

Suivi d'une population de Lézard de Bonnal
***Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927)**
dans le Val d'Arrious (Vallée d'Ossau)

par

Jean-Marc THIRION⁽¹⁾, Julie VOLLETTE⁽¹⁾, Christian PLISSON⁽²⁾, Christophe ANDRÉ⁽²⁾,
Jérôme LAFITTE⁽²⁾ & Eric SOURP⁽²⁾

⁽¹⁾Association OBIOS, 22 rue du docteur Gilbert, F-17250 Pont l'Abbé d'Arnoult
thirion.jean-marc@sfr.fr

⁽²⁾Parc National des Pyrénées, Villa Fould, 2 rue du IV septembre, BP 736,
F-65007 Tarbes Cedex

Résumé – Un suivi de la population de Lézard de Bonnal *Iberolacerta bonnali* du Val d'Arrious (Vallée d'Ossau) a été mis en place dans le Parc National des Pyrénées. Ce suivi a permis de cartographier la distribution des Lézards pyrénéens de Bonnal et la zone de contact avec le Lézard des murailles *Podarcis muralis*, à partir de 2 010 m d'altitude. L'habitat du Lézard de Bonnal est localisé aux expositions les plus thermophiles comprenant les pelouses en gradin à Fétuque gispet, les zones d'éboulis, les dalles et falaises siliceuses ainsi que les blocs des éboulis frais et humides où persiste la neige, bordant le ruisseau d'Arrious. L'étude par capture-marquage-recapture a permis d'estimer la population de Lézards de Bonnal à 69 individus (54 - 99 individus à 95 %) pour 2 458 m², soit 281 lézards par hectare. L'étude du Lézard de Bonnal à Arrious a permis de réaliser un premier état des lieux de cette espèce et de valider une méthode de suivi de la population. D'autres stations seront suivies sur le même modèle afin d'établir un réseau de sites suivis sur le long terme.

Mots-clés : Lézard de Bonnal, Val d'Arrious, répartition, habitat, densité, suivi

Summary – **Monitoring of the population of the Pyrenean rock lizard *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) in the “Val d'Arrious” (Ossau Valley).** A monitoring of the population of the Pyrenean rock lizard *Iberolacerta bonnali* in the Val d'Arrious (Ossau Valley) was established in the Pyrenees National Park. This monitoring allowed mapping the distribution of the Pyrenean rock lizard's as well as the contact zone with the common wall lizard *Podarcis muralis*, from the altitude of 2.010 m a.s.l upwards. The habitat of the Pyrenean rock lizard is restricted to the most thermophilous exposures, including *Festuca eskia* meadows, screes areas, siliceous slabs, and outcrops along with damp boulders and screes where the snow remains, along the stream of Arrious. A capture-mark-recapture study estimated the population size of the Pyrenean Rock Lizard's population size at 69 individuals (54 - 99 individuals at 95 %), for 2.458 m², i.e. a density of 281 lizards per hectare. The study of the Pyrenean rock lizard of Arrious allowed to make a first inventory of this species and to validate a monitoring method. Other sites will be studied following this protocol to establish a network of sites for long-term monitoring.

Key-words: Pyrenean rock lizard, “Val d'Arrious”, distribution, habitat, density, monitoring

I. INTRODUCTION

Le Lézard de Bonnal est une espèce endémique des milieux subalpins et alpins des Pyrénées (Arribas 1993, Pottier 2012a). Il occupe une zone limitée à l'ouest par le Pic du Midi d'Ossau, en plein cœur du Parc National des Pyrénées, et qui atteint à l'est le massif des Encantats dans le Parc National d'Aigües Tortes en Catalogne (Arribas 2004, Pottier *et al.* 2013). Son aire de distribution restreinte, inférieure à 2 000 km², place cette espèce dans la catégorie quasi menacée de la liste rouge mondiale de l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (Pérez-Mellado *et al.* 2009). La France qui a une responsabilité importante pour la conservation de cette espèce menacée, notamment par le réchauffement climatique, a mis en place un plan national d'actions (PNA) (Pottier 2012b). Ce PNA prévoit, entre autres, de développer des connaissances sur les habitats et les optimums écologiques ainsi que sur les relations entre Lézard de Bonnal et Lézard des murailles (Pottier 2012b). Le Parc National des Pyrénées est l'un des acteurs de ce PNA. Depuis la création du Parc en 1967, des études ont été réalisées sur différentes espèces comme le Lézard pyrénéen de Bonnal *Iberolacerta bonnali* (ex. Pottier 2007). Dans le cadre de la charte d'adhésion du Parc National des Pyrénées, le Lézard de Bonnal est une espèce prioritaire en termes de conservation. C'est dans ce contexte qu'un suivi de la population du Lézard de Bonnal dans le Val d'Arrious (Vallée d'Ossau) a été mis en place avec comme objectif d'apporter des éléments à l'actuel plan national d'actions. Ce suivi comprend d'une part la cartographie de la répartition du Lézard de Bonnal et du Lézard des murailles afin de localiser les zones de contact et d'autre part la description des habitats ainsi que l'estimation de la densité du Lézard de Bonnal en limite occidentale de répartition.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Localisation et description du site d'étude

