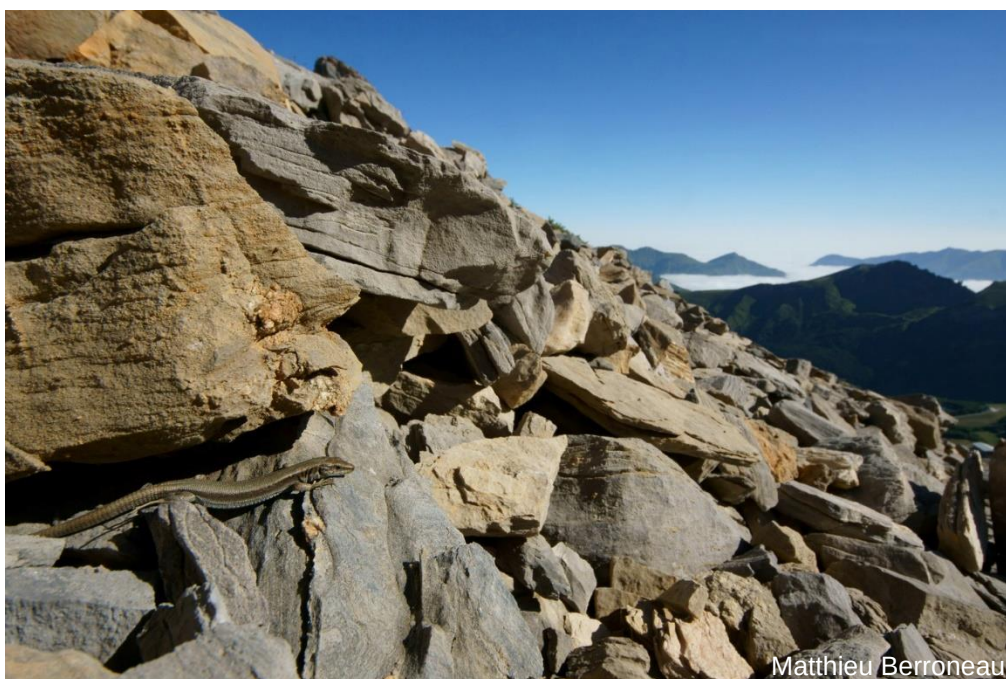


**Licence Professionnelle Métiers de la Protection et de la gestion de l'Environnement
Option Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités**

INFLUENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA BIODIVERSITE :
Cas du Lézard de Bonnal (*Iberolacerta bonnali*, Lantz, 1927)



FOURNIER DYLAN

Stage effectué du 15 mars au 15 août 2021

À l'association Cistude Nature - Encadrant : M. BERRONEAU

Rapporteur : Mme RECAPET



"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à adresser mes plus sincères remerciements à mon maître de stage, Matthieu Berroneau, pour m'avoir accordé toute sa confiance en me donnant l'opportunité de réaliser ce stage, ainsi que pour sa disponibilité et sa présence durant l'ensemble de la période de suivi. Les journées passées sur le terrain avec lui m'ont permis d'améliorer mes connaissances et compétences sur l'herpétofaune pyrénéenne.

Je souhaite remercier Monsieur Christophe Coïc, Directeur de l'association Cistude Nature, de m'avoir permis de réaliser ce stage au sein de sa structure.

Je souhaite aussi remercier l'ensemble de l'équipe de Cistude Nature pour leur accueil, et tout particulièrement Luc Clément et Emilie Loutfi pour leurs conseils et les bonnes humeurs tout au long de mon stage.

Je souhaite remercier Maxime Quetin, stagiaire de M1 en binôme avec moi sur cette thématique pour son soutien, sa motivation et son aide sur la partie analyse statistique ainsi que sur la tournure générale de ce rapport.

Mes remerciements s'adressent également à l'Union Européenne, la Région Nouvelle Aquitaine, le Département de Gironde et le Département des Pyrénées-Atlantiques, qui sont les financeurs de ce programme.

J'adresse également mes remerciements à l'équipe pédagogique de la Licence Professionnelle "Biologie Appliquée aux écosystèmes exploités", pour leurs conseils lors de mon stage et durant l'ensemble de cette année universitaire 2020-2021 malgré les difficultés rencontrées dû au contexte sanitaire.

AVANT-PROPOS

Cistude Nature est une association loi 1901, agréée au niveau régional au titre de la protection de la nature. Elle est aussi agréée comme association complémentaire de l'enseignement public, et comme association de jeunesse et l'éducation populaire.

Créée en 1995, ses activités sont multiples et ont toutes pour objectif la protection de notre patrimoine naturel. Conservation des espèces menacées, gestion de milieux naturels, animations pour les scolaires ou le grand public, édition de guides et d'atlas, production de films, chacune de nos actions est complémentaire des autres et vient renforcer la prise en compte de la biodiversité dans notre société.

Actuellement, Cistude Nature travaille avec ses partenaires sur plusieurs actions à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine et notamment les sentinelles du climat, ou le programme Biodiversité grâce au soutien de l'Union Européenne (FEDER) et de la Région Nouvelle-Aquitaine, notamment.

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS	- 1 -
AVANT-PROPOS	- 2 -
1. INTRODUCTION	- 4 -
2. MATERIELS ET METHODES	- 7 -
2.1. Présentation du Lézard de Bonnal.....	- 7 -
2.2. Présentation du territoire d'étude.....	- 8 -
2.3. Le protocole d'échantillonnage	- 9 -
2.4. Méthodes d'analyses des données	- 10 -
2.4.1. Approche descriptive : Moyenne altitudinale	- 10 -
2.4.2. Analyse spatiale : Interpolation IDW	- 10 -
2.4.3. Analyse descriptive : Proportion de juvénile dans les populations	- 11 -
3. RESULTATS.....	- 12 -
3.1. Résultats bruts de l'année 2021	- 12 -
3.2. Résultats des moyennes altitudinales des populations de 2017 à 2021.....	- 12 -
3.3. Résultats des cartes de chaleurs des mouvements populationnels du site d'Arrious-	15 -
3.4. Résultats de la proportion de juvénile dans les populations	- 16 -
4. DISCUSSION.....	- 16 -
4.1. Protocole d'échantillonnage.....	- 16 -
4.2. Analyse spatiale	- 17 -
4.3. Analyse de la proportion de juvénile dans les populations.....	- 18 -
5. CONCLUSION	- 19 -
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	- 20 -
ANNEXES.....	- 22 -
RESUME	- 25 -

1. INTRODUCTION

La disparition des espèces végétales ou animales fait partie du cours naturel de l'histoire de la Terre. Elle correspond au début de la 6^{ème} extinction de masse qui s'inscrit dans la continuité des 5 précédents décrites par les géologues, la dernière datant d'il y a 65 millions d'années. La communauté scientifique estime cependant que la disparition des espèces s'est fortement accélérée depuis 50 ans et est 100 à 1000 fois supérieur au rythme naturel de base. D'après certaines estimations, 25% des espèces pourraient disparaître d'ici à 2050 (Ceballos et al, 2015). Ceci est la cause du changement climatique que l'on constate actuellement, la surface de la Terre s'est réchauffée de 0,85°C entre 1880 et 2012 (IPCC, 2014). Les prévisions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat annoncent une augmentation de 4°C des moyennes de températures. La capacité de résilience des êtres vivants est mise à mal par cette rapidité (GIEC, 2013).

Cela dit, les principales répercussions du réchauffement climatique sur les espèces et la biodiversité en générale reconnues au niveau international sont (Daufresne et al, 2009 ; Feehan et al, 2009) :

- Modification de l'abondance et de la richesse spécifique, déplacement des aires de répartition de certaines espèces : déplacement des espèces exotiques, remontée vers le nord ou vers des altitudes plus hautes chez certaines espèces, voire extinction locale pour les espèces à faible capacité de déplacement.
- Changement phénologique des espèces : avancée des dates de floraison et de reproduction, éclosions précoces, modification des dates de migration, désynchronisation entre espèces interdépendantes, etc.
- Changement de l'écophysiologie des espèces : baisse des capacités adaptatives des espèces, surmortalité des individus, baisse du taux de natalité, etc.

Les espèces auront 3 possibilités pour faire face au changement climatique : la migration vers un climat/habitat plus approprié, une adaptation à ces changements ou une extinction locale.

Cependant, les lézards n'évolueraient sûrement pas assez rapidement pour suivre la tendance du changement climatique en raison des contraintes liées à leur optimum thermique. Lors de leur sortie d'hibernation, les lézards sont activement en recherche de nourriture afin d'avoir les ressources nécessaires pour assurer soit leur croissance pour les juvéniles, soit la reproduction pour les adultes. Les printemps étant de plus en plus précoces en termes de chaleur, ces êtres ectothermes atteindront très vite leur seuil thermique maximal. Cela les oblige à regagner les zones de quiétude à l'ombre, réduisant ainsi fortement leur temps de recherche de nourriture. Cet apport n'étant sûrement plus aussi important qu'avant, cela limite certaines fonctions métaboliques des lézards, reproduction et croissance. Or si ces 2 paramètres sont ralentis ou stoppés, cela implique une diminution de la croissance de la population et un renouvellement des individus plus faible. Même si les lézards peuvent s'adapter et tolérer des températures plus chaudes, leur plasticité phénotypique a ses limites et les

prévisions climatiques actuelles les rapprocheraient irrémédiablement du seuil létal (Sinervo et al. 2010).

