

Analyse Satiale de Population de *Furcifer labordi* dans la Reserve Spéciale d'Andranomena, Morondava-Madagascar

Nirindrainiarivony Philibertin Honoré Djadagna Ahy

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Achille Philippe Raselimanana

Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences,

Université d'Antananarivo, Madagascar

Association Vahatra, Madagascar

Lily-Arison René De Roland

Département de Biologie, Faculté des Sciences,

Université de Toliara, Madagascar

Peregrine Fund Madagascar, Madagascar

Willy Nathoo Veriza

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Daudet Andriafidison

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Madagasikara Voakajy, Madagascar

[Doi: 10.19044/esipreprint.2.2024.p202](https://doi.org/10.19044/esipreprint.2.2024.p202)

Approved: 10 February 2024

Posted: 13 February 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Ahy N.P.H.D., Raselimanana A.P., De Roland L.A.R., Veriza W.N. & Andriafidison D.

(2024). *Analyse Satiale de Population de *Furcifer labordi* dans la Reserve Spéciale d'Andranomena, Morondava-Madagascar*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.2.2024.p202>

Resume

Furcifer labordi est une espèce de caméléons uniquement connue dans quelques localités de la partie occidentale de Madagascar. Son aire de distribution est restreinte entre les fleuves Tsiribihina et Fiherenana. Nous avons réalisé des recherches pour comprendre sa distribution écologique et spatiale dans la Reserve Spéciale d'Andranomena. Des investigations ont été menées dans les habitats proche et loin de cours d'eau, à la lisière et l'intérieur de la forêt et dans la forêt relativement intacte et celle en régénération. Nos résultats ont révélé que cette espèce se répartit uniformément dans les différents types d'habitats. Autrement dit, sa

distribution horizontale n'est pas influencée ni par la dégradation de l'habitat, ni par le cours d'eau. La couverture de la canopée et la repartition des plantes selon la hauteur de l'extérieur vers l'intérieur de la forêt sont des paramètres qui influencent cette distribution horizontale. Les oiseaux (six espèces) et les serpents (quatre espèces) prédateurs ne provoquent pas de perturbation sur *F. labordi* et n'influencent pas sa distribution horizontale. Cette dernière n'est pas aussi influencée par l'abondance en insectes disponibles. La hauteur du perchoir utilisé varie beaucoup, elle n'est pas cependant liée, ni à la classe d'âge ni au sexe. *F. labordi* ne présente en général aucune préférence particulière quant au choix de plante utilisée comme perchoir. Il en est de même pour la hauteur et les DHP de plantes perchoirs. L'espèce emploie similairement les parties des plantes disponibles et ne présente pas de préférence particulière. Toutes les classes d'âges ont été observées et ne présentent pas de préférence particulière en terme de types d'habitats. Nos résultats suggèrent que la répartition restreinte de cette espèce pourrait être dû à la disparition de son habitat.

Mot-cles: *Furcifer labordi*, caméléon, analyse spatiale, *Andranomena*, Madagascar

Population Spatial Analysis of *Furcifer labordi* in Andranomena Special Reserve, Morondava-Madagascar

Nirindrainiarivony Philibertin Honoré Djadagna Ahy

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Achille Philippe Raselimanana

Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences,

Université d'Antananarivo, Madagascar

Association Vahatra, Madagascar

Lily-Arison René De Roland

Département de Biologie, Faculté des Sciences,

Université de Toliara, Madagascar

Peregrine Fund Madagascar, Madagascar

Willy Nathoo Veriza

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Daudet Andriafidison

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Madagasikara Voakajy, Madagascar

Abstract

Furcifer labordi is a species of chameleon only known from a few localities in the western part of Madagascar. Its distribution area is restricted between the Tsiribihina and Fiherenana rivers. We carried out research to understand its ecological and spatial distribution in the Andranomena Special Reserve. Investigations were carried out in habitats near and far from watercourses, at the edge and interior of the forest and in relatively intact and regenerating forest. Our results revealed that this species is evenly distributed across different habitat types. In other words, its horizontal distribution is not influenced either by habitat degradation or by the watercourse. The cover of the canopy and the distribution of plants according to height from the outside to the inside of the forest are parameters that influence this horizontal distribution. Predatory birds (six species) and snakes (four species) do not cause any disturbance to *F. labordi* and do not influence its horizontal distribution. The latter is not as influenced by the abundance of available insects. The height of the perch used varies a lot, however it is not linked to age class or sex. *F. labordi* generally shows no particular preference regarding the choice of plant used as a perch. The same goes for the height and DBH of perching plants. The species uses available plant parts similarly and shows no particular preference. All age classes were observed and do not show any particular preference in terms of habitat types. Our results suggest that the restricted distribution of this species could be due

to the disappearance of its habitat.

Keywords: *Furcifer labordi*, chameleon, spatial analysis, Andranomena, Madagascar

Introduction

Les caméléons de Madagascar, à part quelques espèces, sont confinés dans des écosystèmes forestiers et ils ont une mœurs arboricole. En effet, la structure et la distribution de leur population est en relation directe avec le type et la nature de la formation végétale. Etant spécialiste en termes d'habitat en général, et très sensibles au changement de leur milieu naturel, ils sont considérés aussi comme de bon indicateur (Rabearivony & Raselimanana, 2022). Des recherches antérieures ont révélé que l'abondance des caméléons varie selon le type de végétation, le niveau de perturbation et la structure de la forêt (Jenkins *et al.* 2003). La composition spécifique change par exemple suivant le type de forêt (Akani *et al.* 2001). En outre, les caméléons sont généralement associés à des forêts intactes (Raxworthy, 1991 ; Raxworthy & Nussbaum, 1995 ; Jenkins *et al.*, 2003). Néanmoins, certaines espèces peuvent tolérer les habitats dégradés (Glaw *et al.*, 1999). Les caméléons du genre *Furcifer* se trouvent principalement dans les zones sèches de l'ouest et du sud de Madagascar. Sur le haut plateau central, ils sont limités aux habitats ouverts, alors que dans la partie occidentale, ils se trouvent à l'intérieur de la forêt relativement fermée (Jesu *et al.*, 1999 ; Andreone *et al.*, 2005).

La plupart des informations sur les distributions verticales des caméléons dans les forêts concernent la répartition des hauteurs ou site de repos où ils perchent la nuit. Ces sites de repos varient en fonction de la taille de l'animal pour supporter son poids et de la proximité avec d'autres caméléons (Randrianantoandro *et al.*, 2007a ; Measey *et al.*, 2013). Des observations anecdotiques suggèrent que les caméléons changent de site de repos et de position sur leur perchoir en fonction des conditions météorologiques. En effet, la pluie, les vents violents et les températures froides entraînent de changement des sites de repos comme des branches internes ou des zones couvertes de feuilles afin de s'abriter (Raselimanana & Rakotomalala, 2003 ; Raholdina, 2012). Certains auteurs suggèrent que les sites de repos sont une ressource limitée et en tant que tels, ils sont vigoureusement défendus (Burrage, 1973). De manière concordante, les caméléons se perchent seuls, bien que pendant la saison de reproduction, les mâles et les femelles se perchent à proximité parfois sur un même support (Wild, 1994 ; A. Raselimanana, observation personnelle). La position de caméléon sur leur perchoir varie beaucoup, elle peut être verticale, horizontale ou inclinée. La tête peut être orientée vers le haut ou vers le bas

et la queue peut être maintenue en position enroulée ou déroulée. La garde du partenaire durant la période de reproduction, en utilisant des gîtes à proximité, semble être relativement courante chez les caméléons (Toxopeus *et al.*, 1988 ; Cuadrado, 2001).

Dans les forêts, on a dit que les caméléons sont favorisés par les chutes d'arbres ou les écotones entre la forêt et l'habitat adjacent (Metcalf *et al.*, 2005 ; Reisinger *et al.*, 2006). Certains caméléons sont souvent attirés par la lisière forestière, un écotone qui est principalement caractérisée par la diversité et l'abondance des proies, en droit ensoleillé pour se prélasser et la visibilité excellente pour la recherche des partenaires et même pour la recherche d'endroit pour creuser le nid pour la ponte. Les effets de bordure naturelle, tels que ceux produits par les chutes d'arbres ou la zone ouverte le long des ruisseaux et des rivières sur la distribution des caméléons sont des faits bien connus et ils suggèrent même une abondance accrue de caméléons (Measey *et al.* 2013).