Le site étudié se situe dans le Val d'Arrious (Fig. 1), de la fin de la forêt après la cabane du caillou de Soques jusqu'au col d'Arrious. Il comprend les secteurs du lac d'Arrious, du Quèbe d'Arrious et une partie des éboulis proches des crêtes de Gabardères. Le fond du val est parcouru par le ruisseau d'Arrious. La géologie sommaire du Val d'Arrious est représentée principalement par des terrains sédimentaires (calcaires, pélites et grès...). De part et d'autre du ruisseau d'Arrious, en remontant les pentes, de nombreux éboulis et cônes d'éboulis sont visibles. Avant d'atteindre le col d'Arrious, quelques barres rocheuses sont formées par des schistes et quartzites de la série de Sia.

La végétation varie en fonction des étages (montagnard, subalpin et alpin), de l'humidité et des formations géologiques (éboulis, falaises et dalles rocheuses, pelouses en gradin, pelouses fraîches...). Les principales activités humaines notées sur le Val d'Arrious sont le pastoralisme et le tourisme.

Dans le Val d'Arrious, un site plus petit a été sélectionné pour estimer l'abondance des Lézards de Bonnal. Ce site étudié ne devait pas comporter de Lézards des murailles et devait présenter des commodités de travail, notamment limiter l'accidentalité du terrain et être peu étendu pour optimiser l'efficacité de pression. Ce site de 2 458 m² se situe le long du ruisseau d'Arrious, entre 2 100 et 2 110 mètres d'altitude. Sur cette station d'étude (Fig. 2), le ruisseau d'Arrious serpente au milieu d'une mosaïque de pelouses et de blocs rocheux de différentes dimensions et le site est circonscrit par des pierriers. [Suite page 14]

