

# Aperçu global de la tendance de la structure de la communauté herpétofaunique le long du gradient altitudinal du versant Est du Parc National de Marojejy au cours de ces 25 dernières années

Fandresena Rakotoarimalala<sup>1,2</sup> & Achille P. Raselimanana<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Mention Zoologie et Biologie Animale, Domaine Sciences et Technologie, BP 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

E-mails : fandresenarak@gmail.com, raselimananaachille@gmail.com

<sup>2</sup> Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar

## Résumé

Des travaux d'inventaires ont été conduits durant 45 jours dans le massif forestier de Marojejy du 2 octobre au 16 novembre 2021. L'étude vise à évaluer la diversité de l'herpétofaune du versant est du massif et à faire une analyse comparative avec celle issue des études menées en 1996 afin d'explorer d'éventuels changements au sein des populations le long du gradient altitudinal au cours de ces 25 ans. Pour ce faire, les mêmes techniques d'inventaire qu'en 1996 ont été adoptées : fouille systématique, piégeage par trous-piège « pit-fall », observation directe et recherches bioacoustiques sont utilisées pour repérer les grenouilles. Au total, 145 espèces herpétofauniques ont été recensées dont 82 amphibiens et 63 reptiles. La richesse spécifique et l'abondance varient le long du transect altitudinal. La diversité la plus élevée se trouve au niveau des bandes altitudinales de 750 m (Camp Marojejya) et 1300 m (Camp Simpona) pour les amphibiens, alors que pour les reptiles c'est à 450 m (Camp Mantella). Trente espèces viennent d'être ajoutées à la liste pour le massif depuis 1996. Une extension de l'aire de distribution géographique a été marquée pour trois espèces dont deux reptiles : *Brygophis coulangesi* et *Palleon lolontany* et un amphibien : *Spinomantis nussbaumi*. Ces différentes découvertes justifient l'importance de Marojejy en matière de la biodiversité et de son rôle en tant que couloir d'échange biologique avec les autres massifs forestiers périphériques.

**Mots clés :** amphibiens, reptiles, transect altitudinale, pentes orientales, Marojejy, 2021, comparaison avec 1996

## Extended abstract

During a 45 day of survey (2 October to 16 November 2021), we conducted an elevational transect of amphibians and reptiles (herpetofauna) on the eastern slopes of the Parc National de Marojejy, northeastern Madagascar, across a broad range of vegetation formations. The aims of this study were (1) to assess the diversity of the herpetofauna of the eastern portion of the massif and (2) using the same field methodologies to a parallel study conducted in 1996 to compare and assess possible changes at the species population level along the transect over a period of 25 years. Five sites at 450, 750, 1300, 1550, and 1875 m were surveyed during this study, ranging from lowland moist evergreen forest (450 m) to montane ericoid thicket and montane grassland (1875 m) below the summit at 2130 m. All elevational transect sites were established in the same zone as the 1996 inventory. We employed standard methodologies at each site, including pitfall trapping, refuge examination, and locating animals based on acoustic calls. Three pitfall lines were installed in each elevational zone and in different habitats (slope, ridge, and valley).

In total, 145 species were recorded on the Marojejy Massif, including 82 amphibians and 63 reptiles. Our results indicate that species richness and species abundance varies along the transect, decreasing with increasing elevation, and with maximum richness of amphibians occurring between 750 and 1300 m and for reptiles at 450 m. In comparing the results from 2021 to those of 1996, 22 amphibian and eight reptile species were added to the Marojejy Massif herpetofauna list. We report here new range extensions of three species: *Brygophis coulangesi*, *Palleon lolontany*, and *Spinomantis nussbaumi*. These new discoveries and the overall high diversity of amphibians and reptiles in the Parc National de Marojejy demonstrate the importance of this massif with respect of its biodiversity and the role of the remaining natural habitats for biological exchange with other neighboring forest parcels that form important forest corridors.

**Keywords:** amphibians, reptiles, elevational transect, eastern slopes, Marojejy, 2021, comparison to 1996

## Introduction

Les forêts humides tropicales sont considérées comme les berceaux de la diversité biologique mondiale. Elles jouent leur rôle de refuges et de centres de radiations rapides et récentes (Wilmé *et al.*, 2006). Madagascar à cause de sa richesse en biodiversité, hautement endémique, mais fortement menacée, figure parmi les pays tropicaux connus comme hot spot et prioritaires en matière de conservation (Myers *et al.*, 2000 ; Antonelli *et al.*, 2022 ; Jones *et al.*, 2022). A part la diversité topographique associée à des reliefs escarpés parfois abrupts et d'un paysage écologique caractérisé par des gradients altitudinaux bien marqués, ainsi que la nature des substrats, les massifs forestiers humides de la région septentrionale présentent une grande variété d'habitats (Raselimanana *et al.*, 2000 ; Wollenberg *et al.*, 2008). Cette diversité des habitats se reflète par la grande hétérogénéité des formations végétales qui couvrent les massifs le long de ce gradient depuis la zone de basse altitude jusqu'au sommet avec des formations plus ouvertes. Ces massifs, à cause de ces particularités écologiques constituent en effet un berceau pour une biodiversité représentative dont nombreuses y sont endémiques (Raxworthy & Nussbaum, 1996 ; Andreone *et al.*, 2000).

