suivi à Long Terme Sur Une Population de Lézard Ocellé *Timon Lepidus* Sur l'Île d'Oléron. *Revue d'écologie* **2011**.
- Fox, S. F. Natural Selection on Behavioral Phenotypes of the Lizard *Uta Stansburiana*. *Ecology* **1978**, *59* (4), 834–847.
- Huey, R. B. Physiological Consequences of Habitat Selection. *The American Naturalist* **1991**, *137*, S91–S115.
- Huey Raymond B.; Kearney Michael R.; Krockenberger Andrew; Holtum Joseph A. M.; Jess Mellissa; Williams Stephen E. Predicting Organismal Vulnerability to Climate Warming: Roles of Behaviour, Physiology and

Adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **2012**, 367 (1596), 1665–1679.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0005>.

Kannan, R.; James, D. A. Effects of Climate Change on Global Biodiversity: A Review of Key Literature. 9.

Kenneth Dodd Jr C., (2016). Reptile Ecology and Conservation. A handbook of Techniques. 2015956170. 443 p.

Lavagna M. (2017). Suivi du lézard ocellé sur le littoral aquitain dans le cadre du programme sentinelles du climat. Cistude Nature, Le haillan, France, 44 p

« Le Lézard ocellé – Un site dédié au plus grand Lézard de France ». Consulté le 28 août 2019. <http://lezard-ocelle.org/>.

Lemauiel, S. Les Dunes Grises Des Cotes Atlantiques : Fonctionnement, Dynamique Potentielle, Principes de Gestion Conservatoire et Processus de Restauration. thesis, Rennes 1, 2000.

Les risques côtiers - Observatoire de la Côte Aquitaine ». Consulté le 28 août 2019. <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Les-risques-cotiers-53>.

« Les Sentinelles du Climat ». Portail général. 2019. <https://www.sentinelles-climat.org/>.

Le Treut, H. (2013). *Les impacts du changement climatique en Aquitaine: un état des lieux scientifique*. Pessac, France: Presses universitaires de Bordeaux : LGPA-Editions.

Lobry, Emmeline, Fanny Mallard, et Laurent Couderchet. Programme les sentinelles du climat. Tome V: Prise en compte des éléments paysagers dans la modélisation des répartitions des espèces sentinelles du climat, 2018.

Lourdais, O., & Miaud, C. (2016). *Protocoles de suivi des populations de reptiles de France, POPReptiles*. Société Herpétologique de France.

MacKenzie, D. I.; Nichols, J. D.; Lachman, G. B.; Droege, S.; Andrew Royle, J.; Langtimm, C. A. Estimating Site Occupancy Rates When Detection Probabilities Are Less than One. *Ecology* **2002**, 83 (8), 2248–2255.

Mallard, Fanny. Programme les sentinelles du climat. Tome I: Développement d'indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine, 2016

Part, B. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability. **2014**.

PEES, A. Un Grand Dessein National: L'aménagement de La Côte Aquitaine. *Revue Forestière Française* **1970**.

Royle, J. A.; Nichols, J. D. Estimating Abundance from Repeated Presence–Absence Data or Point Counts. *Ecology* **2003**, 84 (3), 777–790.

Rugiero, L.; Milana, G.; Petrozzi, F.; Capula, M.; Luiselli, L. Climate-Change-Related Shifts in Annual Phenology of a Temperate Snake during the Last 20 Years. *Acta oecologica* **2013**, 51, 42–48.

Smith, G. R.; Ballinger, R. E. The Ecological Consequences of Habitat and Microhabitat Use in Lizards: A Review. *Contemporary Herpetology* **2001**, 3, 1–37

Sinervo, B.; Mendez-de-la-Cruz, F.; Miles, D. B.; Heulin, B.; Bastiaans, E.; Villagran-Santa Cruz, M.; Lara-Resendiz, R.; Martinez-Mendez, N.; Calderon-Espinosa, M. L.; Meza-Lazaro, R. N.; et al. Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science* **2010**, 328 (5980), 894–899.
<https://doi.org/10.1126/science.1184695>.

Smith, G. R.; Ballinger, R. E. The Ecological Consequences of Habitat and Microhabitat Use in Lizards: A Review. *Contemporary Herpetology* **2001**, *3*, 1–37

Thirion J.M & Grillet P. 2002 Le lapin de garenne, une espèce clé dans nos écosystèmes. *Le courrier de la Nature* 202 : 21-23.

ANNEXE I : Fiche relevé : Caractéristiques placette et covariables de site

Tableau 8. Exemples de notation d'une fiche relevé : Caractéristiques placette et covariables de site

[illegible]

ANNEX III : Protocole Optimum Thermique



-  : 5 mesures à prendre sur différente partie du corps de l'espèce ou sur le substrat qu'il touche
-  : 5 mesures à prendre sur les différents substrats présents autour de l'espèce dans un cercle de 1 mètre de diamètres
-  : 5 mesures à prendre sur les différents substrats présents autour de l'espèce dans un cercle de 10 mètres de

Figure 18. Schématisation d'une prise de mesure de températures selon le protocole F. d'Amico

Résumé

Les effets du changement climatique se font de plus en plus ressentir. Les prévisions obtenues par différents organismes (GIEC, BRGM) démontrent une réelle modification des paramètres environnementaux et du paysage. La biodiversité est aujourd'hui très vulnérable, le couplage des activités anthropiques dérangeantes (urbanisation, agriculture intensive, industrialisation, déforestation, etc.) et de la modification climatique planétaire la menacent très fortement. Actuellement la réponse de la biodiversité face à ce dérèglement est encore très peu connue. Ce rapport s'intègre dans le cadre du programme « Sentinelle du Climat », réalisé par Cistude Nature (association de protection de la nature) sur la période 2016-2021. Il tente de répondre à une hypothèse de recherche « les effets du changement climatique sur la biodiversité peuvent être étudiés à partir d'indicateurs, utilisant des espèces ou groupes d'espèces spécialistes qui ont des capacités de déplacements faibles et d'évolutions lentes » (Mallard, 2016). Chaque suivi fait l'objet d'une espèce ou d'un groupe d'espèces indicateurs du milieu ciblé, ces espèces sont appelées sentinelles. L'objectif est de pouvoir prédire les adaptations de la biodiversité à l'échelle de la Nouvelle Aquitaine.

Ce rapport traite du suivi du Lézard ocellé, espèce sentinelle du milieu dunaire de la côte atlantique. L'espèce a été choisie car comme tout reptile, il s'agit d'une espèce ectotherme qui dépend des facteurs climatiques pour maintenir son activité biologique. D'autre part, les reptiles ont une faible capacité de dispersion et représentent donc de bons modèles quant au seuil d'acceptation de modification abiotique. Le suivi 2019 marque l'arrivée à mi-chemin du programme. Le contenu de cet écrit sera donc basé sur les différents constats perçus au cours des trois premières années de suivis, de 2017 à 2019. Pour cela des cartes de répartition de l'espèce seront comparées afin d'observer les déplacements des noyaux de populations. Afin de connaître la probabilité d'occupation, la création de modèles d'occupation à une saison et à multi saisons seront réalisés par le modèle Mackenzie. Un travail sur les optimums de détection sera présenté suite aux analyses statistiques visant à corréler les observations effectuées avec les facteurs climatiques prélevés sur le terrain. Ces analyses permettront de faire ressortir des tendances sur les préférences de l'espèce dans différents contextes météorologiques.

Mots-clefs :

Changement climatique

Lézard Ocellé

Modèle Mackenzie

Facteurs climatiques

Détection

Milieu dunaire