De nombreuses espèces de caméléons malgaches présentent une aire de distribution restreinte et certaines sont même endémiques locales ou connues seulement dans quelques localités dans une région. Parmi ces espèces à aire de distribution restreinte *Furcifer labordi* qui n'est connue que dans la partie ouest et sud-ouest de Madagascar. Une distribution qui s'étend vers le nord jusqu'à Soalala a été mentionnée (Brygoo, 1978 ; Glaw & Vences, 2007), mais en réalité, les spécimens du nord-ouest de l'île représentent une espèce à part entière, *F. voeltzkowi*, longuement considérée comme synonyme de *F. labordi* à cause de leur ressemblance morphologique et qui vient d'être ressuscitée (Glaw *et al.*, 2020). Son aire de distribution qui était jadis plus étendue et continue est actuellement fragmentée et perturbée. Elle n'est connue que dans quelques blocs forestiers, dans la forêt de Mikea (Karsten *et al.*, 2008 ; Raselimanana, 2004), dans les forêts de Menabe (Raselimanana & Rakotomalala, 2003) et dans le parc national de Kirindy Mite (Raselimanana, 2008). Elle fréquente la forêt dense caducifoliée de basse altitude, entre 20 et 100 m au-dessus du niveau de la mer (Glaw & Vences, 2007 ; Raselimanana, 2008). La particularité de *F. labordi* est son cycle biologique le plus court connu chez les vertébrés. Il ne dure qu'une année (Karsten *et al.*, 2008, Eckhardt *et al.*, 2017). Selon les études menées par Karsten *et al.*, 2008 dans la forêt de Ranobe, les œufs pondus et déposés dans un nid creusé dans le sol. Ils y restent en diapause sous forme d'embryon pendant huit (08) à neuf (09) mois jusqu'au début de la saison de pluie au mois de novembre où ils sont éclos. Les nouveaux éclos vont subir une croissance rapide, ils arrivent à maturité en quelques mois seulement et sont capables de s'accoupler dès le mois de janvier. Ils subissent peu de temps après, une sénescence et vont mourir en avril. C'est une durée moyenne de vie de quatre (04) à cinq (05) mois. A Kirindy, au

cours d'une saison des pluies en 2013 et 2014, la durée moyenne de vie était de six (06) à neuf (09) mois (Eckhardt *et al.*, 2017). Toutefois, des individus adultes mâles et femelles capturés au mois de février et maintenus en captivité ont pu survivre jusqu'au mois de septembre avec une période d'inactivité entre mai et début septembre (Raselimanana obs. pers.). En effet, des études et des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de mieux comprendre les facteurs de sa répartition restreinte, sa vulnérabilité face au changement du milieu naturel et l'origine et causes de son cycle de vie court. En raison de sa répartition restreinte, de sa vulnérabilité à la disparition de son habitat, de sa faible densité de population, Karten *et al.*, 2009, ont recommandé une priorité en matière de conservation pour cette espèce. Dans la présente recherche, nous nous intéressons particulièrement à l'analyse spatiale de la population de *Furcifer labordi* dans la Reserve Spéciale d'Andranomena.

Méthodes

Site d'étude

La présente étude a été menée dans la Reserve spéciale d'Andranomena, Commune rurale de Bemanonga, District de Morondava, Région Menabe. Elle est située à 30 km au Nord de la ville de Morondava. Les coordonnées géographiques des points de repères des sites où les échantillonnages ont été effectués sont S 20°10'29.6'' E 44°25'52.6'' (forêt relativement intacte), S 20°10'47.5'' E 44°25'47.5'' (forêt en régénération), S 20° 10' 13,3'' E 44° 25' 55,5'' (lisière de la forêt), S 20° 10' 13'' E 44° 26' 14'' (intérieur de la forêt), S 20° 10' 34,4'' E 44° 26' 2,9'' (forêt riverain de cours d'eau), S 20° 10' 27,7'' E 44° 26' 6,1'' (forêt loin de cours d'eau) et d'une altitude variant entre 0 à 250 m (figure 1). C'est une forêt dense sèche caducifoliée reposant sur de sol alluvionnaire, du sable du Quaternaire et d'une cuirasse sableuse. Elle couvre une superficie de 8 298 ha lors de sa création en 1958 selon le Décret n° 58-13 du 28 octobre 1958. Elle est actuellement gérée par Madagascar National Parks.

Elle fait actuellement partie du Paysage Harmonieux Protégé de Menabe Antimena créé en 2015. Toutefois, elle conserve ses propres statuts juridique et foncier ainsi que toutes les réglementations y afférant ; sa Surface actuelle est de 6420 ha selon le décret en vigueur (Goodman *et al.*, 2020).



Figure 1. Localisation de la zone d'étude

Méthode et technique d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage à distance ou « Distance Sampling » (Buckland *et al.*, 1993) a été utilisée pour recenser les caméléons. C'est la technique la plus fiable et rapide pour étudier la répartition spatiale et l'estimation de la densité des caméléons (Brady *et al.*, 1996 ; Brady & Griffiths, 1999 ; Jenkins *et al.*, 1999). La technique fait appel à l'utilisation des lignes de transect pour le recensement. Ce dernier a été effectué suivant des transects installés dans l'habitat proche et loin de cours d'eau, à la lisière et à l'intérieur de la forêt et dans la forêt relativement intacte et celle en régénération.

Des transects composés de trois lignes parallèles de 50 m de longueur ont été mis en place tous les 150 m le long d'une piste principale établie dans la forêt. Chaque ligne est distante de 20 m de la ligne adjacente afin d'éviter un double comptage d'un même individu lors du recensement. Les transects sont mis en place 24 heures avant la prospection afin d'atténuer la perturbation lors de l'installation. Les lignes débutent de 2 à 5 m de la piste principale pour éviter toutes perturbations qui pourraient être engendrées par le va et vient dans cette piste.

Le recensement des caméléons est effectué pendant la nuit, à partir de 19 heures lorsque ceux-ci dorment sur leur perchoir. En effet, cet animal diurne est difficile à observer le jour à cause de son excellente capacité de se camoufler et de se dissimuler dans son habitat. Pendant la nuit, il perche, reste immobile et sa couleur devient plus vive et est devenu facile à repérer. Les observations nocturnes sont faites de part et d'autre de la ligne à l'aide d'une lampe torche frontale. Lorsqu'un animal est repéré, la distance perpendiculaire entre l'endroit où l'animal perche et la ligne de transect ainsi que la hauteur du perchoir sont mesurées. Les paramètres suivants sont

également notés : le sexe, la classe d'âge de l'individu, la hauteur de l'arbre, la nature de perchoir (tige, feuille, rameau, branche et tronc d'arbre) et le type de plante perchoir (arbre, arbuste, plante herbacée et liane).

Etude de l'habitat

L'étude de l'habitat a été faite le lendemain de l'observation. Pour évaluer la structure de la végétation dans le site d'étude, un quadrat de 5 m × 5 m a été établi sur chacune des trois lignes de transect de 50 m, respectivement à une distance de 5, 20 et 35 m de l'origine (Jenkins *et al.*, 2003 ; Rabearivony *et al.*, 2007).

Dans chaque quadrat, nous avons relevé le taux de couverture de la canopée en pourcentage (%), l'épaisseur de la litière en centimètre (Cm), la couverture du sol par la litière (%), la couverture du tapis herbacé (%), le nombre d'arbustes de hauteur inférieure ou égale à 1 m, le nombre d'arbres de hauteur supérieure à 1 m et le nombre de souches d'arbres coupés et le nombre d'arbres brûlés).

Couverture de la canopée

Dans chaque quadrat, le taux de recouvrement de la canopée est déterminé suivant l'intensité lumineuse qui y pénètre, c'est-à-dire estimer visuellement en pourcentage la partie non ensoleillée par rapport au surface totale du quadrat (Randrianatoandro, 2007 ; Randrianatoandro *et al.*, 2010 ; Benjanahary, 2011).

Estimation du pourcentage de couverture de la litière et de son épaisseur

Les femelles des caméléons pondent dans le sol. Un sol couvert par d'épaisse litière pourrait être alors inconvenable pour la nidification. Ainsi, la distribution (taux de couverture) de la litière et de son épaisseur joueraient un rôle dans la répartition spatiale du moins durant la période de ponte. L'épaisseur de la litière a été mesurée à l'aide d'une tige graduée en cm en tenant verticalement celle-ci à partir du sol. Dans chaque quadrat, la couverture de la litière est obtenue en estimant le pourcentage du sol couvert par rapport à la surface totale du quadrat.

Evaluation d'indice de liane

Les lianes sont fréquemment utilisées par *Furcifer labordi* comme support pour passer d'un arbre à l'autre ou comme site de repos en tant que perchoir. Ainsi, leur disponibilité et leur répartition jouent un rôle important dans la distribution spatiale de cette espèce. L'indice de liane a été donné selon leur abondance dans chaque quadrat (Randrianatoandro, 2007, 2010 et Raselimanana, 2018).

Distribution des plantes suivant la hauteur et le Dbh

Dans chaque quadrat, les hauteurs des arbres ont été estimées et les Dbh de ceux qui ont un diamètre inférieur à 15 cm ont été relevés à l'aide d'un pied à coulisse. Les circonférences des arbres qui ont eu un diamètre supérieur à 15 cm ont été mesurées à l'aide de mètre ruban afin de calculer leur Dbh. Ainsi, le diamètre est calculé suivant la formule : $\text{Diamètre} = \text{Circonférence} / \pi$ (3,14). Les arbres ont été classés par intervalle de hauteur : [0 – 2] m,]2 – 4] m,]4 – 8] m, > 8 m et par intervalle de Dbh : [0 – 2,5] cm,]2,5 – 5] cm,]5 – 10] cm,]10 – 20] cm,]20 – 30] cm, > 30 cm.

Capture-marquage et recapture

Afin d'éviter un double comptage des individus observés, chaque animal capturé a été marqué à l'aide de vernis à ongle avant d'être relâché. C'est un produit facile à trouver qui marche bien pour le marquage et ne provoque aucun risque ou perturbation pour l'animal (Eckhardt *et al.* 2017). La marque est individuelle en mettant une petite tache de vernis sur les membres ou le corps (Raselimanana, 2018). Le marquage est codé et est individuel : au niveau de l'avant-bras, du bras, du tibia, du fémur, de la tête et de la région lombaire (Figure 2). Par ailleurs, des vernis de différentes couleurs (bleu, rouge, noir, violet et orange) ont été utilisés en fonction de l'abondance des individus observés. A titre d'illustration, un individu numéro 1 porte une tache bleue sur l'avant-bras gauche (code=BABG). Le recensement a été répété cinq jours après pour identifier et dénombrer la recapture et les nouveaux enregistrements. L'ensemble des individus marqués lors de la première nuit d'observation plus ceux recensés et non marqués au cours des prochains comptages donne le nombre total de relevés.