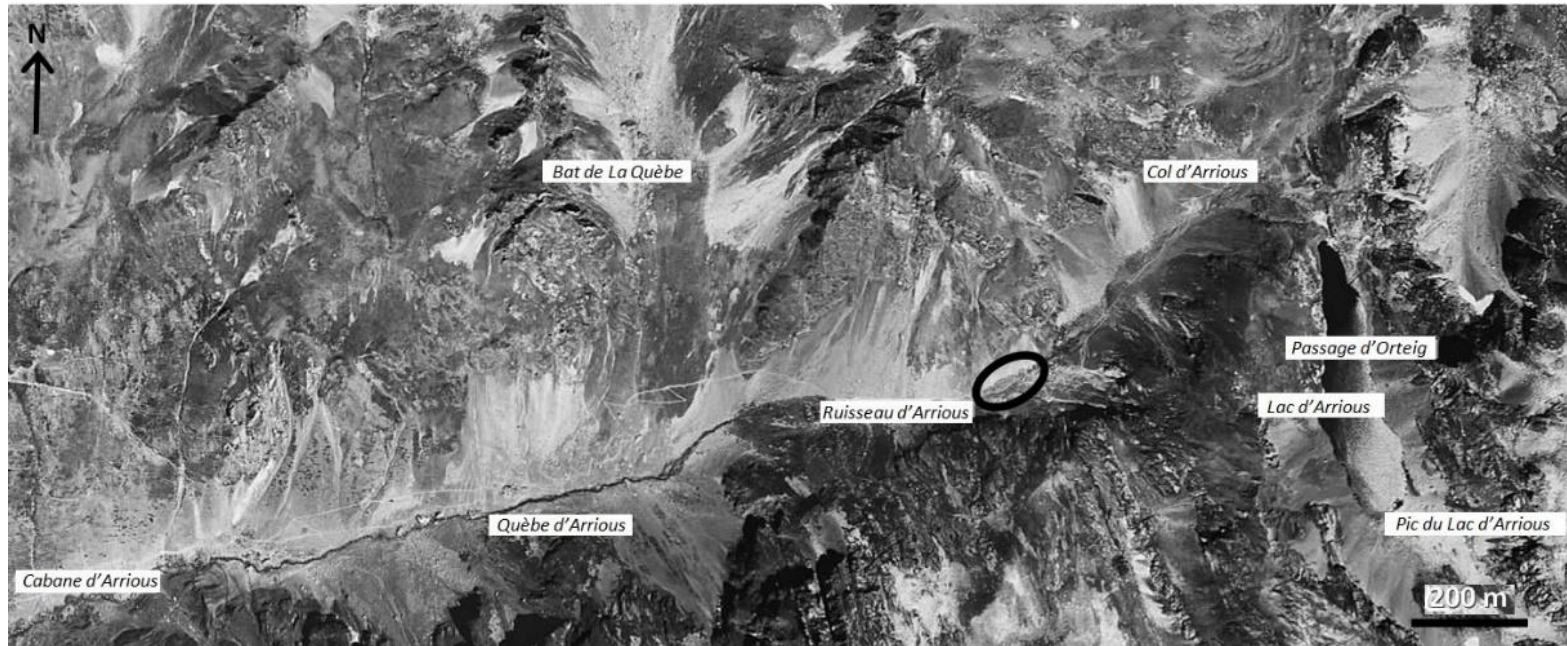


Figure 1 : Localisation du site d'étude pour la méthodologie de Capture-Marquage-Recapture des Lézards de Bonnal.
Figure 1: Study area location for the Capture-Mark-Recapture experiment on Pyrenean rock lizards.



Figure 2 : Périmètre du site d'étude pour le protocole de Capture-Marquage-Recapture des Lézards de Bonnal.

Figure 2: Delineation of the study area for the Capture-Mark-Recapture protocol on Pyrenean rock lizards.

Répartition et description des paramètres de l'habitat

Les prospections doivent être réalisées au moment où les Lézards de Bonnal et les Lézards des murailles sont les plus actifs en fonction de l'altitude. Sur le site d'étude du Val d'Arrious, les prospections ont été réalisées durant trois journées du mois de juillet 2011, entre 10 h 30 et 16 h par temps ensoleillé. Chaque contact de Lézard(s) a été géoréférencé ainsi que les données négatives correspondant à des habitats favorables à Lézards mais sans contact. Les habitats ont été caractérisés par les principales espèces végétales et définis par leur code Corine Biotope (CBxx). L'analyse des expositions des contacts de Lézards de Bonnal a été réalisée par de la statistique circulaire. Un test d'uniformité de Rayleigh (Test Z) a été effectué à l'aide du logiciel ORIANA 4.02 (© Kovach Computing Services) où la valeur Z est calculée simplement comme $Z = n r^2$, où "n" est le nombre d'observations et "r" la longueur du vecteur moyen. Un vecteur moyen plus long signifie une plus grande concentration des données autour de la moyenne, et donc moins de probabilité que les données soient uniformément réparties.

Capture-Marquage-Recapture

Il n'est pas possible d'évaluer avec certitude l'ensemble de la population de Lézards de Bonnal du fait même de ses mœurs fissuricoles. Par conséquent, nous avons effectué une estimation de la population durant deux journées consécutives au début du mois d'août 2011,

correspondant à une période active de l'espèce. Pour cela, nous avons appliqué une méthode par capture, marquage et recapture (CMR.). La méthode de CMR pour l'estimation de la taille d'une population consiste à capturer puis à marquer les individus, à les relâcher dans leur milieu, et à en recapter un certain nombre de nouveau lors de sessions ultérieures (Joly & Deheuvels 1997). Williams *et al.* (2002) conseillent l'utilisation de x_{10} , x_{01} et x_{11} pour représenter, respectivement, le nombre d'individus capturés la première fois, la seconde fois et les deux fois. D'après ces auteurs, les historiques de capture pour deux échantillons peuvent être résumés par les statistiques suivantes :

$n_1 = x_{11} + x_{10}$; le nombre d'individus capturés et marqués au premier passage
 $n_2 = x_{11} + x_{01}$; le nombre d'individus capturés au deuxième passage
 $m_2 = x_{11}$; le nombre d'individus capturés au second passage et marqués au premier
 $r = n_1 + n_2 - m_2$; le nombre d'individus distincts capturés durant l'étude

Pour estimer la taille de la population (N) l'estimateur de Lincoln-Petersen est le plus simple à mettre en place, ne nécessitant que deux passages (Par ex. Heyer *et al.* 1994), et se basant sur la formule : $N = (n_1 \times n_2) / m_2$. Cette formule a tendance à surévaluer la taille de la population. Pour réduire ce biais, Chapman (1951) propose une autre formule : $N = [(n_1 + 1)(n_2 + 1) / (m_2 + 1)] - 1$ qui est retenue pour cette étude. Cette formule est considérée comme non biaisée si $(n_1 + n_2) \geq N$ ou presque non biaisée si $m_2 > 7$ (Seber 1982, Krebs 1999). Si $(n_1 + n_2) \leq N$, le biais de l'estimateur de Chapman est approximativement égal à

$$- N \exp[-(n_1 + 1) \times (n_2 + 1) / N] \text{ (Seber 1982, Amstrup } et al. 2005).$$

Williams *et al.* (2002) définissent la probabilité (p) qu'un individu de la population soit capturé au moins une fois durant les deux passages comme égale à :

$$p = rx_{11} / (x_{11} + x_{10})(x_{11} + x_{01})$$

Plusieurs méthodes d'estimation de l'intervalle de confiance de l'indice de Lincoln-Petersen sont disponibles, le choix de la méthode dépend du ratio m_2 / n_2 et de la valeur de m_2 selon les recommandations de Seber (1982).