Le Parc National de Marojejy fait partie des massifs forestiers dans le Nord-est de Madagascar avec une superficie d'environ 55 885 ha (Goodman *et al.*, 2018). Le massif de Marojejy à cause de son gradient altitudinal remarquable et de ses reliefs abrupts et escarpés, est composé par diverses formations végétales qui varient entre forêts denses humides sempervirentes de basse et de moyenne altitudes, à des forêts de transition et des fourrés dominés par des éricoïdes associées à des formations herbeuses à partir de 1800 m (Gautier *et al.*, 2018). Les affleurements et dômes rocheux sont plus fréquents, fournissant une vue panoramique de l'ensemble du complexe paysage écologique de Marojejy. Au sein de ces différentes formations se trouvent toute une gamme d'habitats qui est directement liée aux divers cours d'eau sillonnant le massif, la topographie et l'orientation du versant. Il en résulte un peuplement animal hautement diversifié, caractérisé par la présence de nombreuses espèces, endémiques du massif, parfois même micro-endémique d'un endroit particulier. Il s'agit entre autres des amphibiens

comme *Gephyromantis ranjomavo* (Glaw & Vences, 2011), *Guibemantis milingilingy* (Bletz *et al.*, 2018), *Cophyla fortuna* (Rakotoarison *et al.*, 2019) et *Mantidactylus petakorona* (Scherz *et al.*, 2019a), des reptiles comme *Calumma peyrierasi* (Brygoo *et al.*, 1974), *Brookesia tedi* (Scherz *et al.*, 2019b), *Uroplatus finaritra* (Ratsoavina *et al.*, 2019) et *Ithyocyphus blanci* (Domergue, 1988). Plusieurs investigations biologiques ont déjà été réalisées dans le massif de Marojejy depuis 1988 (voir Goodman *et al.*, 2023a, ici) et ces inventaires sont à l'origine de la découverte et de la description des nouvelles espèces, entre autres *Calumma jevy* (Raxworthy & Nussbaum, 2006), *Uroplatus fangorn* et *U. fivehy* (Ratsoavina *et al.*, 2020), *Platypelis ranjomena* (Glaw *et al.*, 2020) et *Mantidactylus fergusonii*, *M. manerana* et *M. marintsoai* (Scherz *et al.*, 2022). Par ailleurs, d'autres nouvelles formes sont déjà connues, ce sont des espèces candidates (Vieites *et al.*, 2009 ; Rakotoarison *et al.*, 2017), mais il reste aussi celles à découvrir. En plus, des espèces rares ou à aire de distribution restreinte ont été récemment découvertes dans ce massif de Marojejy. C'est entre autres le cas du serpent le plus coloré de Madagascar *Liophidium pattoni* (Fleute *et al.*, 2023). Ce serpent n'était connu auparavant que dans deux sites seulement (Vieites *et al.*, 2010).

Au cours de ces dernières dix années, grâce à l'application de l'approche intégrative en systématique en particulier la génétique moléculaire, la révision taxinomique s'avère nécessaire et elle a pris de plus en plus de l'ampleur. En effet, grâce à cette nouvelle approche et à l'analyse phylogénétique, des nombreux taxa ont changé de nom ou d'appartenance générique et des espèces cryptiques sont identifiées. La faune herpétologique du massif de Marojejy est aussi touchée par ce changement au niveau de la systématique. Des recherches en détails ont été faites afin de mieux comprendre la richesse du massif en ce groupe taxinomique et pour permettre une analyse objective des données récemment collectées par rapport aux résultats d'inventaire de 1996 (Raselimanana *et al.*, 2000).

Effectivement, afin d'évaluer la tendance de la situation en termes de la communauté herpétofaunique depuis la grande exploration biologique de 1996, une nouvelle mission d'inventaire biologique avec une équipe pluridisciplinaire a été réalisée en 2021. Il est crucial de souligner dès le début les deux points importants suivant : Primo, les sites, les dates et les techniques d'échantillonnages

le long du transect altitudinal de 1996 ont été minutieusement respectés pour faire en sorte que l'analyse comparative prévue soit objective. Secundo, les 158 espèces d'herpétofaune dont 74 amphibiens et 84 reptiles mentionnées dans Goodman *et al.* (2018) sont une compilation de toutes les données d'inventaires biologiques menés dans différents sites du massif de Marojejy. En effet, l'analyse comparative ne concerne que les résultats de l'inventaire mené en 1996.