Les menaces induites par les changements climatiques qui pèsent sur la biodiversité nécessitent d'être étudiées pour mieux être appréhendées. Afin de mesurer plus précisément l'impact du changement climatique sur la biodiversité et les réponses de cette dernière à ces changements, l'association Cistude Nature a lancé en 2016 le programme "Sentinelles du climat 2016-2021", pour lequel il a été nécessaire de sélectionner des espèces dont le comportement et l'évolution face à cette pression pourront être étudiés. Pour cela, ces espèces doivent répondre à certains critères afin que les effets du changement climatique soient suffisamment visibles :

- Une aire de répartition réduite
- Des capacités de déplacement faibles
- Un mode de vie spécialiste

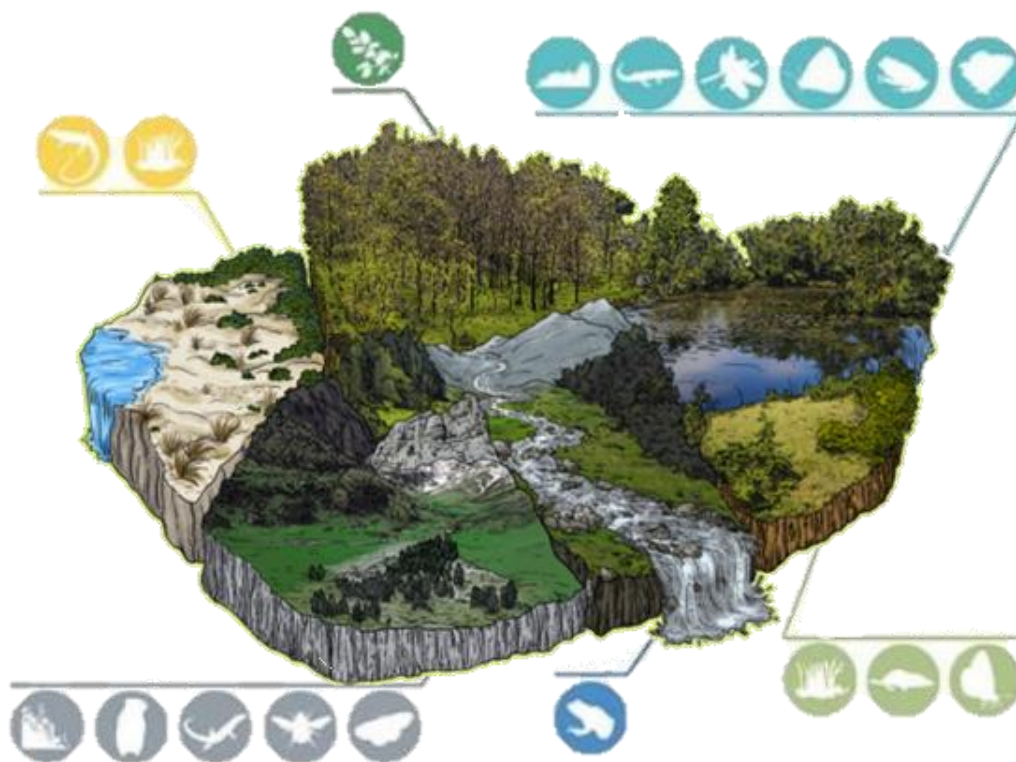


Figure 1: Représentation des habitats et des espèces concernées par le programme Sentinelles du climat

L'adaptation génétique de ces espèces étant probablement plus lente que le changement climatique (Bradshaw & Holzapfel 2006), elles seront les premières à être menacées d'extinction (Feehan et al. 2009). Parmi ces espèces se trouvent des plantes, des mammifères, des reptiles, des amphibiens, des orthoptères, des rhopalocères, des libellules... C'est parce qu'il répond à tous les critères cités précédemment que le Lézard de Bonnal (*Iberolacerta bonnali*) est étudié pour le programme "Sentinelles du climat".

Les espèces de lézards d'altitude endémiques des Pyrénées, du genre *Iberolacerta*, semblent particulièrement menacés par l'élévation des températures (Araújo et al.

2006). A terme, la remontée d'espèces possiblement compétitrices (par exemple le Léopard des murailles *Podarcis muralis*) et prédatrices (par exemple la Coronelle lisse *Coronella austriaca*) pourrait entraîner la disparition des espèces d'Iberolézards (Pottier et al. 2014)

Le présent rapport dresse un état des lieux de la répartition du Léopard de Bonnal après cinq années de suivi et propose un traitement de l'information recueillie sur le terrain pour répondre aux attentes du programme Sentinelles. Pour cela, dans un premier temps les données brutes permettront de mettre en évidence les déplacements altitudinaux des populations. Dans un second temps, des cartes de chaleur permettront d'observer la potentielle ascension du Léopard des murailles et émettre des hypothèses de compétition interspécifique. Dans un troisième temps, un âge/ratio sera calculé pour observer la proportion de juvéniles par altitude et par espèce.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Présentation du Lézard de Bonnal

Le Lézard de Bonnal *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) est un petit lacertidé rupicole de petite taille avec 18 centimètres en taille maximale. La robe varie du marron uni au gris foncé avec des motifs dorsaux généralement peu marqués et présente souvent des reflets métallisés. Forte ressemblance avec le lézard de murailles, il s'en différencie par des yeux plus proéminents rappelant vaguement la tête d'un crocodile (Berroneau, 2010). L'accouplement a lieu dès la sortie de l'hivernage (Arribas 2014) et la ponte est déposée début juillet à l'abri d'une pierre, dans une zone ensoleillée et pour une durée d'incubation courte (Arribas & Galán, 2005). La maturité sexuelle est atteinte durant la 5ème année et la longévité élevée (17 ans) indique une stratégie de type K. Les prédateurs des Lézards des Pyrénées ne sont pas identifiés avec certitude. On peut néanmoins soupçonner les prédateurs classiques des petits lacertidés : oiseaux de proie ou opportunistes, petits carnivores et certains serpents. La grande longévité de l'espèce et son taux de survie élevé tendent cependant à indiquer une prédation faible. A l'étage alpin, les habitats occupés comportent peu de prédateurs potentiels (Pottier, 2011).



Figure 2 : Lézard de Bonnal

Entre une distribution très restreinte, un habitat difficilement accessible et son aspect externe semblable au Lézard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768), ce lézard pyrénéen est resté inconnu de la communauté scientifique jusqu'au siècle dernier. Sa répartition en France n'a été confirmée qu'au début des années 2000. *Iberolacerta bonnali* fut le premier d'une série de 3 lézards pyrénéens à être découvert en 1922 par le naturaliste du même nom dans les Hautes Pyrénées. Le nouveau genre *Iberolacerta* leur est attribué (Arribas 1997), évolutivement très distant des genres auxquels appartiennent les autres lézards présents dans les Pyrénées (Arnold et al. 2007). En situation de sympatrie, l'hybridation serait donc totalement impossible (Pottier, 2003). Cet ibero-lézard est endémique de l'étage alpin de la partie centro-occidentale des Pyrénées. Son aire de répartition s'étend du massif du pic du Midi d'Ossau au massif des Encantats (Arribas 2002). Dans les Pyrénées françaises, *I. bonnali* est connu de 1550 m (cirque de Gavarnie) à 3173 m (pic de Campbielh), mais les localités sont en très grande majorité situées au-dessus de 2000 m (Pottier 2003, 2007, Pottier et al. 2008).

L'hypothèse d'une compétition interspécifique entre les *Iberolacerta* et *P. muralis* est régulièrement invoquée pour expliquer (en partie au moins) le confinement alpin des premiers. Plusieurs cas de syntopie (Pottier et al., 2014) apparaissent en Hautes Pyrénées tandis qu'il ne semble exister qu'une seule station de pure syntopie dans les Pyrénées Atlantiques (Berroneau, 2014). En zone de sympatrie, *P. muralis* sélectionne manifestement les mêmes types d'habitats qu'*I. bonnali*, et la niche écologique des deux espèces apparaît identique (Pottier, 2011). Pour le moment, le Lézard des murailles est contre sélectionné à haute altitude à cause du froid (Monasterio et al., 2010). Un réchauffement climatique ôterait donc tout obstacle à la remontée du Lézard des murailles dans l'étage alpin.