Pour appliquer cette méthode, nous avons respecté les différentes conditions énoncées par Krebs (1999) :

- la population doit être fermée géographiquement et démographiquement ; le temps entre la première et la deuxième capture est de 24 heures ce qui limite les changements démographiques et spatiaux ;

- tous les individus de la population doivent avoir la même chance d'être capturés ;

- le marquage, bien que temporaire, doit être persistant entre la première capture et la recapture et ne doit pas entraîner la mort de l'individu ; nous avons adopté un marquage indolore pour les Lézards par un tag de couleur avec des pigments fluorescents orange « insect tracing color » distribués par Radiant color (JSSO3019). Les pigments fluorescents sont mélangés avec de l'huile de paraffine afin d'améliorer la méthode et de réduire le risque de pénétration des matières fluorescentes à travers l'épiderme (Lodé 1996). Le tag est placé sur l'individu à l'aide d'un pinceau placé sur une baguette qui permet d'approcher à distance le lézard et de lui badigeonner une partie du corps.

Le calcul de l'intervalle de confiance a été réalisé avec le logiciel Ecological Methodology 7.0 (Krebs & Kenney 2009).

III. RÉSULTATS

Distribution

Des prospections ont été réalisées dans les pierriers bordant le chemin qui mène au col d'Arrious, autour du col et du lac Arrious. Des Lézards des murailles ont été observés le long du chemin jusqu'à 2 050 mètres d'altitude, les contacts étant de moins en moins abondant à mesure que l'altitude augmente (Fig. 3). Des Lézards de Bonnal ont été observés à partir de 2 010 mètres d'altitude et jusqu'à 2 360 mètres (Fig. 3). La zone de contact entre le Lézard des murailles et le Lézard de Bonnal est limitée avec peu de recouvrement.

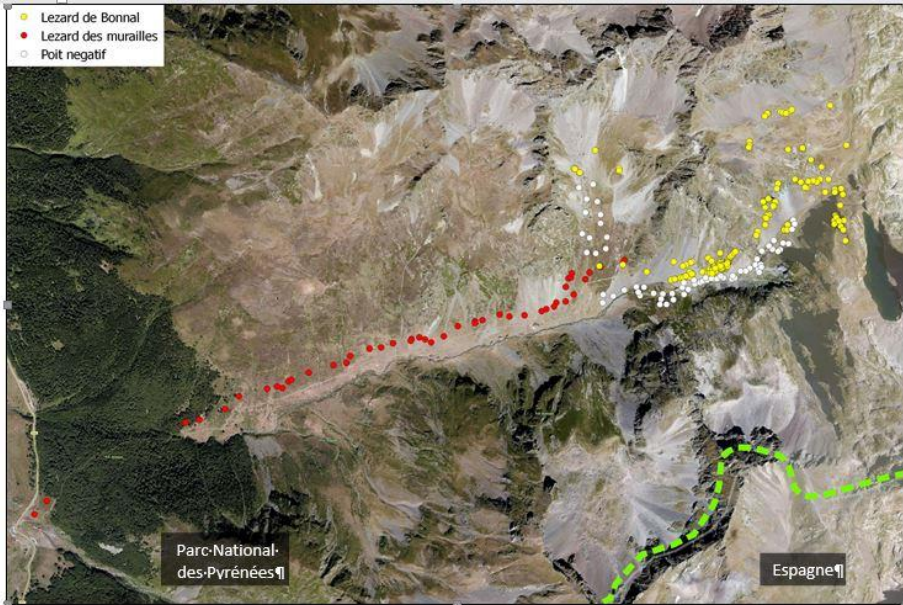


Figure 3 : Localisation des contacts de Lézard de Bonnal (points jaunes) et de Lézard des murailles (points rouges) dans la vallée d'Arrious, avec les données négatives (points blancs).

Figure 3: Location of records of Pyrenean rock lizard (yellow points) and common wall lizard (red points) in the Arrious Valley, including negative data (white points).

Habitats

Un grand nombre des contacts de Lézards de Bonnal (plus de 60 %) ont été réalisés dans les éboulis siliceux subalpins et alpins composés de gros éléments peu mobiles (CB61.33) et sur les blocs des éboulis frais et humides où persiste la neige bordant le ruisseau d'Arrious. Quelques individus (13 % des contacts) en déplacement ou à proximité de pierres enterrées et de terriers de Marmotte des Alpes *Marmota marmota* ont été observés dans les pelouses pyrénéennes en gradins à Fétuques gispets *Festuca eskia* et en bas des éboulis (CB36.332). Le reste des contacts, 26 %, ont été réalisés sur les parois des barres rocheuses (CB62.2) et sur les dalles rocheuses (CB62.3). Le long du chemin, les cairns de pierres posées sur les gros blocs sont des habitats très fréquentés par le Lézard de Bonnal.