### Méthodologie

Afin de pouvoir comparer d'une manière objective les données avec celles de 1996, les techniques et les méthodes ainsi que les efforts d'échantillonnage adoptés ont été identiques. Pour plus de détails sur les sites et les zones d'altitude inventoriées, voir Goodman *et al.* (2023b, ici). Trois techniques standards et complémentaires préconisées par Raxworthy et Nussbaum (1994a) ont été utilisées pour inventorier les amphibiens et les reptiles. Il s'agit de l'observation directe le long des itinéraires échantillons, de fouilles systématiques de refuges et de piégeage par trous-pièges. En outre, la bioacoustique a été aussi employée pour repérer les grenouilles mâles qui font souvent des cris d'appel depuis leur perchoir.

### Observation directe

Il s'agit d'une observation et d'un recensement direct effectués le long des itinéraires échantillons. Les lignes d'échantillonnage sont établies de manière à ce qu'elles traversent les différents types d'habitats que renferme le site inventorié. Plus le milieu est écologiquement hétérogène, plus l'itinéraire échantillon est complexe. L'objectif est d'obtenir des échantillons aussi représentatifs que possibles tant sur le plan écologique que sur l'aspect biologique. Par ailleurs, l'analyse basée sur l'hétérogénéité du milieu permet d'apprécier la distribution et les préférences écologiques de chaque espèce, ce qui permet de faciliter l'intégration des informations dans le processus de prise de décision en matière de gestion et de planification. Comme l'herpétofaune est représentée par des êtres poïkilothermes dont la température du corps varie avec celle du milieu extérieur, le moment chaud de la matinée et l'après-midi où la température commence à baisser sont les plus favorables pour l'inventaire des animaux diurnes. Dès la tombée de la nuit jusqu'avant minuit, le recensement des animaux nocturnes est effectué

à l'aide de lampe torche. En effet, la réflexion de la lumière par leurs yeux permet de repérer facilement les espèces nocturnes. En plus, des espèces diurnes qui perchent sur leur dortoir sont également faciles à inventorier la nuit à l'aide d'une lampe. Ces animaux se distinguent nettement de leur perchoir par une coloration bien contrastée ou beige blanchâtre ou par une allure bien désignée (corps allongé ou replié, queue enroulée ou étirée, membres écartés ou ramassés).

Les cris d'appel des grenouilles mâles sont d'importance capitale au cours de la recherche. Ils aident à repérer les individus ou même à les identifier surtout pour les espèces qui fréquentent la canopée ou les endroits inaccessibles.

### Fouille systématique des refuges

Cette technique est habituellement menée en parallèle avec la précédente et elle est uniquement effectuée pendant le jour. La méthode de fouille consiste à explorer tout endroit susceptible de constituer un lieu de refuge, d'habitation, de chasse ou de reproduction des animaux fouisseurs ou à biotope spécial. Ces biotopes ou microhabitats peuvent être des bois morts en décomposition, des écorces desséchées qui se détachent du tronc, des interstices et des fissurations des rochers, des trous secs ou des cavités remplies d'eau sur les arbres, des plantes comme bambous, palmiers et baobabs, des plantes à feuilles engainantes comme les *Pandanus* et les *Ravenala*. Les termitières, les tas de litières et des débris organiques ainsi que l'humus entassé au pied des grands arbres. Les points d'eaux et leurs bordures comme les eaux courantes ou stagnantes et les marécages constituent un type de biotope spécial qui fait l'objet d'une fouille minutieuse. Les rochers sur le lit de la rivière notamment avec le cours rapide et le cascade sont des microhabitats soigneusement inspectés. La fouille permet de mieux apprécier la particularité écologique et les exigences des espèces en matière de microhabitats. Par ailleurs, elle permet de recenser les espèces qui mènent une vie cryptique. Cette technique marche aussi bien pour les animaux diurnes qui sont actifs dans leur biotope et ceux qui sont nocturnes en train de se reposer dans leurs abris.

### Trous-pièges

Cette technique de piégeage est constituée par des lignes de trous-pièges ou « pit-falls » qui sont composées chacune de 11 seaux alignés (chaque

seau a une capacité de 12 l, 275 mm de profondeur interne et 220 mm de diamètre inférieur interne). Les seaux sont enterrés dans le sol et sont espacés de 10 m l'un de l'autre sur la ligne. La longueur d'une ligne est en effet de 100 m. Une bande plastique de 0,80 m de largeur est dressée le long de la ligne avec des piquets, elle traverse le diamètre de chaque seau ; la base de la bande plastique, environ 10 cm est plié au sol et est recouverte par de litière forestière pour servir de guide aux animaux vers les trous. Le fond de chaque seau est percé des petits trous pour permettre à l'eau de s'écouler en cas de pluie. Trois lignes de trous-pièges ont été installées dans chaque site, au niveau des différents microhabitats, à savoir : vallée, versant et crête. Un seau en place pendant 24 heures est considéré comme une nuit de trou-piège.