Figure 2. Methode de numerotation des individus capturés avec un vernis

Régimes alimentaires

Les caméléons sont en général insectivores. Afin d'avoir une idée sur le régime alimentaire de *F. labordi* et de la disponibilité des proies potentielles pour l'espèce, un inventaire des insectes a été effectué le long des lignes de transects. Le piège lumineux a été utilisé pour capturer les insectes pendant la nuit et le filet fauchoir durant le jour afin de pouvoir recenser les ordres des insectes collectés et de compter le nombre d'individus par ordre (Nageleisen & Bouget, 2009). L'identification est effectuée à l'aide de la clé d'identification des insectes (Delvare & Aberlenc, 1989).

L'analyse de fèces de *Furcifer labordi* permet de déterminer son régime alimentaire. Des fèces des individus capturés ont été collectés le lendemain de l'observation nocturne, durant la morphométrie. Les fèces de chaque individu ont été conservées dans un ependorf contenant de l'alcool. Chaque ependorf a été étiqueté sur lequel quelques renseignements ont été enregistrés, à savoir le nom scientifique, l'âge, le sexe et le code de marquage du caméléon, le numéro de pochon et la date de la collection. Dans le laboratoire, les pelotes de fèces ont été étalées sur une lame à l'aide de deux aiguilles fines de dissection après un ajout de quelques gouttes de glycérine sous un microscope. Après l'étalage, on rajoute un peu plus de glycérine pour que chaque fragment soit bien visible (Shiel *et al.*, 1997). Tous les fragments identifiables possibles ont été montés dans la glycérine entre la lame et la lamelle et observés au microscope pour déterminer l'ordre ou la famille. Ces fragments sont ceux qui sont articulés tels que les pattes, les antennes, les ailes avec des nervations et les élytres.

Les ordres ou les familles ont été déterminés selon les documents sur la clé d'identification des insectes et des guides sur l'identification des

fragments d'arthropodes (Delvare & Aberlenc, 1989) ; Scholtz & Holm, 1986, 2007 et Shiel *et al.*, 1997). Après l'identification, quelques renseignements ont été notés, à savoir le nombre de fragments par famille et par ordre d'insectes, le pourcentage du volume des fragments de chaque ordre par rapport à la totalité des fragments identifiables et le nombre minimal d'individus d'une famille ou d'un ordre d'insectes. Chaque fragment complet identifiable (d'un ordre ou d'une famille) est mesuré afin d'avoir une idée sur la taille des insectes consommés. L'estimation visuelle des proportions de fragments appartenant à chaque groupe de proie par rapport au volume total de fèces d'un individu est faite. Elle est exprimée en pourcentage.

Recensement des prédateurs

Les caméléons constituent des proies pour différentes espèces de vertébrés (Hawkins & Racey, 2008 ; Jenkins *et al.*, 2009 ; Rosa *et al.*, 2010).

Les oiseaux connus comme prédateurs des caméléons ont été recensés et dénombrés tous les 200 m le long de transect d'une longueur de 1400 m. Ainsi, les individus vus ou entendus sont pris en compte (Blondel *et al.*, 1970 ; Raheirilalao, 2001). La méthode consiste à faire un recensement pendant huit minutes à des points fixes. L'observation selon le transect se fait très tôt le matin parce qu'en ce moment les oiseaux sont très actifs et faciles à détecter. Ainsi nous avons choisi de faire le comptage par transect à six (06) heure chaque matin. Avant chaque comptage, il faut attendre deux minutes pour réduire l'effet du dérangement causé par l'observateur (Lagrande, 1990 ; Andrianarivony, 2005 ; Djadagna Ahy *et al.*, 2023).

Quelques espèces de serpents font partie des prédateurs des caméléons (Jenkins *et al.*, 2009, Rosa *et al.*, 2016 ; Crottini *et al.*, 2010 ; Lobon-Rovira *et al.*, 2020). Les espèces des serpents connus comme prédateurs des caméléons sont notées lors des observations nocturnes et durant les recherches diurnes effectuées le long des transects. Il s'agit entre autres de *Madagascarophis colubrinus* (Raselimanana obs. pers.).

Distribution horizontale de la population

La répartition de l'espèce sur le plan horizontal en fonction de la distance de la lisière, de type d'habitat et de distance de la rivière peut être déterminée par l'analyse comparative de l'indice d'abondance de la population de chaque zone d'étude. Les données collectées lors de l'observation nocturne sur chaque transect ont été utilisées pour cette partie. Cette analyse permet de comprendre l'exigence écologique de l'espèce en termes d'habitat et de microhabitat. Ceci permet aussi de connaître la réalité sur la répartition restreinte de l'espèce si elle aurait une préférence écologique particulière ou causé par la disparition de l'habitat.

Distribution verticale

La répartition verticale de *Furcifer labordi* concerne la stratification de leur perchoir par rapport au niveau du sol. En plus de la hauteur du perchoir, ses caractéristiques sont aussi notées comme les types (branche, rameau, pétiole, tige, tronc), l'état du perchoir (mort ou vivant) et le diamètre de perchoir, ainsi que la hauteur et le diamètre à la hauteur de poitrine de plante perchée. L'orientation du corps de l'animal (horizontale, verticale, oblique) a été aussi notée. Ces relevés ont été faits lors de l'observation nocturne.

Structure de la population

Trois classes d'âges ont été définies en fonction de leur stade de développement, à savoir les nouveau-éclos, les juvéniles et les adultes. Les individus nouveau-éclos sont reconnus par leur petite taille et leur couleur grise. Les juvéniles se reconnaissent par leur taille plus grande que celle des nouveau-nés et par leur couleur verte. Enfin, les adultes présentent des caractères sexuels secondaires bien développés (Glaw & Vences, 2007). Ils sont aussi de grande taille par rapport aux autres classes d'âges. Les mâles et les femelles présentent de dimorphisme sexuel. Les mâles ont de plus grande taille que les femelles. Ces dernières ne possèdent pas d'épines dorsales et ont de casque moins haut que celui des mâles. Elles ont des points rouges à la base de leurs bras (Glaw & Vences, 2007).

Analyse des données

Les données collectées sur terrain ont été arrangées sur Excel et traitées sur le logiciel statistique R Studio 4.1.3.

Le test de Wilcoxon a été effectué afin de comparer l'indice d'abondance par 100 m entre les types d'habitats et selon les sexes et les abondances des insectes entre les habitats. Les hauteurs de perchoirs, les hauteurs de plantes perchées selon les types d'habitats, l'utilisation des plantes perchoirs suivant les classes de hauteur entre les types d'habitats et les diamètres de perchoir selon les sexes ont été aussi confrontés avec ce test.

Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les abondances en pieds d'arbres suivant les classes de hauteur et celles de Dbh entre les types d'habitat. Cette comparaison a été effectuée sur les hauteurs de perchoir de l'espèce suivant les types d'habitat et selon les classes d'âges et sur les hauteurs et les Dbh des plantes employées comme perchoir entre les types d'habitats. Les fréquences d'utilisation de plante perchoir selon les classes de Dbh entre les types d'habitats, ceux d'utilisation de types de plantes perchoirs et ceux d'utilisation des différentes parties de la plante choisie comme perchoir, ainsi que les moyennes de diamètres de perchoir entre les types d'habitats ont été aussi comparées.

Le test Anova a été réalisé pour voir s'il y a des différences entre les caractéristiques de l'habitat suivant l'effet de cours d'eau, les abondances des arbres suivant les classes de Dbh entre les habitats et les hauteurs de plantes perchées selon les types d'habitats.

Les coefficients de corrélation ont été calculés sur Excel pour déterminer les relations entre deux variables.

L'équation du coefficient de corrélation est la suivante :

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

\bar{x} and \bar{y} Où so sont les moyennes des variables

L'indice d'abondance est représenté par le nombre d'individus observés par 100 m de transect (Brady *et al.*, 1996, Brady et Griffiths 1999). Cet indice a été calculé pour comparer l'abondance de l'espèce entre les types d'habitats. Il permet aussi de contrôler le changement spatial au sein d'une seule population. Il est calculé à partir de la formule :

$$\text{Indice d'abondance} = \frac{\text{Individus observés}}{\text{Distance parcourue}} \times 100$$

Résultats

Distribution horizontale

Indice d'abondance par 100 m

L'abondance par 100 m (moyenne \pm ES) de *F. labordi* est supérieure à l'intérieur de la forêt (1,60 \pm 0,89) qu'à la lisière (1,25 \pm 0,83). Cette différence n'est pas cependant significative (Test de Wilcoxon : $W=24,5$; $n=13$ et $p=0,51$). De même, l'abondance est importante dans la forêt loin de cours d'eau que dans la zone riveraine. Cette différence n'est pas soutenue par le résultat de Test de Wilcoxon ($W=31$; $n=15$ et $p=0,76$) (tableau 1).

Tableau 1. Indice d'abondance par 100m (Moyenne \pm SE) selon les types d'habitats.

Résultats de Test de Wilcoxon				
Habitats	Moyenne \pm SE	N	W	P
<i>Lisière</i>	1,25 \pm 0,83	8	24,5	0,51
<i>Intérieur</i>	1,60 \pm 0,89	5		
<i>Proche de cours d'eau</i>	1,33 \pm 0,54	7	31	0,76
<i>Loin de cours d'eau</i>	1,58 \pm 0,93	8		

Influence des variables caractéristiques de l'habitat sur l'abondance de F. labordi

La corrélation entre les variables caractéristiques de l'habitat et l'abondance de *F. labordi* a été analysée. Il existe une corrélation positive moyenne entre la couverture de la canopée et l'abondance de l'espèce ($r=$

0,57). Cette dernière est abondante dans les habitats à couverture végétale importante. Par contre, les variables de l'habitat, à savoir la couverture de la litière et de tapis herbacé, le nombre d'arbustes (hauteur ≤ 1 m), d'arbres de hauteur > 1 m, d'arbres coupés et de liane et l'épaisseur de la litière ne présentent pas de liaison linéaire avec l'abondance de *F. labordi*. Autrement dit, ces variables n'ont aucune influence sur la taille de la population.