Exposition

Les habitats des Lézards de Bonnal relevés sont significativement exposés de manière non-uniforme ($Z = 58,05$; $p < 0,0001$). Les données sont réparties essentiellement dans une direction sud à sud-est, avec un vecteur moyen de $161,35^\circ$ et une médiane à 180° (variance circulaire = 0,238) (Fig. 4).

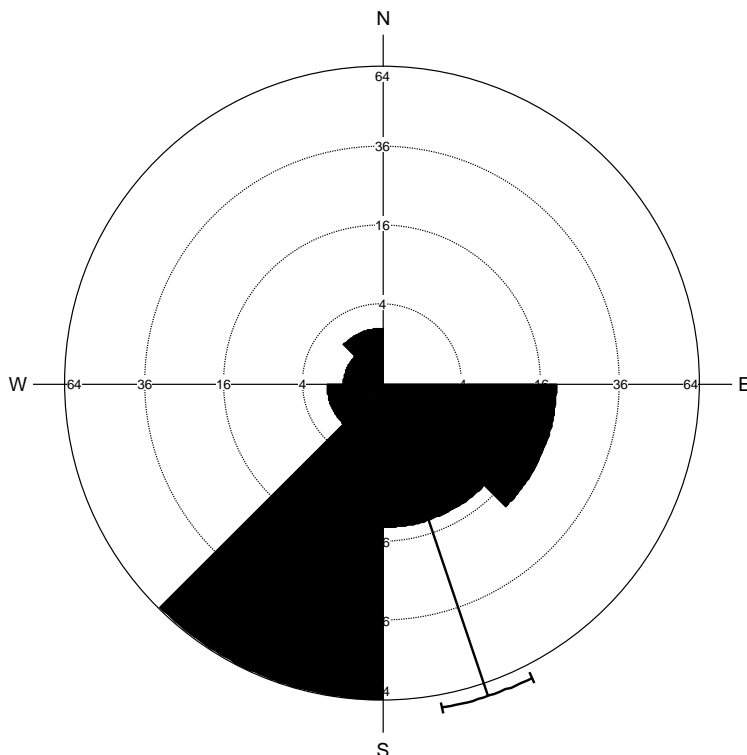


Figure 4 : Rose des contacts de Lézard de Bonnal en fonction des expositions des habitats avec vecteur moyen.

Figure 4: Rose of Pyrenean rock lizards' contacts depending on habitats exposure with mean vector.

Aucun contact de Lézard de Bonnal n'a été noté dans des expositions nord ou nord-est. Quelques rares habitats exposés Ouest et Nord-ouest sont fréquentés par ce lézard.

Estimation densité

Au mois d'août 2011, les prospections de terrain ont permis de capturer et de marquer au premier passage (n_1) 33 Lézards de Bonnal ($x_{11} = 15$ et $x_{10} = 18$) (Fig. 5). Lors du deuxième passage (n_2), 32 lézards ($x_{11} = 15$ et $x_{01} = 17$) ont été capturés dont 15 étaient marqués (m_2) du premier passage (Fig. 4). La population (N) de Lézards de Bonnal est donc estimée à 69 individus. L'intervalle de confiance est basé sur une loi Binomiale, du fait que la fraction d'animaux marqués (m_2 / n_2) est supérieure à 0,10 avec 0,468.

Les limites de l'intervalle de confiance de la proportion de lézards marqués (m_2 / n_2) sont de 0,334 et 0,607. Ainsi la population de Lézards de Bonnal est estimée au mois d'août 2011 à 69 individus avec, à 95 %, un minimum de 54 individus et un maximum de 99 individus. Comme $(n_1 + n_2) \leq N$, le biais estimé est négligeable avec $-5,9819 \cdot 10^{-6}$.

La probabilité (p) qu'un individu de la population soit capturé au moins une fois durant les deux passages est égal à 0,71.