Quelques individus par espèces ont été collectés pour servir de spécimens de référence. Des photos sont prises pour chacune des espèces pour enregistrer la couleur de l'animal dans son milieu naturel. Chaque spécimen dispose d'un numéro individuel et toutes les informations qui le concernent au moment de sa collecte sont enregistrées. Les spécimens sont d'abord anesthésiés par une solution de chlorotone avant d'être fixés à l'aide d'une solution de formol à 12,5 %.

Les spécimens sont déposés à la salle de collection de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Université d'Antananarivo (UADBA) et conservés dans de l'alcool à 75 % après rinçage à l'eau pour évacuer le liquide de fixation. Chaque spécimen collecté a été catalogué avec le numéro unique de terrain d'Achille P. Raselimanana (APR). L'identification des espèces a été faite en utilisant les clés de détermination disponibles, les articles scientifiques relatifs à la description des espèces nouvelles connues à Marojejy et dans les massifs forestiers de cette région septentrionale de Madagascar, ainsi que le guide des amphibiens et des reptiles (Glaw & Vences, 2007a).

### **Evaluation de l'abondance relative de chaque espèce**

L'abondance relative d'une espèce dans le contexte de cet inventaire représente la fréquence d'observation d'une espèce par rapport aux autres pour un même effort d'échantillonnage. Elle donne une idée générale sur la taille de la population de chaque espèce par rapport aux autres dans les mêmes conditions environnementales. Une espèce est classée par exemple « Peu abondante », lorsque durant le recensement dans le site donné, il n'y a

tout au plus que trois individus observés pour cette espèce. Par contre, à plus de 20 individus rencontrés, l'espèce a été classée « Très abondante ». Les classes intermédiaires « Assez abondante » et « Abondante » correspondent respectivement à 4-10 et 11-20 individus observés.

### **Systématiques**

Afin de mieux apprécier d'une manière objective la tendance des communautés de l'héropétofaune entre la situation en 1996 et celle de 2021, il est primordial de passer en revue le changement sur la systématique concernant la liste de l'héropétofaune en 1996 pour Marojejy et d'apporter certaines clarifications quant à la détermination de l'espèce. Depuis ces dernières années, l'application de l'approche intégrative dans la systématique et la phylogénétique ont permis de détecter non seulement les espèces cryptiques mais aussi l'affiliation des taxa, ce qui implique la reconsidération de l'appartenance générique ou même de l'identité de certaines espèces (Kucharzewski *et al.*, 2014 ; Erens *et al.*, 2017). Lors de l'inventaire biologique mené en 1996, l'identification des espèces était basée sur le « *Field guide des amphibiens et des reptiles* » (2eme édition) de Glaw et Vences (1994) et de quelques articles scientifiques disponibles relatifs à la description des nouvelles espèces récemment découvertes sur le massif et des zones avoisinantes (ex. Raxworthy & Nussbaum, 1994b ; Andreone, 1996).

En outre, au cours de l'exploration de 1996, l'approche intégrative avec l'implication des données moléculaires, bioacoustiques en plus de la morphologie n'était pas encore bien développée. Le risque de confusion et d'erreur d'identification en systématique est en effet non négligeable, notamment pour les espèces cryptiques et polymorphiques. L'évolution de la systématique et la nouvelle technologie comme l'utilisation de « bar-coding » ont beaucoup aidé la distinction des formes nouvelles ou cryptiques et ont accéléré la description des nouvelles espèces (Vieites *et al.*, 2009 ; Perl *et al.*, 2014).

### **Nouvelles espèces découvertes et décrites depuis 1996 pour le massif de Marojejy**

Les études menées sur des spécimens provenant du massif de Marojejy lors des explorations antérieures, pendant et après 1996 ont révélé la présence des formes nouvelles encore inconnues par la science.

Ainsi, de nombreuses espèces décrites après 1996 (voir Annexe I) pour le massif de Marojejy ne sont pas listées dans Raselimanana *et al.* (2000) ou elles étaient confondues avec d'autres espèces ou tout simplement mal identifiées. Il s'agit de 31 espèces d'amphibiens et huit espèces de reptiles. Par ailleurs, il y a d'autres formes nouvelles déjà citées dans Glaw et Vences (2007a), mais pas encore décrites, entre autres *Gephyromantis* sp. aff. *leucomaculatus* « Marojejy » et *Mantidactylus* sp. aff. *grandidieri* « North ».