Les caractéristiques biologiques du Lézard de Bonnal le rend ainsi inadapté à des conditions autres que celles de l'étage alpin (Pottier, 2003). Faisant de lui une espèce menacée par le réchauffement climatique, sa présence en Nouvelle-Aquitaine sur sa répartition la plus occidentale ajoute un enjeu de conservation important. Son statut de conservation est dans la catégorie « EN » sur la Liste Rouge des vertébrés en France et il est inscrit à l'annexe III de la Convention de Berne ainsi qu'à la directive européenne « Habitats, Faune, Flore ».

2.2. Présentation du territoire d'étude

La sélection s'est portée sur des sites avec présence de Lézard de Bonnal et facilitant la mise en évidence d'éventuels mouvements populationnels. Chaque site présente des spécificités propres :

Le site d'Anglas ne présente aucun Lézard des murailles et une densité moyenne de Lézard de Bonnal sur l'ensemble du transect. Le transect est situé hors chemin de randonnée, la partie aval et amont est composé d'un éboulis à granulométrie moyenne (20cm de diamètre) tandis que la partie centrale est composée de pelouses et d'éboulis de gros blocs rocheux. Ce site permet d'observer si l'aire de répartition du Lézard de Bonnal est modifiée sous la pression du changement climatique seulement, sans compétition interspécifique. Ce site est exposé Sud-Est. Ce transect fait 1100m de longueur débute à 2005m d'altitude et se termine à 2340m.



Figure 3 : Site d'Anglas

Le site de Peyreget présente une faible densité de Lézard des murailles en aval et une faible densité de Lézard de Bonnal en amont à partir du col de Peyreget. Sur ce site, les 2 espèces sont parapatriques. Le transect est situé sur le chemin de randonnée, la partie aval et central est composée essentiellement d'éboulis de gros blocs rocheux entrecoupés de parois et de pelouses. La partie amont est composée de pelouses et d'éboulis plus fin. Jusqu'en 2021, la présence du Lézard de Bonnal n'était pas connue sur ce site. Il est exposé plein Est. Ce transect fait 1400m de longueur débute à 2020m d'altitude et se termine à 2360m.



Figure 4 : Site d'Ossau Nord

Le site d'Ossau Nord présente une faible densité en aval/centre du Lézard des murailles et une faible densité en centre/amont du Lézard de Bonnal. Le transect est situé hors chemin de randonnée, la partie aval est composée de pelouses et d'éboulis de gros blocs rocheux tandis que la partie amont est composée d'éboulis de gros blocs rocheux et d'éboulis plus fin. Ce site est exposé Nord-Est. Ce transect fait 960m de longueur débute à 1850m d'altitude et se termine à 2190m.

Le site d'Arrious présente une forte densité en aval du Lézard des murailles et une forte densité en amont du Lézard de Bonnal. Le transect est situé sur un chemin de randonnée, la partie aval est composée de pelouses et de blocs rocheux isolés tandis que la partie centrale/amont

est composé d'éboulis à granulométrie moyenne (20cm de diamètre) et de pelouses. Ce site est exposé plein Sud. Ce transect fait 2650m de longueur débute à 1770m d'altitude et se termine à 2260m.

2.3. Le protocole d'échantillonnage

Les Lézards gris concernés par cette étude, le Lézard de Bonnal et le Lézard des murailles sont tous relativement actifs et visibles en journée, en dehors des jours de fort vent, froid, et jours de pluie. Les fortes chaleurs sont déconseillées pour les lézards qui ralentissent leur activité. Ainsi les conditions optimales de détection de ces lézards se situent entre 17 et 28°C, par ciel ensoleillé ou couvert. (Berroneau, 2016)

Le protocole de suivi consiste en un dénombrement systématique des différentes espèces, par prise de contact visuel des individus au sein des différents sites d'études, le long de transects prédéterminés. Le choix des transects est motivé par la configuration des sites, souvent sur les sentiers de randonnées existants et habitats homogènes permettant la détection des lézards sur l'ensemble du transect. Le choix et la longueur des transects dépend du contexte du site (topographie, répartition des populations, habitats, accès etc.) (Berroneau, 2017). Chaque année depuis 5 ans, 3 passages espacés de 2 semaines minimum sont effectués sur chaque site, dans des dates similaires (à 3 semaines près) à la saison précédente. Pour le Lézard de Bonnal, il est préférable d'attendre la fonte des derniers névés sur les sites de plus hautes altitudes, ceci se situe de mi-juin à mi-juillet en fonction des années, pour optimiser ses chances de l'observer.

Le mode de prospection est un déplacement lent avec observation des lézards. La durée de prospection est chronométrée et équivalente à chaque passage. Chaque observation est systématiquement dénombrée, identifiée et géolocalisée. Les individus sont saisis sur le GPS sous forme d'un code à 2 lettres. La première désignant l'espèce (« M » pour *P. muralis*, « B » pour *I. bonnali*) et la seconde le sexe ou le stade de vie (« M » pour mâle, « F » pour femelle et « J » pour juvénile). Le sexe de l'individu n'est pas à identifier pour les juvéniles. Si un individu est difficilement identifiable une photo est réalisée et référencée afin de l'identifier ultérieurement. Si l'individu non identifié ne peut être pris en photo, il sera tout de même comptabilisé et géoréférencé avec l'espèce ou le stade de vie ou le sexe dans la mesure du possible (« I » désignant la donnée indéterminée).

Matériel nécessaire à l'observateur :

- Paire de jumelles
- GPS
- Anémomètre/Thermomètre
- Appareil photographique
- Carte du site avec transect tracé
- Fiches de relevé

La collecte des données, pour chaque site : (Co-variables de site et d'échantillonnage)

- Heure du début et de fin : la durée de la prospection doit globalement être la même pour un même site.

- T° : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en degré Celsius) prise à hauteur d'homme.
- Vent : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en m/s) sur une minute, à hauteur d'homme et face au vent.
- Nuage : la couverture nuageuse doit être indiquée selon 5 coefficients ($1 \leq 20\%$; $20\% < 2 \leq 40\%$; $40\% < 3 \leq 60\%$; $60\% < 4 \leq 80\%$; $5 > 80\%$).
- Pluviométrie éventuelle qui n'empêcherait pas la sortie des lézards, type brouillard, en %
- Nom du ou des observateur(s)

Pour chaque observation d'individu unique : (données spécifiques)

- Nom de l'espèce
- Sexe, stade
- Coordonnées GPS : les champs renseignés sont, de gauche à droite, la latitude et la longitude (projection : WGS 84).
- Altitude
- Photos
- Commentaires : tout type d'information utile à l'interprétation des résultats.

2.4. Méthodes d'analyses des données

Les données seront intégrées en suivant le modèle d'un fichier Excel prêt à remplir qui sera fourni à l'utilisateur.

2.4.1. Approche descriptive : Moyenne altitudinale

Cette première partie est intéressante pour observer la répartition altitudinale de chaque espèce par site car c'est un facteur environnementale déterminant (Berroneau, 2017). Cette répartition est calculée sous forme de moyenne d'altitude de l'ensemble des individus par site et par espèce. Ce choix de sélectionner le nombre total de lézards comptabilisés sur les 3 passages et non celui du passage avec le plus de lézards se justifie car la probabilité de compter 2 fois le même individu lors de passages différents est faible (Observation personnel). En effet, certains lézards comportant des caractéristiques physiques particulières (mélanisme, double queue, membre en moins...) n'ont été vu qu'une seule fois sur les 3 passages. Grâce aux 5 années de suivi, une courbe des tendances peut être réalisée afin d'estimer les déplacements altitudinaux des populations de lézards.

2.4.2. Analyse spatiale : Interpolation IDW

Cette deuxième partie est nécessaire afin d'appréhender la colonisation du Lézard des murailles sur la zone de présence du Lézard de Bonnal. Cette analyse s'effectue sur un site avec une densité d'individu élevé. Le site d'Arrious s'y prête parfaitement, plus de 150 lézards dénombrés tous les ans et un long transect, 2650 mètres. La méthode utilisée sera le Krigeage, c'est une procédure géostatistique qui génère une surface estimée à partir d'un ensemble de points dispersés avec des valeurs. Dans ce cas, les points sont les lézards géoréférencés et les valeurs attribuées sont 1 pour *I. bonnali* et -1 pour *P. muralis*. Cette carte de chaleur est un outil sous QGIS 3.20.1 qui se nomme

Interpolation IDW (Pondération par l'inverse de la distance). Plus le nombre de points géoréférencés est important à un endroit donné, plus la couleur est intense. Cet outil permet de visualiser les « noyaux » (concentration d'individus) au sein de la population. A cela, les individus sont représentés sous forme de points ajoutés à cette analyse permettant d'amplifier ces « noyaux ».