Il existe une relation linéaire positive forte entre la hauteur des plantes perchoirs et l'abondance de l'espèce à la lisière de la forêt ($r= 0,79$) et moyenne à l'intérieur ($r= 0,54$). Toutefois, il n'y a pas une association entre ces deux variables dans la forêt riveraine de cours d'eau ($r= 0,34$) et celle située au loin ($r= 0,21$).

Facteurs biologiques influençant l'abondance de F. labordi

Il n'y a pas de liaison linéaire entre l'abondance des insectes et celle du caméléon ($r= -0,42$). Ainsi, la distribution horizontale de *F. labordi* n'est pas influencée par la disponibilité des insectes dans les habitats. Par ailleurs, la corrélation linéaire entre l'abondance des serpents prédateurs et celle du caméléon est faible ($r= -0,42$). Cela signifie que les serpents ne sont pas un facteur biologique de stress qui pourrait influencer la répartition horizontale de *F. labordi*. Il en est de même pour les oiseaux prédateurs, la liaison linéaire entre l'abondance de ceux-ci et celle de *F. labordi* est faible ($r= -0,34$).

Distribution verticale

Utilisation du perchoir suivant les types d'habitats

La hauteur du perchoir de l'espèce a été comparée entre forêt relativement intacte et celle en régénération ; entre la lisière et l'intérieur de la forêt et aussi entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle loin de cours d'eau. *Furcifer labordi* perche plus haut dans la forêt relativement intacte que dans celle en régénération (figure 2). Cette différence de la hauteur de perchoir est confirmée par le test de Kruskal-Wallis ($\chi^2=13,84$; $df=1$; $n=111$; $p= 0,0001$). Elle perche plus haut à l'intérieur de la forêt ($2,38 \pm 1,11$) qu'à la lisière ($2,10 \pm 1,12$). Ces hauteurs de perchoir ne se diffèrent pas significativement entre ces deux types d'habitat (t test : $t=0,66$; $df=27,99$; $n=30$; $p=0,5$). La hauteur de perchoir est supérieure dans la forêt loin de cours d'eau ($2,30 \pm 1,23$) qu'à celle du riverain de cours d'eau ($2,05 \pm 0,90$). Par contre, cette différence n'est pas soutenue par le test de Kruskal-Wallis ($\chi^2=0,25$; $df=1$; $n=44$; $p=0,61$) (figure 3).

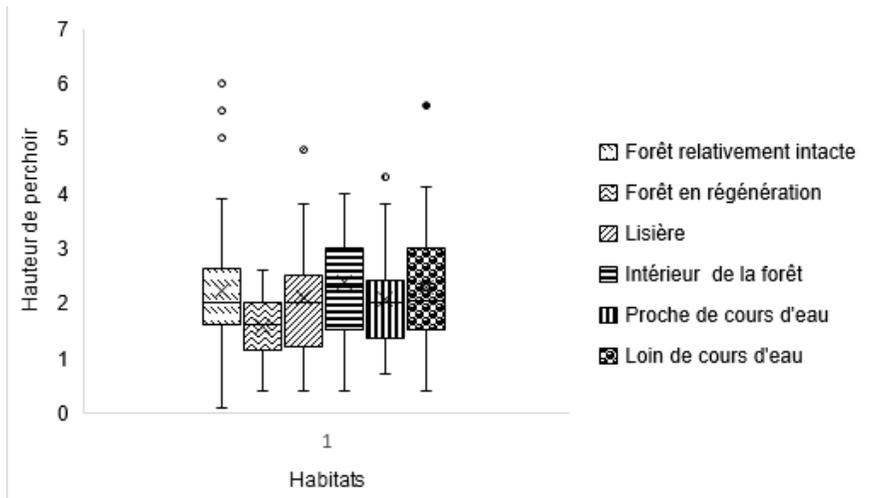


Figure 3. Hauteur (m) de perchoir de l'espèce suivant les types d'habitat

Relation entre la hauteur de perchoir et l'âge des caméléons

Les individus juvéniles perchent plus haut, comparé aux autres classes d'âge. Les nouveau-éclos ont aussi une hauteur de perchoir supérieure que celle des adultes. Toutefois, la différence n'est pas significative ($\chi^2=3,58$; $df=2$; $n=185$; $p=0,16$).

Utilisation de perchoir selon les sexes

Le mâle utilise une large gamme d'hauteurs de perchoir, allant de 40 cm à 6 m que la femelle de 10 cm à 4,8 m. Toutefois, la distribution de ces deux sexes suivant la hauteur de leur perchoir n'est pas statistiquement différente (test de Wilcoxon : $W= 3920,5$; $n= 185$; $p= 0,37$). Les deux sexes distribuent à peu près sur les mêmes hauteurs de perchoir, la femelle à 2,17 m et le mâle à 2 m.

Hauteur de plante perchée

La hauteur de la plante utilisée comme perchoir est supérieure dans la lisière de la forêt qu'à l'intérieur. Toutefois, la différence est non significative ($F= 0,02$; $df= 1$; $n= 30$; $p= 0,87$). Les plantes utilisées sont plus hautes dans la forêt riveraine de cours d'eau qu'à celle loin de cours d'eau. Par contre, ces hauteurs ne se différencient pas significativement (Anova test : $F= 1,16$; $df= 1$; $n= 43$; $p= 0,28$). La hauteur de plante est inférieure dans la forêt en régénération que dans la forêt relativement intacte. Cette différence est soutenue par le résultat de test de Wilcoxon qui révèle une différence significative ($W=1871,5$; $n=108$; $p=0,001$) (tableau 2).

Tableau 2. Hauteurs de plantes perchées (Moyenne \pm SE) selon les types d'habitats.
Résultats d'Anova Test

Habitats	Moyenne \pm SE	N	W	F	P
<i>Forêt relativement intacte</i>	3,85 \pm 1,69	67	1871,5	-	0,001
<i>Forêt en régénération</i>	2,80 \pm 0,94	41			
<i>Lisière</i>	3,79 \pm 1,87	15	-	0,02	0,87
<i>Intérieur</i>	3,68 \pm 1,53	15			
<i>Riverain de cours d'eau</i>	4,14 \pm 1,55	19	-	1,16	0,28
<i>Loin de cours d'eau</i>	3,61 \pm 1,65	24			

En général, l'espèce choisit pour perchoir les plantes de hauteur moyenne, entre 2 m et 4 m (58,4 %) et celles entre 4 m et 8 m (24,7 %). Cependant, aucune différence significative n'est relevée dans les choix de plantes perchoirs en termes de hauteur entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle située au loin : comprise entre]2 – 4] ($W= 35$; $n= 15$; $p= 0,2$) et entre]4 – 8] ($W= 7$; $n= 6$; $p= 0,3$). Par ailleurs, en comparant l'intérieur de la forêt et la lisière, l'utilisation de chaque classe de hauteur ne présente pas de différence significative : ≤ 2 m ($W= 4,5$; $n= 5$; $p= 0,41$), comprise entre]2 – 4] ($W= 14$; $n= 10$; $p= 0,19$) et entre]4 – 8] ($W= 8$; $n= 8$; $p= 1$). De même, entre la forêt relativement intacte et celle en régénération, les pourcentages de plantes choisies en tant que perchoir sont similaires compte tenu de chaque classe de hauteur : ≤ 2 m ($W= 7$; $n= 10$; $p= 0,2$), comprise entre]2 – 4] ($W= 51$; $n= 23$; $p= 0,57$) et entre]4 – 8] ($W= 9,5$; $n= 15$; $p= 0,57$) (figure 4).

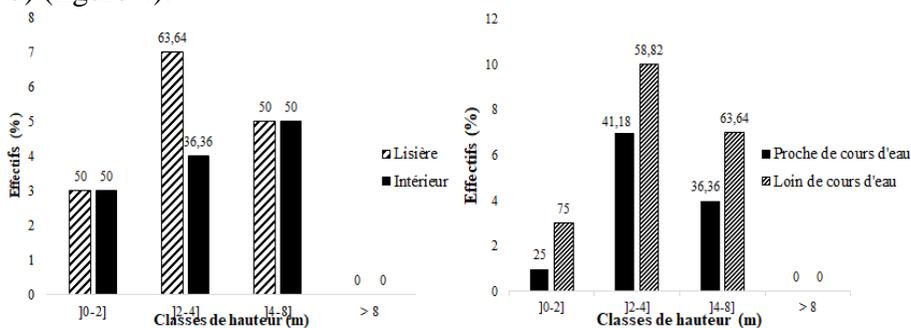


Figure 4. Utilisation de *F. labordi* de plante perchoir selon les classes d'hauteur dans chaque types d'habitats

Dbh de plante perchée

Les plantes sont plus grandes dans la lisière de la forêt qu'à l'intérieur. Ces plantes se diffèrent d'une manière non significative entre ces deux types d'habitats ($\chi^2= 0,01$; $df= 1$; $n= 30$; et $p= 0,91$). L'espèce utilise des plantes ayant de Dbh plus grand dans la forêt riveraine de cours d'eau

que dans celle située au loin. Encore, il n'existe pas de différence significative entre les Dbh de ces deux types d'habitat (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2= 2,79$; $df= 1$; $n= 47$; et $p= 0,09$). En outre, les Dbh des plantes ne montrent pas de différence significative entre la forêt relativement intacte et celle en régénération ($\chi^2= 1,97$; $df= 1$; $n= 111$; et $p= 0,15$) (tableau 3).