### Changement de nom d'espèces ou d'appartenance générique

De nombreuses espèces identifiées en 1996 et citées dans Raselimanana *et al.* (2000) ont changé de nom après une révision systématique. En effet, *Pararhadinaea albignaci* est devenu *Elapotinus pectiti* (Kucharzewski *et al.*, 2014), *Sanzinia madagascariensis* a été ressuscitée (Vences *et al.*, 2001) après avoir été changée en *Boa manditra* (Kluge, 1991). Il en est de même pour *Microscalabotes bivittis* qui devient désormais *Lygodactylus bivittis* (Puente *et al.*, 2009). En outre, tout ce qui est appelé *Amphiglossus* dans le manuscrit est devenu soit *Brachyseps* soit *Flexiseps* en adoptant la récente révision d'Erens *et al.* (2017). *Typhlops ocellaris* devient aussi *Madatyphlops ocellaris* (Pyron & Wallach, 2014). Il en est de même pour le genre *Stenophis* qui a été subdivisé en *Lycodryas*, *Parastenophis* et en *Phisalixella* (Nagy *et al.*, 2010). Une espèce d'amphibiens *Plethodontohyla coudreaui* a été transférée dans le genre *Rhombophryne* et est devenue désormais *R. coudreaui*.

### Confusion et identification erronée

De nombreuses formes ont été considérées comme de simple variation morphologique des espèces déjà connues. Mais, les études ultérieures avec la génétique moléculaire en taxinomie ont révélé leur vraie identité. Des espèces ont été ainsi confondues à d'autres, car au final, il s'agit des espèces cryptiques complètement distinctes. C'est le cas de *Gephyromantis lomorina* (Scherz *et al.*, 2018) qui a été mélangé avec *G. klemmeri* par Raselimanana *et al.* (2000). L'espèce des Microhylidae, *Rhombophryne serratopalpebrosa*, représente en fait deux différentes espèces : *R. regalis* et *R. vaventy* (Scherz *et al.*, 2014). C'est aussi le cas de *Mantidactylus lugubris*

qui représente en réalité une nouvelle espèce, *M. petakorona* (Scherz *et al.*, 2019a).

Au cours de l'inventaire en 1996, des Microhylidae appartenant au genre *Plethodontohyla* ont été identifiés comme *P. notosticta* (Raselimanana *et al.*, 2000). Plus tard, Glaw et Vences (2007b) ont décrit une nouvelle espèce, *P. guentheri*. Comme aucune collection de *P. notosticta* n'a été faite depuis, ils ont pensé que *P. notosticta* n'existe pas à Marojejy, mais il s'agit de *P. guentheri*. En outre, *Platypelis occultans* a été signalée présente à Marojejy (Raselimanana *et al.*, 2000 ; Vences *et al.*, 2005). En réalité, il s'agit d'une nouvelle espèce, *Cophyla fortuna* (Rakotoarison *et al.*, 2019).

Un individu de l'espèce correspondant à *Platypelis* sp. « *ranjomena* » dans Glaw et Vences (2007a, Figure 2) a été collecté à 750 m en 1996, il a été considéré comme une simple variation morphologique de *P. barbouri* en cette période. En fait, il représente une forme nouvelle, *P. ranjomena* tout récemment décrite (Glaw *et al.*, 2020). Il en est de même pour *Mantidactylus femoralis* qui est en réalité un complexe composé de *Mantidactylus* Ca 39 et *Mantidactylus* Ca 43 (Vieites *et al.*, 2009). La grenouille *Boophis brachyichir* a été mal identifiée car il s'agit en fait d'une espèce nouvelle *B. entingae* (Glaw *et al.*, 2010). Il en est de même pour *Laurentomantis malagasius* qui est en fait *Gephyromantis striatus* (Vences *et al.*, 2022) et *M. leucomaculatus* pourrait être une nouvelle forme pour la science qui a été appelée *M.* aff. *leucomaculatus* « Marojejy » (Glaw & Vences, 2007a). De même pour le gecko nocturne identifié comme *Uroplatus ebenau*, mais qui représente en réalité deux espèces cryptiques, *U. fangorn* et *U. fivehy* (Ratsoavina *et al.*, 2020), par contre *Uroplatus* sp. cité par Raselimanana *et al.* (2000) représente une autre nouvelle espèce, *U. finaritra* (Ratsoavina *et al.*, 2019). De l'autre côté, le gecko géant nocturne à queue aplatie du massif de Marojejy a été longuement considéré comme *U. fimbriatus* mais une récente étude a révélé qu'il s'agit d'une nouvelle espèce, *U. giganteus* (Gehring *et al.*, 2018). *Calumma nasutum* selon une récente révision taxinomique n'est pas présente à Marojejy, les spécimens à qui le nom a été attribué représentent en fait une forme nouvelle *C. radamanus* (Prötzel *et al.*, 2020). Un autre cas de confusion d'identité est celui de *Brookesia minima* de Marojejy (Raselimanana *et al.*, 2000) qui représente une autre espèce selon les données moléculaires, *B. tedi* (Scherz *et al.*, 2019b). Une autre nouvelle espèce de gecko, *Lygodactylus ulli*, a été récemment décrite de la zone de basse altitude de Marojejy (Vences *et al.*, 2022). Ce gecko