2.4.3. Analyse descriptive : Proportion de juvénile dans les populations

Cette troisième partie est intéressante pour observer la répartition des juvéniles par espèce et par classe d'altitude afin de connaître les tendances de ce stade de vie dans les populations. Ceci permet de savoir dans quelles mesures une population est en cours d'installation. Par exemple, si des juvéniles sont contactés cela signifie qu'il y a de la reproduction donc une installation. Or si seulement des adultes sont contactés, il peut s'agir simplement d'une migration d'individus qui ne se maintiennent pas. Cette analyse s'effectue sur un site avec une densité d'individu élevée. Le site d'Arrious est sélectionné pour les mêmes critères cités ci-dessus (Analyse spatiale : Interpolation IDW). Cette répartition est calculée sous forme de proportion de juvénile dans la population par espèce (Nombre de juvéniles divisé par nombre total d'individus de l'espèce). Les données sont la somme des 3 passages pour des raisons expliquées ci-dessus (Approche descriptive : Moyenne altitudinale). Les graphiques sont représentés sous forme d'histogramme, avec la proportion de juvénile en fonction de classe d'altitude, de l'année et de l'espèce. Une moyenne des proportions de juvéniles en fonction de l'espèce et de l'altitude est calculée afin de représenter une courbe de tendance de moyenne mobile. Ce choix est justifié car les tendances diffèrent en fonction de l'altitude, cela permet d'avoir des tendances plus claires et proches de la réalité.

3. RESULTATS

3.1. Résultats bruts de l'année 2021

Durant l'année 2021, 329 lézards ont été comptabilisés sur l'ensemble des sites. Les résultats vont de 6 à 106 individus pour le Lézard des murailles et de 4 à 144 individus pour le Lézard de Bonnall.

- Le site d'Arrious comporte de forts effectifs des 2 espèces.
- Le site d'Anglas ne comporte pas de Lézard des murailles.
- Le site d'Ossau Nord comporte de faibles effectifs chez les 2 espèces.
- Le site de Peyreget comporte une apparition du Lézard de Bonnall

		1er passage	2e passage	3e passage	Total
Arrious	<i>Podarcis muralis</i>	56	47	3	106
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	65	75	4	144
Anglas	<i>Podarcis muralis</i>	0	0	0	0
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	18	19	5	42
Ossau Nord	<i>Podarcis muralis</i>	1	2	3	6
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	0	0	8	8
Peyreget	<i>Podarcis muralis</i>	1	3	15	19
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	0	0	4	4

Tableau 1 : Effectifs de lézards comptabilisés par site et par passage

Les sites présentant les effectifs les plus élevés d'individus comptés et identifiés sont les sites d'Arrious et d'Anglas, avec respectivement 250 et 42 lézards. Sur ces 2 sites, les effectifs de lézards chutent fortement au 3^{ème} passage. Les 2 autres sites, Ossau Nord et Peyreget voient quant à eux des effectifs plus élevés sur le 3^{ème} passage. Sur ces derniers, les effectifs totaux sont de 23 individus comptés et identifiés pour Peyreget, tandis que 14 individus ont été contacté sur Ossau Nord. Les raisons possibles de ces variations entre les sites et les passages seront présentés lors de la discussion des résultats.

3.2. Résultats des moyennes altitudinales des populations de 2017 à 2021

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des données d'altitude et d'effectifs des 4 sites sur la période 2017 à 2021. Ce tableau permet un aperçu global des données de l'année 2021 par rapport aux années précédentes et ainsi décerner des écarts flagrants.

- Sur le site d'Arrious, les données de 2021 correspondent aux années précédentes, il n'y a pas d'écarts choquants entre les données des précédentes années.
- Sur le site d'Anglas, les données de 2021 correspondent dans l'ensemble aux années précédentes, cependant le nombre maximum de Lézard de Bonnal détecté lors d'un passage est le plus faible de toute la campagne de suivi.
- Sur le site d'Ossau Nord, les données de 2021 correspondent dans l'ensemble aux années précédentes, cependant l'altitude moyenne des 2 lézards ont augmenté, +54m pour le Lézard des Murailles comparé à la moyenne de l'altitude moyenne des 4 dernières années et +22m pour le Lézard de Bonnal.
- Sur le site de Peyreget, les données de 2021 correspondent pour le Lézard des murailles avec une diminution de l'altitude maximale par rapport aux autres années. Le Lézard de Bonnal fait est apparition sur ce site, n'étant pas connu du transect jusqu'à cette année. Seulement 4 individus contactés et une altitude moyenne largement supérieur aux autres sites étudiés.

			2017	2018	2019	2020	2021
Arrious	<i>Podarcis muralis</i>	Nombre total lors des 3 passages	60	77	127	54	106
		Altitude moyenne	1899	1924	1910	1979	1938
		Nombre max. lors d'un passage	23	58	56	42	56
		Altitude maximale	2082	2096	2167	2175	2110
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	Nombre total lors des 3 passages	104	214	235	124	144
		Altitude moyenne	2103	2104	2111	2114	2145
		Nombre max. lors d'un passage	64	113	116	45	75
		Altitude minimale	2030	2047	2028	2035	2023
Anglas	<i>Iberolacerta bonnali</i>	Nombre total lors des 3 passages	78	70	94	36	42
		Altitude moyenne	2174	2156	2149	2151	2154
		Nombre max. lors d'un passage	44	42	47	27	19
		Altitude minimale	1998	1996	2011	1982	2016
Ossau Nord	<i>Podarcis muralis</i>	Nombre total lors des 3 passages	6	4	16	3	6
		Altitude moyenne	1893	1889	1882	1871	1938
		Nombre max. lors d'un passage	3	3	8	3	3
		Altitude maximale	2034	1918	2017	1874	2031
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	Nombre total lors des 3 passages	11	7	9	6	8
		Altitude moyenne	2053	2004	2110	2046	2075
		Nombre max. lors d'un passage	6	4	4	4	8
		Altitude minimale	1998	1871	1979	1961	1941
Peyreget	<i>Podarcis muralis</i>	Nombre total lors des 3 passages	-	15	17	30	19
		Altitude moyenne	-	2051	2108	2103	2091
		Nombre max. lors d'un passage	-	13	12	13	15
		Altitude maximale	-	2128	2264	2212	2028
	<i>Iberolacerta bonnali</i>	Nombre total lors des 3 passages	-	-	-	-	4
		Altitude moyenne	-	-	-	-	2336
		Nombre max. lors d'un passage	-	-	-	-	4
		Altitude minimale	-	-	-	-	2298

Tableau 2 : Synthèse des données d'altitude et d'effectifs de lézards par année et par site

Les raisons possibles de ces écarts interannuelles et intersites seront présentées lors de la discussion des résultats.

Les graphiques ci-dessous représentent les tendances d'évolution de l'altitude moyenne des populations de Lézard de Bonnal et Lézard des murailles, basés sur la moyenne de l'altitude des individus contactés sur chaque site durant les différentes années de suivi.

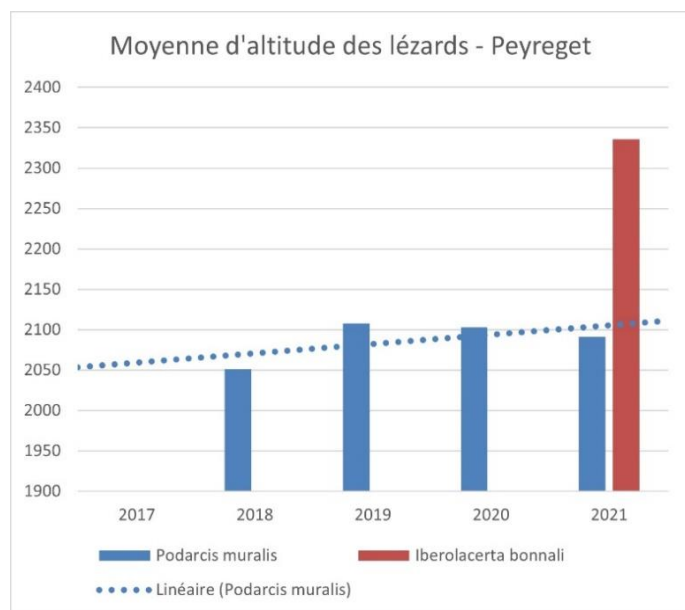


Figure 5 : Evolution des moyennes d'altitude des lézards sur le site de Peyreget entre 2017 et 2021