Ainsi, la densité estimée de Lézard de Bonnal est de 281 lézards par hectare avec, à 95 %, un minimum de 220 individus et un maximum de 403 individus. [Suite page 19]

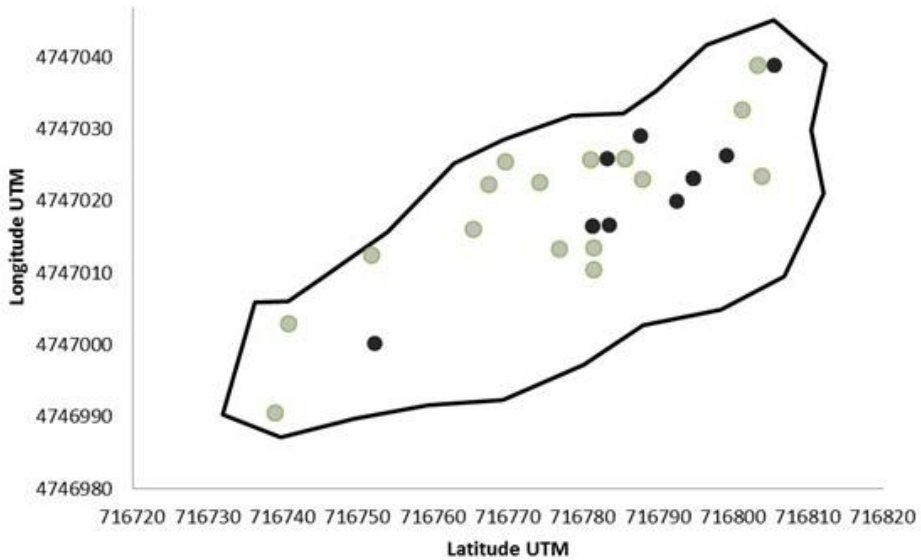
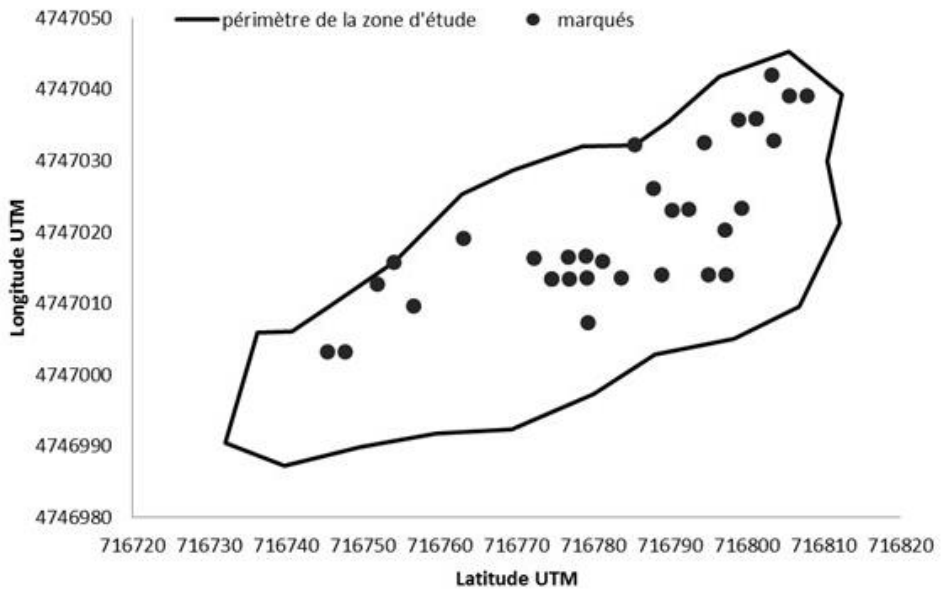


Figure 5 : Localisations des individus de Lézard de Bonnal lors des première et deuxième périodes de capture-marquage-recapture du site d'étude dans le Vallon d'Arrious (point noir = individu marqué ; point gris = individu non marqué).

Figure 5: Location of Pyrenean rock lizards individuals during the first and second sessions of Capture-Mark-Recapture of the study site in the Arrious Valley (black dot = tagged individual; grey dot = untagged individual).

IV. DISCUSSION

La limite inférieure altitudinale du Lézard de Bonnal dans le vallon d'Arrious est située autour de 2 010 m proche des observations antérieures de Dohogne et Sych du 20 août 1999 (Pottier 2013). La limite inférieure connue chez cette espèce est 1 560 m au Cirque de Gavarnie (Pottier 2007). Cet abaissement de la limite altitudinale serait à mettre en relation avec l'exposition du site (Arribas 2004). Dans notre étude, la zone de contact entre le Lézard des murailles et le Lézard de Bonnal se situe autour de 2 000 m d'altitude. Pottier (2013) la situe dans le vallon d'Arrious (massif du pic d'Arriel) vers 1 800 m d'altitude. La recherche de la zone de contact entre ces deux espèces en concurrence (Arribas 1997, 1998, Carranza *et al.* 2004, Pottier 2007) est importante pour suivre précisément l'évolution de la répartition altitudinale de ces deux espèces dans un contexte de réchauffement climatique qui devrait entraîner une réduction importante de la répartition altitudinale du Lézard de Bonnal (Araújo *et al.* 2011).