a été aussi collecté à 450 et à 750 m d'altitude en 1996, mais identifié comme *L. miops* (Raselimanana *et al.*, 2000). Au final donc, les deux sont de la même espèce et il s'agit de *L. ulli*.

Ces différents aspects ont évidemment une répercussion non négligeable aussi bien sur la richesse spécifique que sur la composition spécifique de la communauté. Il faut signaler que dans la présente analyse, seules les espèces recensées le long du transect altitudinal en 1996 et en 2021 ont été prise en compte. En effet, la diversité de la faune herpétologique du massif de Marojejy est beaucoup plus élevée par rapport à la liste présentée dans le Tableau 1.

## Résultats

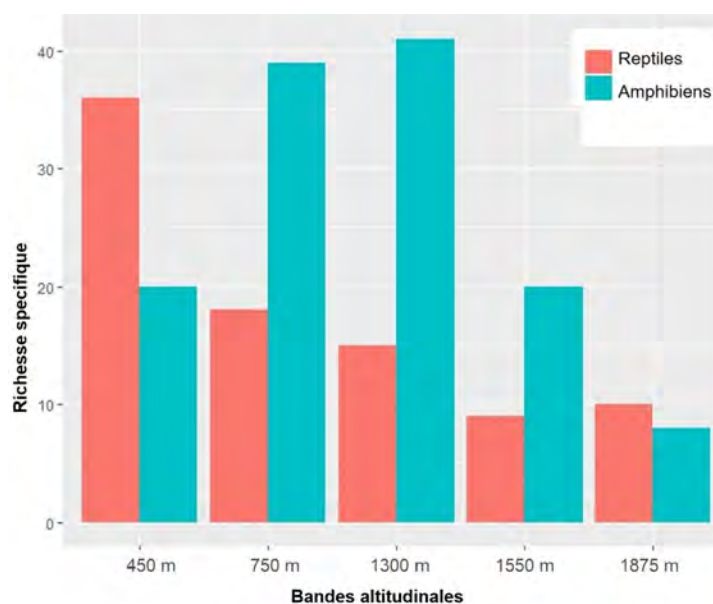
### Richesse spécifique

Au total, 145 espèces herpétofauniques ont été recensées dont 82 amphibiens et 63 reptiles. Le long du transect altitudinal, il a été constaté que la richesse spécifique varie d'un site à un autre, mais la diversité la plus élevée se trouve au niveau des bandes altitudinales de 750 et 1300 m pour les amphibiens, avec respectivement 39 et 41 espèces. Pour les reptiles, la richesse diminue au fur et à mesure qu'on monte en altitude avec 36 espèces à 450 m d'altitude pour descendre à 8 puis à 10 à 1550 m et à 1875 m. La Figure 1 suivante illustre l'histogramme de la richesse spécifique en amphibiens et en reptiles par site (Tableau 1). La distribution de la communauté des amphibiens et des reptiles est en effet influencée par

le gradient altitudinal qui est défini par des facteurs écologiques dépendant de ce changement d'altitude. Les sites caractérisés par les bandes altitudinales de moyenne altitude 750 et 1300 m sont les plus riches, alors que la plus pauvre est la zone de haute altitude.

Parmi les espèces recensées, sept amphibiens sont déjà identifiés comme espèces nouvelles et qui attendent leur description définitive (Perl *et al.*, 2014). Par contre, six autres représentent des formes qui ne sont pas encore connues et pourraient représenter des nouvelles espèces pour la science. Il s'agit des trois formes arboricoles (*Platypelis* cf. *barbouri*, *Spinomantis* sp. 1 et *Spinomantis* sp. 2) et de trois espèces de *Stumpffia* du type fouisseur (*Stumpffia* sp. 1, *Stumpffia* sp. 2 et *Stumpffia* sp. 3). Un scinque du genre *Paracontias* a été collecté, mais la comparaison avec les espèces déjà connues n'a pas permis de déterminer son identité.