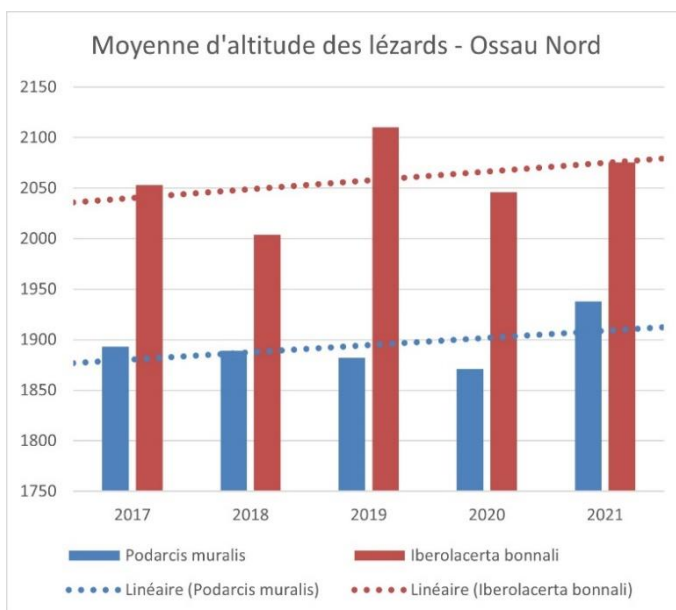


Figure 6 : Evolution des moyennes d'altitude des lézards sur le site d'Ossau Nord entre 2017 et 2021

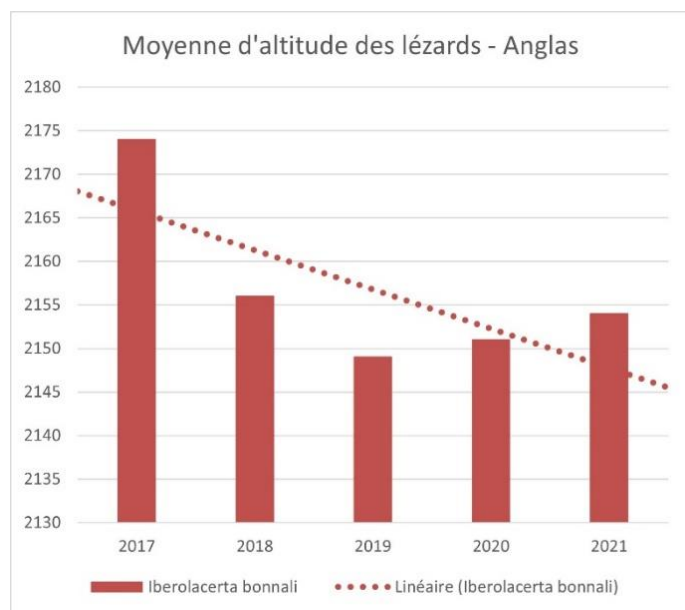


Figure 7 : Evolution des moyennes d'altitude des lézards sur le site d'Anglas entre 2017 et 2021

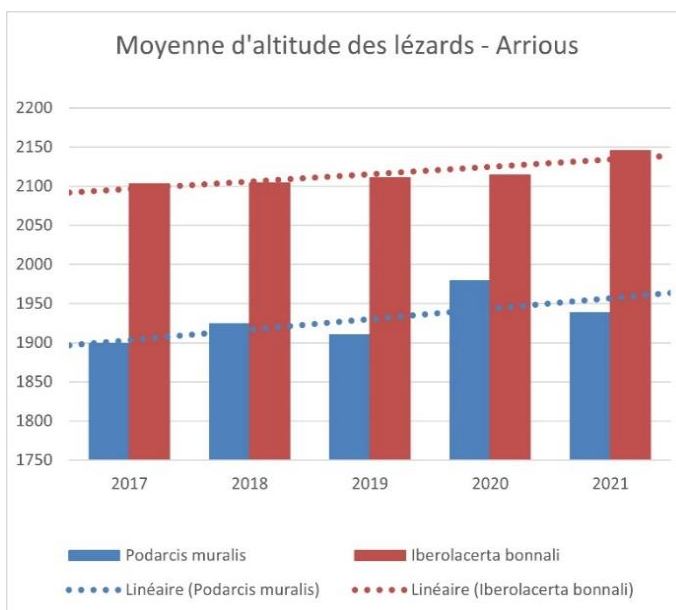


Figure 8 : Evolution des moyennes d'altitude des lézards sur le site d'Arrious entre 2017 et 2021

Les graphiques ci-dessus permettent de constater une tendance à l'augmentation progressive de l'altitude moyenne des lézards gris sur les sites d'Arrious et d'Ossau Nord (Fig. 5 et 7). De même pour le site de Peyreget mais seulement sur le Lézard des murailles car le Lézard de Bonnal n'était pas contacté les années précédentes. En revanche, la moyenne d'altitude du Lézard de Bonnal sur Anglas a tendance à diminuer.

3.3. Résultats des cartes de chaleurs des mouvements populationnels du site d'Arrious

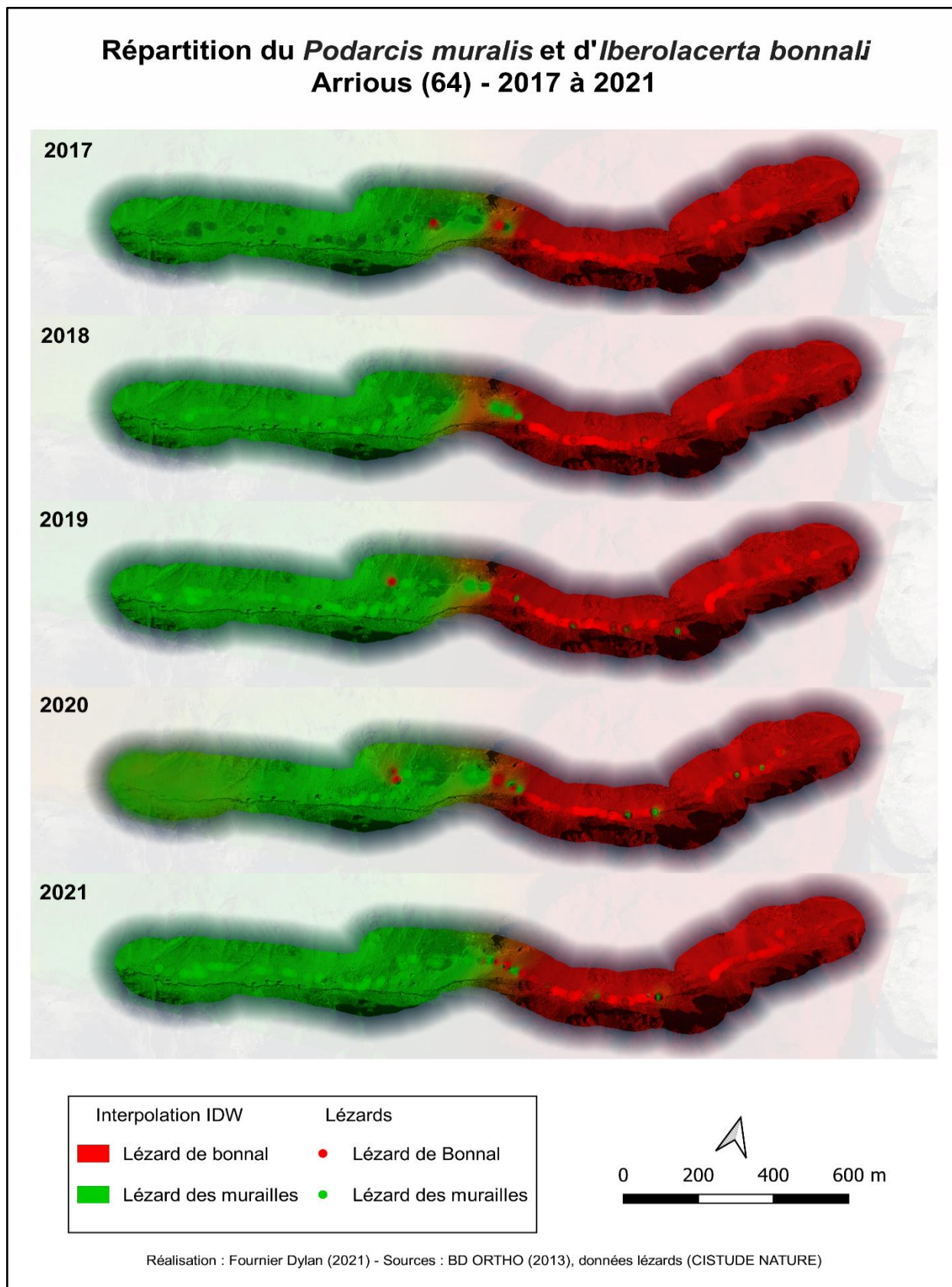


Figure 5 : Carte de chaleur de la répartition des lézards sur le site d'Arrious entre 2017 et 2021

Sur le site d'Arrious, les noyaux de population du Lézard de Bonnal restent inchangés restant essentiellement sur la partie amont. Les noyaux de population du Lézard des murailles restent majoritairement sur la partie aval du site avec quelques petits noyaux sur la partie amont. En effet, lors des années 2019, 2020 et 2021, des petites concentrations (3 à 6 individus) de Lézard des murailles ont pu être contactés sur cette partie anciennement occupée uniquement par le Lézard de Bonnal. Le front de colonisation (coloration jaunâtre), entre les 2 espèces, remonte très légèrement en altitude au fil du temps.