Tableau 3. Dbh de plantes perchées (Moyenne \pm SE) selon les types d'habitats. Résultats de Test de Kruskal-Wallis

Habitats	Moyenne \pm SE	N	χ^2	P
Forêt relativement intacte	7,50 \pm 9,6	70	1,97	0,15
Forêt en régénération	8,19 \pm 8,12	41		
Lisière	6,45 \pm 11,94	15	0,01	0,91
Intérieur	3,65 \pm 1,88	15		
Riverain de cours d'eau	5,87 \pm 4,59	23	2,79	0,09
Loin de cours d'eau	3,73 \pm 3,37	24		

Les pourcentages d'utilisation de plantes perchées pour chaque classe de Dbh ne montre aucune différence significative, comparés entre la forêt relativement intacte et celle en régénération : $\leq 2,5\text{cm}$ ($\chi^2= 0,95$; $df= 1$; $n=22$; $p= 0,32$), comprise entre $]2,5 - 5]$ ($\chi^2=0,53$; $n= 16$; $df= 1$; $p= 0,46$), entre $]5 - 10]$ ($\chi^2= 0,20$; $n= 10$; $df= 1$; $p=0,64$), entre $]10 - 20]$ ($\chi^2= 0,86$; $n= 13$; $df= 1$; $p= 0,35$) et entre $]20 - 30]$ ($\chi^2= 0,5$; $n= 3$; $df= 1$; $p= 0,47$). Aussi, l'utilisation des plantes comme perchoir reste similaire pour chaque classe de Dbh entre la lisière et l'intérieur de la forêt : $\leq 2,5\text{cm}$ ($\chi^2= 1,26$; $df= 1$; $n= 7$; $p= 0,26$), entre $]2,5 - 5]$ ($\chi^2=0,11$; $n= 5$; $df= 1$; $p=0,73$) et compris entre $]5 - 10]$ ($\chi^2= 1$; $n= 4$; $df= 1$; $p= 0,31$). En outre, le pourcentage d'utilisation des plantes en tant que perchoir se différencie non significativement entre l'habitat riverain de cours d'eau et celui loin de cours d'eau concernant toutes les classes de Dbh : $\leq 2,5\text{cm}$ ($\chi^2= 3,5$; $df= 1$; $n= 14$; $p= 0,06$), comprise entre $]2,5 - 5]$ ($\chi^2=1,04$; $n= 7$; $df= 1$; $p=0,30$), entre $]5 - 10]$ ($\chi^2= 1,25$; $n= 9$; $df= 1$; $p=0,26$), entre $]10 - 20]$ ($\chi^2= 0,4$; $n= 7$; $df= 1$; $p= 0,52$) (figure 5).

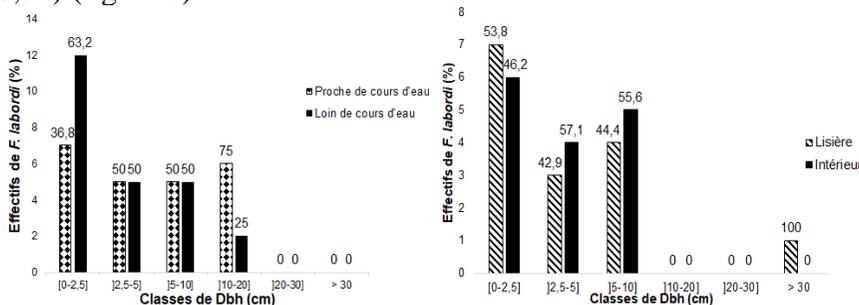


Figure 5. Histogramme illustrant l'utilisation de *F. labordi* de plante perchoir selon les classes de Dbh dans chaque types d'habitat

Diamètre du perchoir (mm)

Les individus perchent sur des perchoirs plus grands dans la forêt relativement intacte que dans la forêt en régénération. Le diamètre de perchoir se différencie d'une façon significative entre ces deux types de forêts ($\chi^2=8,09$; $df= 1$ et $p= 0,004$). Toutefois, les diamètres sont similaires entre la forêt riveraine et celle loin de cours d'eau ($\chi^2=0,45$; $df= 1$ et $p= 0,50$) et entre la lisière et l'intérieur de la forêt ($\chi^2=1,55$; $df= 1$ et $p= 0,21$) (tableau 4).

Tableau 4. Diamètre de perchoir (Moyenne \pm SE) selon les types d'habitats. Résultats de Test de Kruskal-Wallis

Habitats	Moyenne \pm SE	N	χ^2	P
<i>Forêt relativement intacte</i>	2,18 \pm 0,96	70	8,09	0,004
<i>Forêt en régénération</i>	2,93 \pm 1,49	41		
<i>Lisière</i>	2,32 \pm 1,23	15	1,55	0,21
<i>Intérieur</i>	1,97 \pm 1,36	15		
<i>Riverain de cours d'eau</i>	2,24 \pm 1,43	20	0,45	0,50
<i>Loin de cours d'eau</i>	1,90 \pm 0,92	24		

Type de plantes perchoirs

F. labordi utilise comme perchoir des arbustes (58,2 %), des arbres (37,03 %), des lianes (4,23 %) et des plantes herbacées (0,52 %). Une tendance vers l'exploitation des arbustes et des arbres comme perchoirs semble être évidente. Toutefois, les fréquentations de ces quatre types de plantes ne montrent aucune différence significative (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2= 3,14$; $df= 3$ et $p= 0,36$) (figure 6). Autrement dit, cette espèce de caméléon utilise indifféremment les perchoirs disponibles sans aucune préférence particulière.

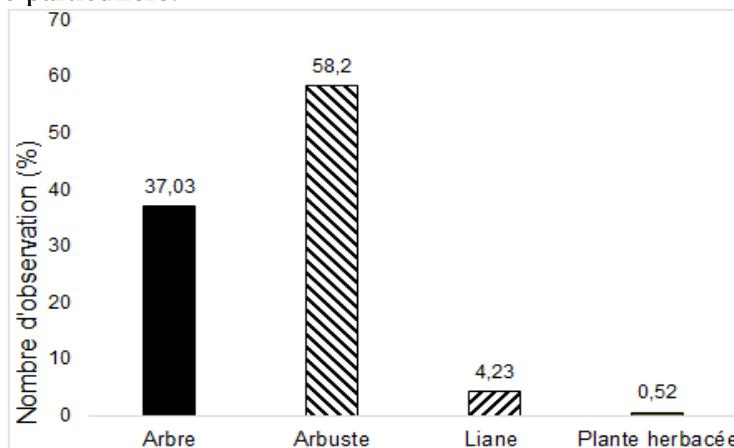


Figure 6. Histogrammes montrant les pourcentages d'utilisation de types de plantes perchoirs

Nature du perchoir

Les individus utilisent fréquemment les branches (79,78 %) que les autres parties de la plante à savoir le pétiole, le rameau, la tige et le tronc. Le tronc d'arbre est le moins exploité (0,53 %). Toutefois, la différence constatée au niveau de l'utilisation de ces parties de plantes ne présente pas une différence significative ($\chi^2 = 7,56$; $df = 4$ et $p = 0,10$) (figure 7).

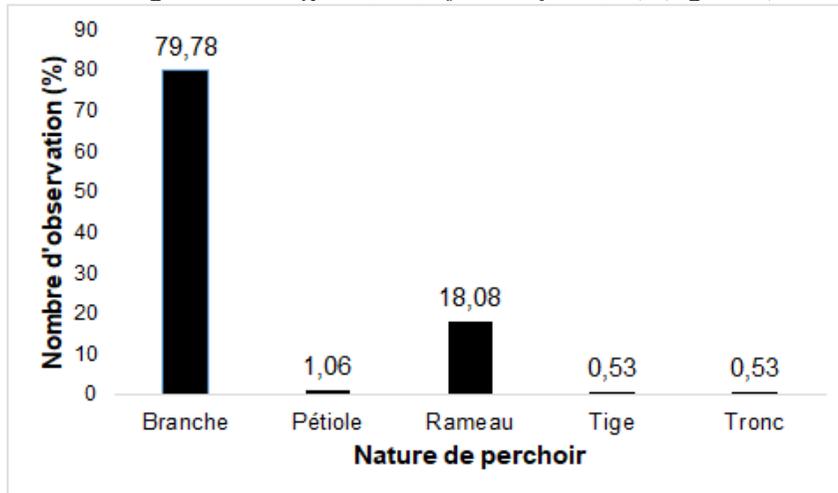


Figure 7. Pourcentage de nombre d'observation de *F. labordi* suivant les natures de perchoir

Structure de la population

Durant la période d'étude, toutes les classes d'âges ont été observées, à savoir nouveau-éclos, juvéniles et adultes. En général, la population de *F. labordi* ne présente pas de différence significative entre l'abondance des classes d'âges (Test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 0,27$, $df = 2$ et $p = 0,87$). D'une manière générale, les femelles sont plus abondantes que les mâles (sex-ratio=0,84).

En outre, la structure démographique de l'espèce entre les habitats a été confrontée. Entre la lisière et l'intérieur de la forêt, les abondances de nouveau-éclos (test de Wilcoxon : $w = 2$ et $p = 0,47$), de juvéniles (test de Wilcoxon : $w = 1$ et $p = 1$) et d'adultes (test de Wilcoxon : $w = 5$ et $p = 1$) sont tous similaires. Comparé entre la forêt riveraine et loin de cours d'eau, l'abondance d'individus juvénile (test de Wilcoxon : $w = 7$ et $p = 0,85$) et adultes (test de Wilcoxon : $w = 7,5$ et $p = 1$) reste conforme. De même, elle ne présente pas de différence significative chez les adultes entre la forêt relativement intacte et celle en régénération (test de Wilcoxon : $w = 296$ et $p = 0,72$). Seulement, l'abondance des individus juvéniles qui se diffère significativement entre ces deux types d'habitats (test anova : $F = 25$; $Df = 1$ et $p = 0,03$). Aucun nouveau-éclos n'a été recensé dans les forêts relativement intacte, en régénération et loin de cours d'eau (tableau 5).