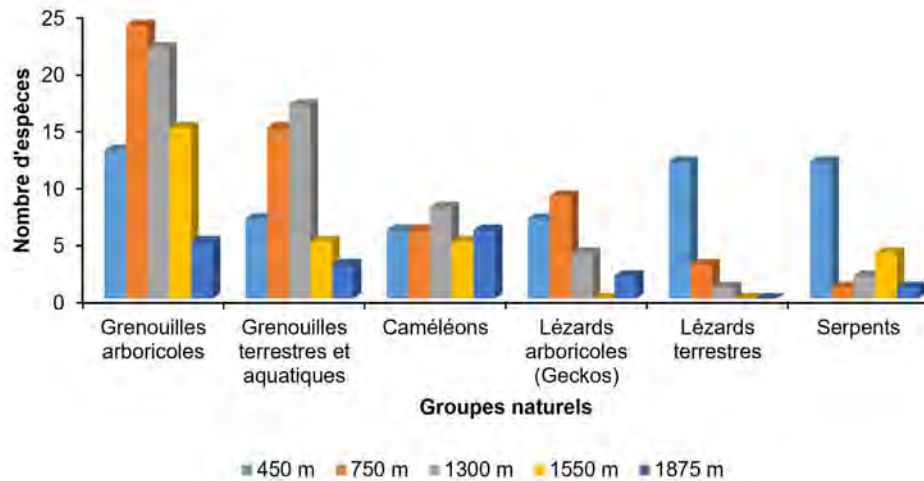
La particularité de la composition de la communauté herpétofaunique du massif de Marojejy est la présence des espèces rarement répertoriées. C'est le cas parmi tant d'autres du serpent arboricole *Ithycyphus blanci* (Figure 2a), qui n'a jamais été recensée depuis sa description, il y a 30 ans. C'est la première fois que la photo de l'espèce en vie dans son milieu naturel a été prise et disponible. Il en est de même pour une autre espèce de serpent, *Brygophis coulangesi* (Figure 2b) qui a été recensée pour la première fois à Marojejy et plusieurs autres espèces de grenouilles. Le plus coloré serpent,



**Figure 1.** Distribution de la richesse spécifique par bande altitudinal le long du versant oriental du Parc National de Marojejy.



**Figure 2.** Illustrations de quelques espèces de serpents trouvés dans le Parc National de Marojejy : **A)** *Ithycyphus blanci* capturée (APR 13762) à 450 m. **B)** *Brygophis coulangesi* (APR 13404) sur un arbre à 2,5 m de hauteur pendant la nuit à 1350 m. **C)** *Liophidium pattoni* capturé (APR 13781) dans un trou-piège à 450 m. (Photos par Achille P. Raselimanana.)



**Figure 3.** Variation de la représentation de chaque groupe naturel le long du gradient altitudinal le long du versant oriental du Parc National de Marojejy.



**Figure 4.** Illustrations de quelques espèces d'herpétofaune observées dans le Parc National de Marojejy : **A)** *Spinomantis nussbaumi* (APR 14283) capturé sur une branche d'arbre mousseux à 1875 m. **B)** *Palleon lolontany* (APR 14281) avec sa couleur naturelle capturé à 1875 m. **C)** *Calumma peyrierasi* mâle (APR 14301) capturé sur une branche à 3 m de hauteur à 1875 m. (Photos par Achille P. Raselimanana.)

*Liophidium pattoni*, très rarement recensé a été aussi observé (Figure 2c). Il faut souligner que la richesse spécifique rapportée ici ne concerne que celle recensée le long du gradient altitudinal entre 450 et 1875 m sur le versant Est du massif.

En classifiant les amphibiens et les reptiles suivant un regroupement biologique naturel selon leur mœurs et leur mode de vie, six groupes naturels sont identifiés. Il s'agit de groupes de grenouilles arboricoles, de grenouilles terrestres et aquatiques, des caméléons, de lézards arboricoles (geckos),

de lézards terrestres et fousseurs et des serpents en général. La Figure 3 montre la variation de la représentation de chaque groupe en fonction du gradient altitudinal.

D'une manière générale, les grenouilles quel que soit leur mode de vie ont tendance à fréquenter surtout les zones de moyenne altitude, leur préférence à cette bande est évidente (Figure 3) sauf pour les espèces qui sont spécialistes des hautes altitudes comme *Spinomantis nussbaumi* (Figure 4a) rencontré à 1875 m. Quant aux caméléons, la

répartition est quasi-similaire quel que soit le niveau d'altitude. Pour les autres groupes de reptiles, la préférence de zone de basse altitude est évidente. Toutefois, il faut souligner que la composition spécifique n'est pas nécessairement identique. Autrement dit, il y a des espèces communes à deux ou plusieurs niveaux d'altitudes, mais il y a aussi des espèces propres à une bande altitudinale donnée. A titre d'illustration, *Palleon lolontany* (Figure 4b) et *Calumma peyrierasi* (Figure 4c) ne se trouvent que dans la zone de haute altitude, alors que *Brookesia vadoni* dans la moyenne altitude et *Parastenophis betsileanus* dans la basse altitude seulement.