3.4. Résultats de la proportion de juvénile dans les populations

Le graphique ci-dessous représente la tendance des proportions de juvénile dans les populations de Lézard de Bonnal et Lézard des murailles, basé sur la proportion de juvéniles dans les populations par espèce, par année et par classe d'altitude.

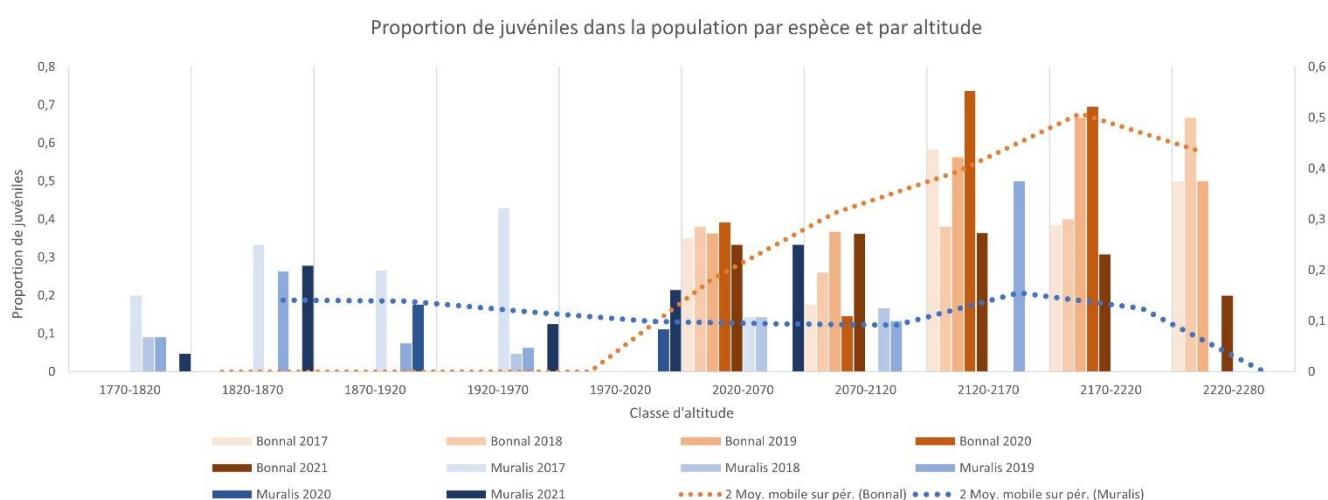


Figure 6 : Evolution de la proportion des juvéniles dans les populations de lézards par altitude sur le d'Arrious entre 2017 et 2021

Les graphiques ci-dessus nous permettent de constater que la proportion de juvénile dans la population de Lézard des murailles reste stable sur l'ensemble des classes altitudinales où il est présent. Excepté pour la classe 2120-2170, où une proportion de juvénile particulièrement élevée est recensée en 2019. La proportion de juvénile de Lézard de Bonnal a une tendance à la hausse sur les classes altitudinales 2070-2120 à 2170-2220. La proportion de juvénile dans la classe altitudinale 2020-2070 reste stable. Quant à la classe altitudinale 2220-2280, elle est en légère diminution. Entre 2019 à 2021, la proportion de juvénile de Lézard des murailles est observée entre 1970m à 2170m. Les raisons possibles de ces écarts interannuelles et inter-altitudes seront présentées lors de la discussion des résultats.

4. DISCUSSION

4.1. Protocole d'échantillonnage

Le protocole de suivi exige une météo propice à la détection des lézards et stable. En montagne la météo est changeante et les prévisions météorologiques peu fiables, ce qui a amené à réaliser certains passages avec une mauvaise météo impactant l'activité des lézards et leurs détections par l'observateur. Le mode de prospection à allure lente

convient parfaitement sur les sites possédant le transect suivant un sentier existant, Arrious et Peyreget. En effet, l'observateur peut ainsi se concentrer sur la détection des lézards et non ces pieds. Les sites Ossau Nord et Anglas ne possédant pas de sentier le long du transect, la progression et la détection ne peuvent se faire simultanément, ce qui diminue la probabilité de détecter des lézards. La distance de fuite des lézards entre les sites n'est pas égale. Sur le site d'Arrious, les Lézards de Bonnal sont peu farouches facilitant ainsi leurs détections. Sur les autres sites, leur distance de fuite est plus élevée.

4.2. Analyse spatiale

Durant l'année 2021, d'importantes variations d'effectifs d'individus de Lézard des Murailles et de Lézard de Bonnal ont pu être constaté entre les différents passages (Tableau 1). Les conditions de réalisation de ces passages vont être détaillées afin de comprendre les raisons de ces variations.

- Sur le site d'Arrious, le 3^{ème} passage comporte beaucoup moins d'individus comptabilisés (7 individus au total contre 121 et 122 lors des 2 premiers passages). Ceci est essentiellement dû aux conditions climatiques, lors des premiers passages la météo était favorable à une activité élevée des lézards donc une forte probabilité de détection. Lors de ce dernier passage, la météo était légèrement moins favorable mais les températures nocturnes de la nuit étaient relativement faibles (0°C à 2200m), ce qui a impacté l'activité des lézards et leurs détections.
- Sur le site d'Anglas, le 3^{ème} passage compte aussi moins d'individus comptabilisés (5 individus au total pour 18 et 19 lors des premiers passages). Ceci n'est pas expliqué mais le nombre d'observateurs est peut-être une raison de cette baisse d'individus comptés. Les 2 premiers passages ont été réalisé avec 2 observateurs alors que ce 3^{ème} a été réalisé avec 1 observateur.
- Sur les sites d'Ossau Nord et de Peyreget, le 3^{ème} passage comporte plus d'individus comptabilisés (11 individus au total contre 1 et 2 lors des premiers passages sur Ossau Nord et 19 individus au total contre 1 et 3 lors des premiers passages sur Peyreget). Ceci est en partie dû aux observateurs, lors de ces 3^{èmes} passages sur ces sites, nous étions 3 observateurs ce qui a permis de comptabiliser plus d'individus que lorsque l'on réalisait les suivis à 2.

Depuis la mise en place de ce suivi en 2017 à aujourd'hui, des variations d'effectifs et d'altitude des lézards ont pu être constaté entre les années (Tableau 2). Les conditions de ces années vont être détaillées afin de comprendre les raisons de ces variations.

- Sur le site d'Arrious, les données sont homogènes, il n'y a pas de variations choquantes. Ceci est en grande partie dû aux nombres d'effectifs élevés contactés chaque année permettant ainsi de « lisser » les valeurs extrêmes.
- Sur le site d'Anglas, les données sont aussi homogènes avec une diminution des effectifs ces dernières années qui n'ai pas expliqué.
- Sur le site d'Ossau Nord, les données sont homogènes. Cependant, en 2021, cette hausse des altitude moyenne des 2 espèces doit être confirmer les années suivantes afin de savoir s'il s'agit de mouvements populationnels ascendants ou simplement d'un manque d'effectif global ne permettant pas d'obtenir des données représentatives de l'altitude moyenne des lézards.

- Sur le site de Peyreget, les données du Lézard des murailles sont homogènes. En 2021, l'apparition du Lézard de Bonnal doit être confirmée les prochaines années. En effet, le tracé du transect a été légèrement allongé de 170 mètres permettant d'accéder à un éboulis où les lézards de Bonnal ont été contactés.

Sur les sites d'Arrious et d'Ossau Nord, on assiste à un fort chevauchement des deux espèces. Ceci pourrait présenter une situation de compétition entre Lézard de Bonnal et le Lézard des murailles, les espèces étant déjà partiellement en syntopie. A moyen terme, les facteurs climatiques et la remontée du Lézard des murailles pourraient menacer le Lézard de Bonnal.

Pour ce suivi, les observateurs changent tous les ans, or pour ce genre de suivi un œil « habitué » à la détection de lézard est nécessaire, ceci explique en partie les différences interannuelles d'individus contactés.

Après 5 années de suivi, les courbes de tendance montrent une légère augmentation de l'altitude moyenne des populations du Lézard des murailles et du Lézard de Bonnal sur les sites d'Arrious et d'Ossau Nord (Fig. 6 et 8). Sur le site de Peyreget, la courbe de tendance est en légère hausse pour le Lézard des murailles et devra être estimée pour le Lézard de Bonnal l'année suivante si l'espèce est recontactée (Fig. 5). Le site d'Anglas quant à lui ne comporte que du Lézard de Bonnal et la courbe de tendance est à la baisse (Fig. 7). Ce site est particulièrement intéressant afin d'étudier les mouvements populationnels du Lézard de Bonnal seulement sans avoir d'interactions intraspécifiques avec le Lézard des murailles. Sur les 3 autres sites, la tendance à la hausse de l'altitude moyenne des lézards doit être analysée avec les variables climatiques afin de savoir s'il y a une corrélation quelconque entre ces 2 paramètres. Ainsi dans l'hypothèse où la remontée de l'altitude moyenne des populations de lézards serait corrélée aux variables climatiques ceci permettrait de valider le fait que le réchauffement climatique a un impact sur la répartition altitudinale du Lézard de Bonnal.