Tableau 5. Structure démographique suivant les types d'habitats

Habitats	N	Classes d'âge			Sexes		Sex-ratio
		NE	J	A	M	F	
Forêt relativement intacte	66	0	7 (6,9%)	59 (58,4%)	30	36	0,83
Forêt en régénération	35	0	2 (1,9%)	33 (32,8%)	16	19	0,84
Lisière	15	1 (3,8%)	5 (18,5%)	9 (33,3%)	8	7	1,14
Intérieur de la forêt	12	4 (14,8 %)	4 (14,8 %)	4 (14,8 %)	4	8	0,5
Proche de cours d'eau	15	2 (5,9 %)	6 (17,6 %)	7 (20,6 %)	7	8	0,87
Loin de cours d'eau	19	0	7 (20,6 %)	12 (35,3%)	9	10	0,9

Discussion

L'abondance de *F. labordi* par 100 m de distance est légèrement supérieure à l'intérieur de la forêt qu'à la lisière. De même, elle présente une moindre différence entre la forêt loin de cours d'eau et celle riveraine de cours d'eau. Autrement dit, cette espèce se répartit uniformément d'un habitat à l'autre. Elle tolère la variation de l'habitat. Dans la forêt humide de l'est, Jenkins *et al.* (2002) ont révélé quatre espèces de *Calumma* et *Brookesia thieli* étaient présentes dans tous les habitats dans les habitats riverains. Parmi les cinq espèces de caméléons observées dans la zone forestière continue du sud du Nigeria, *Chamaeleo gracilis gracilis* est une sous-espèce généraliste en termes de fréquentation d'habitat (Akani *et al.* 2001). Ces résultats concordent avec ceux de Raselimanana (2008) que *F. labordi* distribue uniformément dans deux blocs forestiers à caractéristiques différents et qu'elle est une espèce généraliste qui ne présente pas de préférences écologiques particulières en terme d'habitat.

La présente faible variation de l'abondance de cette espèce n'est corrélée ni avec l'abondance des insectes son principal régime alimentaire, ni celle des serpents et rapaces, ses principaux prédateurs. En fait, l'abondance est plutôt linéairement liée avec la couverture de la canopée. Egalement, cette maigre variation de distribution est corrélée avec la hauteur de plante utilisée comme perchoir à la lisière et à l'intérieur de la forêt compte tenu des types d'habitat. Ainsi, la taille de la population est influencée par la couverture de la canopée et la hauteur de plante perchoir. Cette couverture permet aux caméléons de se camoufler contre les prédateurs aériens (Rachel *et al.*, 2022). Ces prédateurs sont les oiseaux qui sont parmi les principaux prédateurs de caméléons. Ces oiseaux ont une vision des couleurs supérieures (Hart, 2001) et s'appuient exclusivement sur des signaux visuels pour détecter leurs proies (Kassarov, 2003). D'après Gizachew (2022), la distribution de la biodiversité est affectée par une variété de facteurs environnementaux, y compris l'histoire géologique régionale, la stabilité environnementale, la productivité de l'écosystème, l'hétérogénéité et la

pertinence de l'habitat, la concurrence et la prédation. Par exemple selon Andreone *et al.* (2005), la plus haute concentration d'individus de *Furcifer pardalis* en bandes forestières le long des routes s'explique par la présence d'une bande de végétation propice et similitude de cet habitat avec les forêts riveraines et écotonales préférées des caméléons du genre *Furcifer*.

Les hauteurs de perchoir ne se diffèrent pas significativement entre l'intérieur de la forêt et la lisière et entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle qui se trouve au loin. Par contre, elles se diffèrent significativement entre la forêt relativement intacte et celle en régénération. Autrement dit, la hauteur de perchoir de cette espèce varie selon la dégradation de l'habitat. Le choix de hauteur de perchoir pourrait être lié à la stratégie contre les prédateurs nocturnes chez les caméléons. Ces derniers préfèrent les strates peu ouvertes qui sont moins inaccessibles aux prédateurs. Le choix de se percher sur les strates plus ouvertes augmente l'occasion de se faire attraper par les prédateurs. En outre, le choix de perchoir situé en une hauteur supérieure est une stratégie pour se chauffer facilement dès que le soleil se lève. Ce résultat concorde avec celui de Randrianantoandro (2007) que la hauteur de perchoir était significativement différente entre la forêt moins perturbée et plus perturbée. Cette espèce présente de variation d'utilisation de types d'habitat en termes d'hauteur de perchoir. Selon Miller (2017), en étudiant la variation morphologique, comportementale et génétique d'une espèce dans différents habitats pour comprendre si elle est une espèce qui survivra aux exigences du changement d'habitat, *Brookesia stumpffi* se perchait sur des perchoirs plus hauts dans des habitats secondaires et dégradés par rapport aux forêts primaires. La distribution des individus mâle et femelle suivant la hauteur de leur perchoir n'est pas statistiquement différente. Ce résultat concorde avec celui de Razafimahatratra *et al.* (2008) en étudiant *Brookesia decaryi* qu'il n'y avait pas de différences sexuelles dans la sélection des sites de couchage tenu compte du diamètre du perchoir, de la hauteur du perchoir et de la hauteur de la végétation.

La hauteur de la plante utilisée comme perchoir ne se diffère pas significativement d'une part entre la lisière et l'intérieur de la forêt et d'autre part entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle située au loin. Par contre, elle montre une différence significative entre la forêt en régénération et celle relativement intacte. Autrement dit, *F. labordi* présente une variation de choix de hauteur de plante perchée suivant les types d'habitats. Cela pourrait être dû à la capacité d'adaptation de cette espèce aux habitats qu'elle fréquente.

Aucune différence significative n'est relevée entre les choix d'utilisation de plantes perchoirs pour chaque classe de hauteur, comparés entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle loin de cours d'eau. Egalement, en comparant l'intérieur de la forêt et la lisière, l'utilisation de

chaque classe de hauteur ne présente pas de différence significative. L'utilisation des plantes comme perchoir reste similaire pour chaque classe de Dbh entre la lisière et l'intérieur de la forêt. Encore, le pourcentage d'utilisation des plantes en tant que perchoir se différencie non significativement entre l'habitat riverain de cours d'eau et celui loin de cours d'eau concernant toutes les classes de Dbh. Autrement dit, les choix de classe de hauteur et de Dbh de plante perchoir ne montrent pas de variation d'un habitat à l'autre. L'espèce ne possède pas de préférence particulière sur le choix des classes de hauteur et de Dbh. Ces résultats pourraient être dû à l'homogénéité de structure de ces types d'habitats puisque d'après nos résultats, la lisière de la forêt et l'intérieur (les hauteurs d'arbres : $t=1,08$; $n=18$; $df=188$; $p=0,27$ et les Dbh : $t=0,87$; $n=18$; $df=188$; $p=0,38$), ainsi que la forêt riveraine et loin de cours d'eau (hauteur d'arbres : $F=2,37$; $n=192$; $df=1$; $p=0,12$), et Dbh : $F=0,03$; $n=192$; $df=1$ et $p=0,86$) possèdent les mêmes caractéristiques.

Les perchoirs se différencient d'une manière non significative entre la forêt riveraine et loin de cours d'eau et encore entre la lisière et l'intérieur de la forêt, tenu compte de leur diamètre. Ils se différencient d'une façon significative entre la forêt relativement intacte et celle en régénération. Ainsi, le choix de la taille de perchoir est variable suivant les types d'habitats. Encore, cette espèce possède une faculté de variation de choix de taille de perchoir. Les nombres d'observation des individus sur les types de plantes de montrent pas de différence significative. Les individus perchent sur la branche, le pétiole, le rameau, la tige ainsi que le tronc. L'utilisation de ces parties de plante ne montre pas de différence significative. L'espèce utilise semblablement les parties des plantes disponibles et ne montre pas de préférence particulière en termes de nature de perchoir. En fait, le choix de sites de sommeil des caméléons a tendance à être situés sur des perchoirs instables, soit des plantes à circonférence étroite, soit des perchoirs minces sur des arbres (Carpenter, 2003 ; Da Silva & Tolley, 2013 ; Measey *et al.*, 2014). Un changement complet du microhabitat est observé chez les caméléons du genre *Brookesia*, qui sont généralement terrestres et trouvés sur la litière de feuilles pendant la journée, mais dorment invariablement sur des perchoirs instables tels que des arbustes, des jeunes arbres, ou des rameaux morts pendant la nuit (Raxworthy & Nussbaum, 1995 ; Carpenter, 2003 ; Razafimahatratra *et al.*, 2008 ; Miller, 2017). La spécialisation consistant à dormir sur des perchoirs instables pourrait servir de système d'alerte précoce pour détecter l'approche des prédateurs (Anderson, 1998) et minimiser le risque de prédation. Premièrement, les plantes à circonférence étroite peuvent empêcher de nombreux prédateurs, en particulier les espèces de grande taille, de grimper. Si un prédateur grimpe effectivement sur la perche, des perchoirs minces garantissent que les signaux tactiles atteignent

l'animal endormi et permettent une excitation et une fuite en temps opportun. Cet argument est en outre expliqué par l'utilisation divergente de la perche entre les proies endormies et les prédateurs en quête de nourriture (Chandler & Tolson, 1990). Des exemples de prédation réussie sur des lézards endormis par des prédateurs de serpents s'approchant de plantes adjacentes (Yorks *et al.*, 2003) et des tentatives infructueuses lors de l'approche de la même plante de perche (Mohanty *et al.*, 2016), sont conformes à cette stratégie pour éviter des prédateurs. Le principal facteur qui détermine le site de sommeil et la position de *Brookesia. decaryi* peut être l'évitement de la prédation, mais d'autres facteurs, tels que la contrainte morphologique et les conditions climatiques, ne peuvent être exclus (Razafimahatratra *et al.*, 2008).