Les habitats fréquentés par le Lézard de Bonnal dans le vallon d'Arrious sont conformes à ceux décrits par Pottier (2007). Cette espèce est connue également dans d'autres habitats moins héliophiles et rupicoles, comme les forêts de pins de montagne xéroclines (42.41), les forêts de pins de montagne à Rhododendron ferrugineux (42.42) ainsi que les landes à Rhododendron seul (31.42) (*Ibidem*). Le Lézard de Bonnal utilise également ponctuellement, pour se déplacer de bloc en bloc, la pelouse humide qui borde le ruisseau d'Arrious. Arribas (2004) mentionne qu'il est répandu dans les zones d'interface entre les prairies et les roches, en particulier dans des endroits qui retiennent l'humidité tout au long de l'été, comme à proximité des lacs et cours d'eau de montagne. L'espèce utilise aussi les sols nus (Arribas 2010) comme nous l'avons également observé au col d'Arrious.

Dans notre étude, les contacts de Lézards de Bonnal ont été réalisés majoritairement dans les habitats aux expositions les plus thermophiles autour du sud, sud-est et sud-ouest. Ces observations à l'échelle du paysage confortent les résultats de l'étude de Pottier (2007) dont l'analyse de l'exposition a été réalisée par cartographie à l'échelle régionale du Parc National des Pyrénées. Les contacts de Lézards de Bonnal à Arrious ont été notés à des inclinaisons de pentes très diverses, des plus pentues, parois des barres rocheuses, aux moins pentues, bords du ruisseau d'Arrious. Le Lézard de Bonnal ne montre aucune préférence dans l'inclinaison des pentes des habitats fréquentés en fonction de l'âge et du sexe (Arribas 2009, 2010).

Il est difficile de comparer les densités de Lézards de Bonnal car les méthodes employées ne sont pas toujours précisées. Cependant, le manque d'étude de population de Lézard de Bonnal nous incite à citer ces densités. Les densités de Lézards de Bonnal varient en fonction des stations étudiées, 380 individus/ha en Bigorre, 2 090 adultes/ha à Ordesa (à 2 090 m d'altitude) (Arribas 2007, 2015). Dans notre étude, la densité estimée est un peu moins importante avec 281 individus/ha. Cependant, elle est plus importante que celles notées par Arribas (2007) de 200 individus/ha au Posets par l'arête des Espadas et de 20 individus/ha au lac d'Artouste en Arriel. Pottier (2007) avec une méthode similaire à celle que nous avons utilisée note une densité plus faible de 52 individus/ha au Vallon d'Estaragne (Néouvielle). Les différences constatées peuvent être dues à des différences méthodologiques, notamment une extrapolation de densités estimées sur des surfaces d'habitats favorables plus petites ne comprenant pas des éléments défavorables du paysage. Elles peuvent aussi être caractéristiques d'une variabilité d'habitats étudiés. L'étude du Lézard de Bonnal à Arrious a permis de réaliser un premier état des lieux de cette espèce. Cependant, la méthode de Lincoln-Petersen utilisée dans cette étude pour estimer la taille de la population a comme postulat de départ que tous les individus ont la même probabilité de capture.

Cette condition est rarement vérifiée car certains individus sont plus capturables que d'autres pour diverses raisons créant une hétérogénéité de capture (Par ex. Mazerolle *et al.* 2007). Cette hétérogénéité de capture peut être un biais à l'estimation de la taille de la population de Lézard de Bonnal. L'amélioration de la méthode devra prendre en compte ces aspects en augmentant le nombre de sessions de captures tout en prenant en compte les conditions météorologiques très changeantes à cette altitude.

Le Parc National des Pyrénées a placé le Lézard de Bonnal comme une priorité de conservation dans sa charte. D'autres stations seront suivies par Capture-Marquage-Recapture afin d'établir un réseau de sites suivis sur le long terme.

Remerciements – Nous aimerions remercier Gilles Pottier pour ses conseils techniques dans la mise en place de cette étude. Nous voudrions remercier Pierre-André Crochet, Claude-Pierre Guillaume et Matthieu Berroneau pour la relecture de cet article qui a permis de l'enrichir. Nous aimerions remercier le ministère de l'Écologie et du Développement Durable pour avoir délivré une autorisation de capture nécessaire à l'étude de cette espèce protégée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Amstrup S.C., McDonald T.L. & Manly B.F.J. (éds) 2005 – *Handbook of Capture-Recapture Analysis*. Princeton University Press, Princeton. 313 p.

Araújo M.B., Guilhaumon F., Rodrigues Neto D., Pozo Ortego I. & Gómez Calmaestra R. 2011 – *Impactos, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad española frente al cambio climático. 2. Fauna de vertebrados*. Dirección general de medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid. 640 p.

Arribas O. 1993 – Intraspecific variability of *Lacerta (Archaeolacerta) bonnali* Lantz, 1927 (Squamata: Sauria: Lacertidae). *Herpetozoa*, 6: 129-140.