4.3. Analyse de la proportion de juvénile dans les populations

Cette étude de proportions de juvéniles dans la population par espèces et par altitude a décidé d'être menée cette année afin de déterminer le succès reproducteur du Lézard de Bonnal à leur plus basse altitude connu. Mais surtout de voir si la remontée et l'installation du Lézard des murailles perturbe (compétition) la proportion de juvéniles de Lézard de Bonnal. Sur le site d'Arrious, la proportion de juvéniles dans la population de Lézard de Bonnal est en hausse en dessous de 2170m d'altitude et en baisse à partir de cette altitude. Cette baisse est en partie expliquée par l'habitat qui n'est pas le même à partir de cette altitude, passant d'éboulis à une pelouse avec des rochers épars. Quant à elle, la proportion de juvéniles dans la population de Lézard des murailles reste stable durant les 5 années de suivi. Durant l'année 2019, pour la classe d'altitude 2120-2170 seulement 2 lézards des murailles ont été contactés dont un juvénile ce qui explique cette donnée extrême. Les données de 2021 démontrent une proportion de juvéniles de Lézard des murailles entre 1970m et 2070m plus significative que les années précédentes, laissant supposer un chevauchement des niches écologiques des juvéniles des 2 espèces. Cette plage d'altitude est à surveiller les prochaines années afin d'affirmer ou non l'impact de la remontée du lézard des murailles sur les effectifs et/ou répartition du Lézard de Bonnal.

5. CONCLUSION

Les graphiques de répartition altitudinale et les cartes de chaleur démontrent une faible tendance générale à la remontée en altitude du Lézard de Bonnal et du Lézard des murailles.

Au bout de 5 ans de suivi de ce lézard montagnard, les résultats de cette étude permettent de dire que la méthode d'échantillonnage et les sites de suivi sont pertinents. De 2017 à 2021, les déplacements populationnels vont dans le sens des hypothèses de remontée des populations de Lézard de Bonnal et colonisation du Lézard des murailles. Aux vues des données récoltées, une analyse plus poussée doit être réalisée avec un modèle climatique permettrait de tirer des scénarii fiables.

L'étude de la proportion de juvénile dans la population par espèce et par altitude est une analyse à réitérer, cela permettrait à terme de définir cette proportion comme un indice à corrélérer aux autres indices déjà présents ou comme indice permettant d'évaluer l'impact du Lézard des murailles sur le Lézard de Bonnal.

Si le programme Sentinelles du climat 2 est accepté et que le Lézard de Bonnal reste parmi les espèces suivies. Pour les prochaines années, il faudra maintenir cet effort d'échantillonnage sur les sites actuels en respectant scrupuleusement les tracés des transects et essayer de proposer de nouveaux sites permettant la récolte de beaucoup de données tel que le site d'Arrious.

Les résultats d'une étude espagnole menée sur un cortège d'une dizaine d'espèces de reptiles montrent une tendance à la remontée de ces espèces selon un gradient latitudinal afin de faire face au réchauffement climatique (Moreno-Rueda et al, 2009). Ces conclusions sont intéressantes mais très peu applicables en région montagneuse, la dispersion des espèces aura plus tendance à se réaliser selon un gradient altitudinal plutôt qu'un gradient latitudinal, cela étant essentiellement dû à des barrières anthropiques et géographiques.

Entre les anciennes périodes glaciaires, le Lézard de Bonnal a su trouver des refuges thermiques au sein de chaque vallée alors que les conditions climatiques étaient surement plus extrêmes. Cependant c'est sans doute ce qui a causé la fragmentation des populations que l'on connaît aujourd'hui (Pottier, 2013). Ce qui indique que, par le passé, le Lézard de Bonnal a préféré la migration au développement d'une réponse écophysologique adaptative.

En vallée d'Ossau, son isolement en altitude, la faible proportion d'habitat favorable présent au-dessus de 2300m et cette tendance à la remontée en altitude des populations indique de possibles extinctions locales pour ces populations d'extrêmes Ouest. Le programme « Sentinelles du climat 2016-2021 » arrive à sa fin et des scénarii d'évolution fiables vont pouvoir être proposés pour chaque espèce permettant ainsi d'affirmer ou non la supposition d'extinction locale. Une deuxième campagne des « Sentinelles de climat » devrait voir le jour. Espérons que les financeurs suivent le mouvement permettant ainsi la continuité des suivis et de cerner l'avenir du Lézard de Bonnal.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Arnold et al. 2007 – Le guide herpéto : 199 amphibiens et reptiles d'Europe. 288 p.

Arribas O. 1997 - *Lacerta aranica* Lagartija aranesa, *Lacerta aurelioi* Lagartija pallaresa, *Lacerta bonnali* Lagartija pirenaica in Pleguezuelos J.-M. (ed.) & Martínez-Rica J.-P. 1997 - Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal. Universidad de Granada y Asociación Herpetológica Española. Monografías de herpetología. Volumen 3. Granada. 542 p.

ARRIBAS O., 2000 -Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' III : Diagnosis, morphology, and geographic variation of *Iberolacerta bonnali*. HERPETOZOA 13 (3/4)

Arribas O. & Galán P. 2005 - Reproductive characteristics of the Pyrenean high-mountain lizards : *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993), *I. aurelioi* (Arribas, 1994) and *I. bonnali* (Lantz, 1927). Animal Biology 55 (2) : 163-190.

BERRONEAU M. 2014 -Atlas des Amphibiens et Reptiles d'Aquitaine Ed. C. Nature, Association Cistude Nature, Le Haillan, France, 256p.

BERRONEAU M., 2015. –Guide des Amphibiens et Reptiles d'Aquitaine. C. Nature., Le Haillan, Gironde, France : Association Cistude Nature, 180 p

GIEC, 2013. - Changements climatiques 2013 les éléments scientifiques : extraits de la contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Geneva, Switzerland, 204 p.

IPCC, 2014. - Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

LOURDAIS O. & MIAUD C., 2016. –Protocoles de suivi des populations de reptiles de France, POPReptiles. Société Herpétologique de France, 26 p

MALLARD F. (coord.), 2017-Programme les sentinelles du climat –Tome IV : Ajustement des protocoles d'échantillonnage et analyses exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle Aquitaine

Monasterio C., Salvador A. Díaz J. A. 2010 - Competition with wall lizards does not explain the alpine confinement of Iberian rock lizards : an experimental approach. Zoology 113 : 275-282

Mouret V., Guillaumet A., Cheylan M., Pottier G., Ferchaud A.-L. & Crochet P.-A. 2011 – The legacy of Ice Ages in mountain species : postglacial colonization of mountain tops rather than current range fragmentation determines mitochondrial genetic diversity in an endemic Pyrenean rock lizard. Journal of biogeography 38.

MURATET J., 2015-Identifier les reptiles de France métropolitaine, Association Ecodiv, 530 p.

Pottier G. 2003a - Guide des reptiles & amphibiens de Midi-Pyrénées. Coll. Les escapades naturalistes de Nature Midi-Pyrénées. Nature Midi-Pyrénées. Toulouse. 138 p

Pottier G. 2007 – Le Lézard pyrénéen de Bonnal *Iberolacerta bonnali* dans le Parc National des Pyrénées : chorologie, structuration génétique des populations, écologie et conservation d'une espèce endémique. Mémoire de diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes sous la direction de Marc Cheylan. Laboratoire de biogéographie et écologie des vertébrés de l'EPHE. Montpellier. 120 p. + annexes.

Pottier G. 2012 – Plan National d'Actions en faveur des Lézards des Pyrénées *Iberolacerta aranica*, *I. bonnali* et *I. aurelioi*. 2013-2017. MEDDE – DREAL de Midi-Pyrénées – Nature Midi-Pyrénées. 122 p.

Pottier G. 2016 – Les reptiles des Pyrénées. Muséum national d'histoire naturelle, Patrimoines naturels, Tome 73. 352p.