Toutes les classes d'âges ont été observées, à savoir nouveau-éclos, juvéniles et adultes. En générale, la population de *F. labordi* ne présente pas de différence significative entre l'abondance des classes d'âges. Ce résultat concorde avec celui de Raselimanana (2008) que tous les stades de développement ont été observés chez cette espèce. Par contre d'après cet auteur, la proportion des adultes observés est plus élevée par rapport à celle des nouveau-éclos. D'une manière générale, les femelles sont plus abondantes que les mâles (sex-ratio=0,84). D'après Raselimanana (2008) et Randrianantondro (2007), le sex-ratio est aussi en faveur des femelles. Selon Hudel & Kappeler (2022), le mâle de *F. labordi* se déplaçait sur de plus grand distance durant la période de reproduction et une femelle pourrait s'accoupler avec un nombre plus élevé d'individus mâle. Cela pourrait entraîner une compétition intense et un combat néfaste entre les mâles. Cette situation pourrait être une raison de ce sex-ratio en faveur de femelle. Encore, il pourrait être lié à la longévité des individus mâle et femelle. Cette dernière était suggérée d'avoir un avantage de longévité par rapport au mâle par Eckhardt *et al.* (2017).

En outre, la structure démographique de l'espèce entre les habitats a été confrontée. Entre la lisière et l'intérieur de la forêt, les abondances de nouveau-nés, de juvéniles ne se différent pas significativement et sont tous similaires. Comparé entre la forêt riveraine et loin de cours d'eau, l'abondance des individus juvénile et adulte reste conforme. De même, elle ne présente pas de différence significative chez les adultes entre la forêt relativement intacte et celle en régénération. Seulement, l'abondance des individus juvéniles qui se diffère significativement entre ces deux types d'habitats. En générale, chaque classe d'âge ne présente pas de préférence particulière en terme de types d'habitats. En fait, cette espèce n'aurait pas d'exigence particulière pour site de reproduction. Aucun nouveau-éclos n'a été recensé dans les forêts relativement intacte, en régénération et loin de

cours d'eau. Cela pourrait être dû à la difficulté de leur détection, vu leur petite taille (Raselimanana, 2018).

Conclusion

L'espèce de caméléons, *Furcifer labordi*, vertébré ayant le plus court cycle biologique ne dépassant une année préfère légèrement l'intérieur de la forêt que la lisière. Elle est plutôt généraliste en termes d'habitats et les gradients écologiques associés aux milieux riverains n'ont aucune influence notable sur sa distribution. Par ailleurs, l'abondance de cette espèce n'est pas influencée ni par la pullulation de ses proies ni de celle de ses prédateurs. Par contre, la couverture de la canopée et la repartition des hauteurs des arbres depuis la lisière vers le cœur de la forêt sont des paramètres qui influencent la distribution horizontale. Les hauteurs de perchoir ne se différencient pas significativement entre l'intérieur de la forêt et la lisière et entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle loin de cours d'eau. L'état de la forêt, intacte ou régénérée influence le choix de la hauteur de perchoir. Toutefois, ni la classe d'âge, ni le sexe n'ont aucune influence sur ce choix de hauteur de perchoir. En outre, *F. labordi* utilise indifféremment les différents types de plantes (arbustes, arbres, herbacées et lianes) sans aucune préférence particulière. La distribution sur le plan vertical, tenu compte de Dbh de plante perchée reste similaire d'un habitat à l'autre. Les perchoirs se différencient d'une manière non significative entre la forêt riveraine de cours d'eau et celle loin de cours d'eau et encore entre la lisière et l'intérieur de la forêt, tenu compte de leur diamètre. Ils se différencient d'une façon significative entre la forêt relativement intacte et celle en régénération. L'utilisation des parties de plante ne montre pas de différence significative. L'espèce utilise semblablement ces parties des plantes disponibles et ne montre pas de préférence particulière. Toutes les classes d'âges ont été observées, à savoir nouveau-éclos, juvéniles et adultes. En générale, la population de *F. labordi* ne présente pas de différence significative entre l'abondance des classes d'âges. En générale, chaque classe d'âge ne présente pas de préférence particulière en terme de types d'habitats, sauf seulement, l'abondance des individus juvéniles qui se différencie significativement entre la forêt relativement intacte et celle en régénération. Nos résultats suggèrent que cette espèce n'ait aucune exigence particulière vis à vis des types d'habitats et sa répartition restreinte pourrait être dû à la destruction de la couverture végétale.

Conflit d'intérêts: Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données: Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement: Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche

Références:

1. Akani, G. C., Ogbalu, O. K. & Luiselli, L. (2001). Life–history and ecological distribution of chameleons (Reptilia, Chamaeleonidae) from the rain forests of Nigeria: conservation implications. *Animal Biodiversity and Conservation*, 24.2: 1–15.
2. Anderson, J. R. (1998). Sleep, sleeping sites, and sleep-related activities : awakening to their significance. *American Journal of Primatology* 46, 63–75.
3. Andreone, F., Guarino, F.M. & Randrianirina, J.E. (2005). Life history traits, age profile and conservation biology of the panther chameleon (*Furcifer pardalis*) at Nosy Be, NW Madagascar. *Tropical Zoology* 18, 209–225.
4. Andrianarivony, R. (2005). Contribution à l'étude des communautés aviaires dans le corridor entre les deux parcelles de la Reserve Spéciale de Beza Mahafaly. Mémoire de fin d'études, Ecole Supérieure de Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
5. Benjanahary, R.B. (2011). Ecologie et préférence en habitat des *Brookesia nasus* dans l'aire protégée de Tsitongambarika, région d'Anosy, sud-est de Madagascar. Mémoire de DEA, Département des sciences biologiques, Université de Toliara, Toliara.
6. Blondel, J., Ferry, C. & Frochet, B. (1970). La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par station d'écoute. *Alauda*, 38 : 55-71
7. Brady, L., Huston, K., Jenkins, R., Kauffmann, J., Rabearivony, J., Raveloson, G. & Rowcliffe, M. (1996). UEA expédition « 93 ». Final report. University of East Anglia, Norwich. 142 p
8. Brady. L. D., & Griffiths. R. A. (1999). Status assessment of Chameleons in Madagascar. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge. UK.
9. Brygoo, E. R. (1978). Reptiles Sauriens Chamaeleonidae. Genre *Brookesia* et complément pour le genre *Chamaeleo*. *Faune de Madagascar* 47: 1-173.
10. Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (1993). *Distance Sampling: Abundance of Biological Populations*, Chapman & Hall, London, reprinted (1999) by Research Unit for Wildlife Population Assessment, St Andrews.
11. Burrage, B.R. (1973). Comparative ecology and behaviour of *Chamaeleo pumilis pumilis* (Gmelin) and *C. namaquensis* A. Smith

- (Sauria: Chamaeleonidae). *Annals of the South African Museum* 61:1–158.
12. Carpenter, A.I., (2003). The ecology and exploitation of chameleons in Madagascar. PhD Dissertation. University of East Anglia.
 13. Caughley, G. & A.R. Sinclair. (1994). *Wildlife ecology and management*. Blackwell, Boston.
 14. Chandler, C. R. & Tolson, P. J. (1990). Habitat use by a Boid Snake, *Epicrates monensis*, and its Anoline prey, *Anolis cristatellus*. *Journal of Herpetology* 24, 151–157.
 15. Crottini, A., Harris, D.J., Irisarri, I.A., Lima, A., Rasamison, S. & Rosa, G.M. (2010). Confirming Domergue: *Ithycyphus oursi* Domergue, 1986 predation upon *Furcifer oustaleti* (Mocquard, 1894). *Herpetology Notes*.
 16. Cuadrado, M. (2001). Mate guarding and social mating system in male common chameleons (*Chamaeleo chamaeleon*). *Journal of Zoology* 255:425–435.
 17. Da Silva, J. M. & Tolley, K. A. (2013). Ecomorphological variation and sexual dimorphism in a recent radiation of dwarf chameleons (*Bradypodion*). *Biological Journal of the Linnean Society* 109, 113–130.
 18. Delvare, G. & Aberlenc, H.P., (1989). *Les insectes d’Afrique et d’Amerique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles*. Laboratoire de Faunistique- Département GERDAT, France, 302p.
 19. Djadagna Ahy, N.P.H., Raselimanana, A.P., René De Roland, L-A. 2023. Variation de la durée de vie de *Furcifer labordi* en fonction de certains facteurs dans la Réserve Spéciale d’Andranomena, Morondava, Madagascar. *European Scientific Journal, ESJ*, 19 (21), 231.
 20. Eckhardt, F., Kappeler, P. M., & Kraus, C. (2017). Highly variable lifespan in an annual reptile, Labord’s chameleon (*Furcifer labordi*). *Scientific Reports* 7(1)
 21. Gizachew, G., (2022). Spatial-Temporal and Factors Influencing the Distribution of Biodiversity: A Review. *ASEAN Journal of Science and Engineering* 2(3) 273-284
 22. Glaw, F. & Vences, M. (2007). *A fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar*. Third Edition. Vences & Glaw Verlag, Cologne.
 23. Glaw, F., Vences, M., Ziegler, T., Böhme, W. & Köhler, J. (1999). Specific distinctness and biogeography of the dwarf chameleons *Brookesia minima*, *B. peyrierasi* and *B. tuberculata* (Reptilia: Chamaeleonidae): evidence from hemipenial and external morphology. *Journal of Zoology* 247, 225–238.