Arribas O. 1997 – Biogeografía del piso alpino y su congruencia con la distribución y diferenciación geográfica de las Lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Archaeolacerta*, S. L.). *Lucas Mallada*, 9: 9-33.

Arribas O.J. 1998 – Caracterización de los factores fisiográficos, geológicos y climáticos del área de distribución de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Iberolacerta* Arribas 1997; subgen. *Pyrenesaura* Arribas 1999) y otros lacértidos del Piso Alpino de los Pirineos. *Lucas Mallada*, 10: 67-85.

Arribas O. 2004 – *Lacerta bonnali* Lantz, 1927. Lagartija pirenaica. Pp. 223-224 in Pleguezuelos J.M., Márquez R. & Lizana M. (éds.) *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Tercera impresión. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Asociación Herpetológica Española, Madrid. 587 p.

Arribas O. 2007 – *Istòria Naturau e Evolucion dera Cernalha Aranesa*, *Iberolacerta aranica*. Conselh Generau d'Aran. 446 p.

Arribas O. 2009 – Habitat selection, thermoregulation and activity of the Pyrenean Rock Lizard *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) (*Squamata: Sauria: Lacertidae*). *Herpetozoa*, 22(3/4): 145-166.

Arribas O. 2010 – Activity, microhabitat selection and thermal behavior of the Pyrenean Rock Lizards *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993), *I. aurelioi* (Arribas, 1994) and *I. bonnali* (Lantz, 1927) (*Squamata: Sauria: Lacertidae*). *Herpetozoa*, 23(1/2): 3-23.

- Arribas O. 2015 – Lagartija pirenaica – *Iberolacerta bonnali*. In Salvador A. & Marco A. (éds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> [Consultation : 1^{er} mars 2017]
- Carranza S., Arnold E.N. & Amat F. 2004 – DNA phylogeny of Lacerta (*Iberolacerta*) and other lacertine lizards (Reptilia, Lacertidae). Did competition cause long-term mountain restriction? *Systematics and Biodiversity*, 2(1): 57-77.
- Chapman D.H. 1951 – Some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological censuses. *University of California Publications in Statistics*, 1: 131-160.
- Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.-A.C. & Foster M.S. 1994 – *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington and London. 364 p.
- Joly P. & Deheuvels O. 1997 – *Méthodes d'inventaire des communautés et des populations d'Amphibiens*. Université Claude Bernard Lyon I, Laboratoire Écologie des Eaux Douces et des Grands Fleuves. 17 p.
- Kovach Computing Services. 2013. *Oriana. Version 4.02*.
- Krebs C.J. 1999 – *Ecological Methodology*. 2nd ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, California. 620 p.
- Krebs C.J. & Kenney A. 2009 – *Ecological methodology. Version 7.0*.
- Lodé T. 1996 – Une méthode pour le suivi des déplacements terrestres des amphibiens et reptiles. *Bull. Soc. Herp. de France*, 79: 23-30.
- Mazerolle M.J., Bailey L.L., Kendall W.L., Royle J. A., Converse S.J. & Nichols J.D. 2007 – Making great leaps forward: accounting for detectability in herpetological field studies. *Journal of Herpetology*, 41(4): 672-689.
- Pérez-Mellado V., Cheylan M. & Martínez-Solano I. 2009 – *Iberolacerta bonnali*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T61447A12486917. URL : « <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T61447A12486917.en> » [Consultation : 6 décembre 2017]
- 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*. Diplôme de l'École Pratique des Hautes Études, Laboratoire de biogéographie et écologie des vertébrés EPHE, Montpellier. 166 p.
- Pottier G. 2012a – *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) Lézard de Bonnal. Pp. 178-179 in Lescure J. & de Massary J.-C. (coord.) *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris (coll. Inventaires & biodiversité). 272 p.
- Pottier G. 2012b – *Plan national d'actions en faveur des Lézards des Pyrénées Iberolacerta aranica, I. aurelioi et I. bonnali, 2013-2017*. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Paris. 122 p.
- Pottier G., Arthur C.P., Weber L. & Cheylan M. 2013 – Répartition des lézards du genre *Iberolacerta* Arribas, 1997 (Sauria: Lacertidae) en France. 3/3 : le Lézard de Bonnal, *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). *Bull. Soc. Herp. de France*, 148: 425-450.
- Seber G.A.F. 1982 – *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. 2nd edition, Griffin, London. 654 p.
- Williams B.K., Nichols J.D. & Conroy M.J. 2002 – *Analysis and management of animal populations*. Academic Press, London. 817 p.

Manuscrit accepté le 31 mars 2018



Lézards de Bonnal, *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927).
Val d'Arrious, sur le site d'étude.
Photos : J.M. Thirion.

Pyrenean Rock Lizards, Iberolacerta bonnali (Lantz, 1927) in the "Val d'Arrious" – study site.
Pictures: J.M. Thirion.