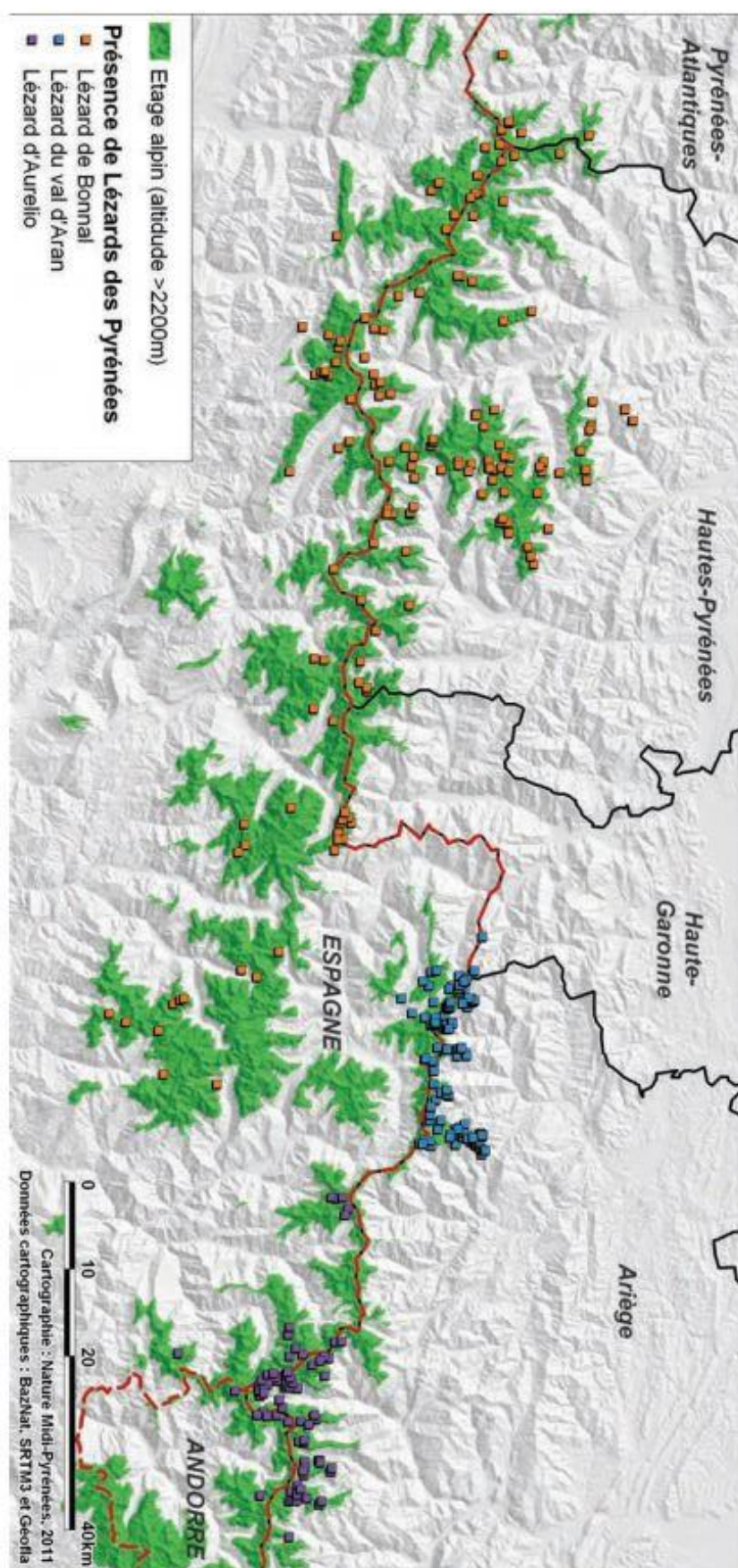
Pottier G. 2019 – Plan National d'Actions en faveur des Lézards des Pyrénées *Iberolacerta aranica*, *I. bonnali* et *I. aurelioi*. 2020-2029. MEDDE – DREAL Occitanie – Nature en Occitanie. 124 p.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Critères d'identification des espèces de lézards gris d'Aquitaine (Berroneau, 2015)

	Lézard des murailles	Lézard catalan	Lézard de Bonnal	Lézard vivipare
Forme générale	Lézard aplati horizontalement et robuste	Lézard aplati horizontalement, petit et peu robuste	Lézard aplati horizontalement	Lézard aplati verticalement, généralement petit et trapu
Forme de tête	Museau grand, long et droit	Museau court, fin et pointu	Museau grand et long, arcade sourcilière marquée (profil "crocodilien")	Museau très court et arrondi, tête haute
Ecaillure	Fine	Fine	Fine	Grossière, possibilité de compter les écailles dorsales
Motifs dorsaux	Mâle généralement marbré, ligne vertébrale et aspect ligné fréquents chez les femelles	Mâle généralement marbré, aspect ligné très marqué chez les femelles	Dos uni et flanc sombre, pas de ligne vertébrale sombre	Robe rarement marbré, ligne vertébrale sombre fréquente
Face ventrale	Parfois orangé, écailles latérales bleues fréquentes	Souvent orangé, écailles latérales bleues possibles	Jamais orangé, pas d'écailles latérales bleues	Parfois orangé, pas d'écailles latérales bleues
Ecaille internasale	Ne touche pas la rostrale	Ne touche pas la rostrale	Touche largement la rostrale	Ne touche pas la rostrale
Présence d'une ocelle blanche entourée de noir au-dessus de l'épaule	Oui	Non	Non	Non

ANNEXE 2 : Carte de répartition des espèces de genre *Iberolacerta* (Pottier, 2012)



ANNEXE 3 : Fiche "Données de présence & Covariables d'échantillonnage", exemple du passage 2 sur le site d'Arrious

Site	Arrious		Heure	Début	11h28
Année	2021			Fin	14h59
Passage	2		Météo	T°C	20,1
Date	09/07/2021			T°C 7jours	19,89
Commentaires :				Nébulosité	0
				Pluvio.	Non
				Pluvio 7j.	10,6
				Vent (m/s)	NA
Sp	Stade	Sexe	Alt	Longitude	Latitude
Podarcis muralis	Adulte	Femelle	1775,08301	42,842206	-0,362899
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	1785,84155	42,842164	-0,362563
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	2000,8794	42,844996	-0,352822
Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	2022,95947	42,844983	-0,35276
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2023,48084	42,845065	-0,352338
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	2023,48084	42,845037	-0,351919
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2030,15002	42,844919	-0,351582
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2034,53528	42,844903	-0,351399
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2034,53528	42,844779	-0,350987
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	2044,07068	42,844669	-0,350491
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2048,50732	42,844652	-0,350479
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2054,56152	42,844585	-0,350221
Iberolacerta bonnali	Juvénile	Indéterminé	2057,94287	42,844553	-0,350185
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	2058,47046	42,844573	-0,350034
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2059,2981	42,84454	-0,349875
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2060,12085	42,844538	-0,349668
Iberolacerta bonnali	Juvénile	Indéterminé	2060,85742	42,844555	-0,349613
Podarcis muralis	Juvénile	Indéterminé	2062,09204	42,844553	-0,349525
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2062,29321	42,844564	-0,349427
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2063,28687	42,844621	-0,349224
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2063,28687	42,844674	-0,349062
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2063,28687	42,844692	-0,348863
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2063,48511	42,84478	-0,348611
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2064,80176	42,844782	-0,348516
Podarcis muralis	Juvénile	Indéterminé	2064,80176	42,844764	-0,348414
Iberolacerta bonnali	Adulte	Indéterminé	2066,33887	42,844753	-0,348319
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2070,82275	42,844817	-0,3481
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2076,55322	42,844758	-0,348001
Iberolacerta bonnali	Juvénile	Indéterminé	2076,55322	42,844731	-0,347983
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	2076,55322	42,84473	-0,347949
Iberolacerta bonnali	Juvénile	Indéterminé	2078,15942	42,844762	-0,347893
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2079,55933	42,844783	-0,347871
Podarcis muralis	Adulte	Mâle	2082,86133	42,844815	-0,347802
Iberolacerta bonnali	Juvénile	Indéterminé	2082,86646	42,84478	-0,347798
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2083,09888	42,844801	-0,347698
Iberolacerta bonnali	Adulte	Mâle	2083,09888	42,844844	-0,347705
Iberolacerta bonnali	Adulte	Femelle	2083,62769	42,84497	-0,347519

RESUME

Le changement climatique est actuellement l'un des principaux dangers pour la biodiversité, depuis 2016, l'association Cistude Nature a lancé le programme « Sentinelles du climat » permettant de mesurer les impacts de ces changements. Parmi les nombreuses espèces étudiées lors de ce programme se trouve le Léopard de Bonnal, *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927), espèce endémique du centre-ouest de la chaîne des Pyrénées. Afin de suivre l'évolution de ses populations dans le temps, les individus sont inventoriés sur 4 sites de présence en Vallée d'Ossau, à l'aide de transect répartis entre 1700 et 2400 mètres d'altitude. L'analyse de la répartition des léopards inventoriés cette année 2021, combinée aux résultats des années précédentes, permet de mettre en évidence une légère augmentation de l'altitude moyenne des populations sur la plupart des sites. Différentes analyses par carte de chaleur (Interpolation IDW) ont permis de constater une remontée du Léopard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) qui pourrait provoquer un phénomène de compétition intraspécifique. Les prévisions ayant tendance à prédire une augmentation des températures dans le futur, il est fort probable que la survie du Léopard de Bonnal soit mise en péril par le changement climatique.

Mots-clés : *Iberolacerta bonnali*, Carte de chaleur, Changement climatique, Vallée d'Ossau, transect