24. Glaw, F., Prötzel, D., Eckhardt, F., Raharinoro, N.A., Ravelojaona, R.N., Glaw, T., Glaw, K., Forster, J. & Vences, M. (2020). Rediscovery, conservation status and genetic relationships of the Malagasy chameleon *Furcifer voeltzkowi*. *Salamandra*, 56(4) : 342-354.
25. Goodman, S. M., Raheirilalao, M. J. & Wohlhauser, S. (eds.). (2020). Les aires protégées terrestres de Madagascar: Leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota. Association Vahatra, Antananarivo.
26. Hart, N.S. 2001. The visual ecology of avian photoreceptors. *Progress in Retinal and Eye Research* 20:675–703.
27. Hawkins, C.E. & Racey, P.A., (2008). Food habits of an endangered carnivore, *Criptomprocta ferox*, in the dry deciduous forests of western Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 89(1): 64-74.
28. Hudel, L. & Kappeler, M. P. (2022). Sex-specific movement ecology of the shortest-lived tetrapod during the mating season. *Scientific Reports* 12 :10053
29. Jenkins, R. K. B., Brady, L. D., Huston, K., Kauffman, J. L. D., Rabearivony, J., Raveloson, G., & Rowcliffe, M. (1999). The population status of chameleons within Ranomafana National Park. Madagascar and recommendations for future monitoring. *Oryx*. 33. Pp. 38-46.
30. Jenkins, R.K.B., Brady, L.D., Bisoa, M., Rabearivony, J. & Griffiths, R.A. (2002). Forest disturbance and river proximity influence chameleon abundance in Madagascar. *Biological conservation*.
31. Jenkins, R.K.B., Brady, L.B., Bisoa, M., Rabearivony, J. & Griffiths, R.A. (2003). Forest disturbance and river proximity influence chameleon abundance in Madagascar. *Biological Conservation* 109:407–415.
32. Jenkins, R.K.B., Rabearivony, J. & Rakotomanana, H. (2009). Predation on chameleons in Madagascar : a review. *African Journal of Herpetology* 58 : 131-136.
33. Jesu, R., Mattioli, F. & Schimmenti, G. (1999). On the discovery of a new large chameleon inhabiting the limestone outcrops of western Madagascar : *Furcifer nicosiai* sp. nov. (Reptilia, Chamaeleonidae). *Doriana* 12, 1–14.
34. Karsten, K.B., Andriamandimbarisoa, L.N., Fox, S.F. & Raxworthy, C.J. (2009). Sexual selection on body size and secondary sexual characters in two closely related, sympatric chameleons in Madagascar. *Behavioural Ecology* 20: 1079-1088.

35. Karsten, K. B., Andriamandimbiarisoa, L.N., Fox, S.F. & Raxworthy, C.J. (2008). Discovery of a unique tetrapod life history: and annual chameleon living mostly as an egg. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 105:8980-8984.
36. Kassarov, L. 2003. Are birds the primary selective force leading to evolution of mimicry and aposematism in butterflies? An opposing point of view. *Behaviour* 140:433–451.
37. Langrand, O. (1990). *Guide to the birds of Madagascar*. Yale University Press, New Haven.
38. Lobón-Rovira, J., Belluardo, F., Rasoazanany, M., Rosa, G.M. & Crottini, A. (2020). Canopy chameleon (*Furcifer willsii*) consumption by common big-eyed snake (*Mimophis mahfalensis*) in Fivahona Forest, eastern Madagascar.
39. Measey, G. J., Raselimanana, A. & Herrel, A. (2014). Ecology and life history of chameleons. In *The Biology of Chameleons* (eds K. A. TOLLEY and A. HERREL), pp. 85– 113. University of California Press, Berkeley.
40. Metcalf, J., Bayly, N., Bisoa, M. & Rabearivony, J. (2005). Edge effect from paths on two chameleon species in Madagascar. *African Journal of Herpetology* 54:99–102.
41. Miller, C. (2017). Morphological and roosting variation in the dwarf Chameleon *brookesia stumpffi* between primary, secondary, and degraded habitats in nosy be, Madagascar. *Herpetological Conservation and Biology* 12(3):599–605.
42. Mohanty, N. P., Harikrishnan, S. & Vasudevan, K. (2016). Watch out where you sleep: nocturnal sleeping behaviour of Bay Island lizards. *PeerJ* 4, e1856.
43. Nageleisen, L.M. & Bouget, C., coord. (2009). *L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.)*. Les Dossiers Forestiers n°19, Office Nationaldes Forêts, 144 p.
44. Rabearivony, J., Brady, L.D., Jenkins, R.K.B. & Ravoahangimalala, O.R. (2007). Habitat use and abundance of a low-altitude chameleon assemblage in eastern Madagascar. *Herpetological Journal* 17 : 247–254.
45. Rabearivony, J. & Raselimanana, A.P. 2022. Chameleons (Squamata : Chamaeleonidae) as Bio-indicators. *European Modern Studies Journal* Vo 6 No 6.
46. Rachel, M. D., Andrea L. L., & Christopher V. A. (2022). The functional basis for variable antipredatory behavioral strategies in the chameleon *Chamaeleo calyptratus*. *J Exp Biol*. 225(10): jeb242955.

47. Raherilalao, M.J. (2001). Effets de la fragmentation de la forêt sur les oiseaux autour du Parc National de Ranomafana (Madagascar). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 2001, 56 (4), pp.389-406. hal-03530083f.
48. Raholdina, A.M.F. (2012). Etude écologique et analyse structural de la population de *Furcifer campani* (Grandidier, 1872) dans le massif de l'Ankaratra. Mémoire de DEA, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo.
49. Randrianantoandro, J.C., Randrianavelona, R., Andriatsimanarilafy, R.R., Hantalalaina, E.F., Rakotondravony, D. & Jenkins, R.K.B. (2007a). Roost site characteristics of sympatric dwarf chameleons (genus *Brookesia*) from western Madagascar. *Amphibia-Reptilia* 28:577–581.
50. Randrianantoandro, J. C. (2007). Chameleons for conservation: Surveying and monitoring in Central Menabe, Madagascar. Final Report, Future Conservationist Award.
51. Randrianantoandro, J.C., Razafimahatratra, B., Soazandry, M., Ratsimbazafy, J. & Jenkins, R.K.B. (2010). Habitat use by chameleons in a deciduous forest in western Madagascar. *Amphibia-Reptilia* 31: 27-35
52. Raselimanana, A. P., & Rakotomalala, D. (2003). Chamaeleonidae, Chameleons. Pages 961-969 in J. Benstead, editor. *The Natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
53. Raselimanana, A. P. (2004). L'herpetofaune de la forêt de Mikea. Pages 37-50 in S. M. Goodman, editor. *Inventaire floristique et faunistique de la forêt de Mikea : paysage écologique et diversité biologique d'une préoccupation majeure pour la conservation*. Recherches Pour Le Developpment.
54. Raselimanana, A. P. (2008). Herpetofaune des forets sèches malgaches. *Malagasy Nature* 1:46-75.
55. Raselimanana, M. (2018). Utilisation de l'habitat et structure de la population des caméléons dans la forêt sèche de Kirindy CNFEREF, Morondava, Madagascar. Mémoire de Master, Parcours Biologie de la Conservation Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
56. Raxworthy, C.J. (1991). Field observations on some dwarf chameleons (*Brookesia* spp.) from rainforest areas of Madagascar, with the description of a new species. *Journal of Zoology* 224, 11–25.
57. Raxworthy, C.J. & Nussbaum, R.A. (1995). Systematics, speciation and biogeography of the dwarf chameleons (*Brookesia* ; Reptilia, Squamata, Chamaeleonidae) of northern Madagascar. *Journal of Zoology* 235, 525–558.

58. Razafimahatratra, B., Akira Mori, A., & Hasegawa, M. (2008). Sleeping Site Pattern and Sleeping Behavior of *Brookesia decaryi* (Chamaeleonidae) in Ampijoroa Dry Forest, Northwestern Madagascar. *Current Herpetology* 27(2): 93–99.
59. Reisinger, W.J., Stuart-Fox, D.M. & Erasmus, B.F.N. (2006). Habitat associations and conservation status of an endemic forest dwarf chameleon (*Bradypodion* sp.) from South Africa. *Oryx* 40:183–188.
60. Rosa, G.M., Mercurio, M., Crottini, A. & Andreone, F. (2010). Predation of the snake *Leioheterodon modestus* (Günther, 1863) upon the rainbow frog *Scaphiophryne gottlebei* Busse & Böhme, 1992 at Isalo, southern Madagascar. *Herpetology Notes*, volume 3: 259-261.
61. Rosa, G.M., Branco, J.C., Couto, H., Bergò, P.E. & Andreone, F. (2016). *Mimophis mahfalensis* (common big-eyed snake) predation on *Furcifer major* (giant carpet chameleon) in Isalo, Madagascar. *Herpetology Notes*.
62. Scholtz, C.H. & Holm, E., 1986. *Insects of Southern Africa. Butterworths. Durban, South Africa.*
63. Shiel, C., McAney, C., Sullivan, C. & Fairley, J., 1997. Identification of arthropod fragments in bat droppings, 56p.
64. Toxopeus, A.G., Kruijt, J.P. & Hillenius, D. (1988). Pair-bonding in chameleons. *Naturwissenschaften* 75:268–269.
65. Wild, C. (1994). Ecology of the Western pygmy chameleon *Rhampholeon spectrum* Buchholz 1874 (Sauria: Chamaeleonidae). *British Herpetological Society Bulletin* 49 :29–35.
66. Yorks, D. T., Williamson, K. E., Henderson, R. W., Powell, R. & Parmerlee, J. S. (2003). Foraging behavior in the arboreal Boid *Corallus grenadensis*. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38, 167–172.