### Abondance relative

Comme les efforts d'échantillonnage sont identiques pour les différents sites, l'estimation de l'abondance relative de chaque espèce par site est possible. Elle représente ainsi la fréquence d'observations d'une espèce par rapport au total des fréquences de toutes les espèces recensées pour un site donné. Elle permet ainsi de connaître quelle espèce est la mieux représentée dans chaque communauté. La plupart des espèces sont représentées par un assez grand nombre d'individus (Figure 5). Une nette prédominance des espèces avec assez d'effectifs quel que soit le niveau d'altitude a été notée. Au niveau de basse et de moyenne altitudes, le nombre d'individus des espèces moins représentées (à faible effectif) et celui d'espèces fréquentes (abondantes) sont presque similaires. Les quatre classes d'abondance sont d'ailleurs bien représentées dans ces bandes altitudinales. La variation de la classe d'abondance selon le gradient altitudinal illustre en partie la préférence écologique de la communauté herpétofaunique. Toutefois, il faut souligner que les mœurs et le mode de vie des espèces influencent

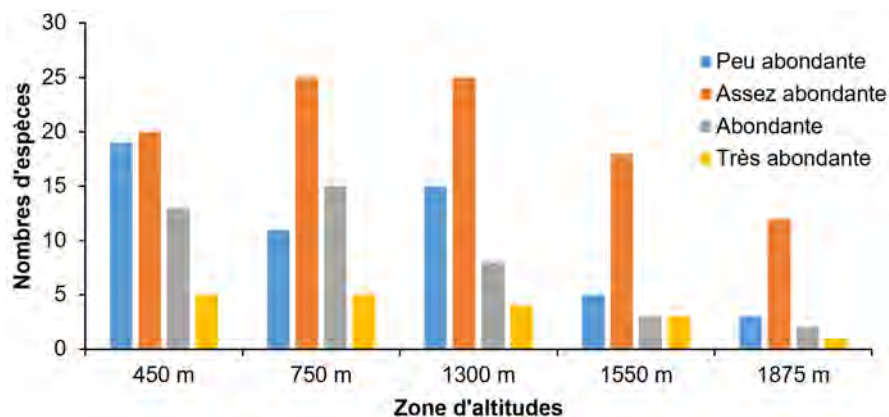
beaucoup sur leur fréquence d'observation. Les espèces fousseuses, cryptiques ou à mode de vie particuliers sont en général difficile à recenser, donc peu représentées en effectif. Il faut signaler que les serpents et les grenouilles microhylidés terrestres et fousseurs sont le moins représentés que les autres quel que soit le site.

### Endémisme

Toutes les espèces recensées sont endémiques de Madagascar. Par ailleurs, un nombre non négligeable d'espèces ne se trouve que dans le massif de Marojejy ou de la région septentrionale de la Grande île (Tableau 1). En effet, 31 espèces dont 21 amphibiens et 10 reptiles ne se trouvent nulle part ailleurs que dans le Parc National de Marojejy. Parmi ces espèces figurent des caméléons, des geckos, des serpents et évidemment des grenouilles. Au total, 37 dont 23 amphibiens et 14 reptiles ont une aire de distribution restreinte dans le Nord et le Nord-est de Madagascar. Il s'agit entre autres de *Boophis anjanaharibeensis*, *B. roseipalmatus*, *Ebenavia safari* et *Liophidium pattoni*.

### Statut de conservation

D'après la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN, 2023), le massif de Marojejy héberge un nombre important d'espèces menacées dont 17 Vulnérables (neuf amphibiens et huit reptiles) et neuf En danger (sept amphibiens et deux reptiles). En outre, cinq sont classées dans la catégorie Quasi menacée (Tableau 1). Il faut noter aussi que ces espèces sont endémiques du massif de Marojejy ou tout au moins ne se trouvent que dans cette région septentrionale de Madagascar.



**Figure 5.** Répartition des espèces en fonction de leur classe d'abondance relative le long du versant oriental du Parc National de Marojejy.



**Tableau 1.** Liste des espèces recensées en 2021 sur versant oriental du Parc National de Marojejy. Statut de conservation (UICN, 2023) : NE (Non Evaluée), DD (Données Insuffisantes), NT (Quasi menacée), VU (Vulnérable), EN (En danger), CR (En danger critique). Endémisme, biotopes, habitats et abondance relative. Endémisme : EL (endémique locale du massif), ER (endémique de la région septentrionale de Madagascar), EM (endémique à Madagascar).

Taxa	Statut UICN	Endémisme	Biotopes / Mœurs	Habitats	Abondance relative	Sites (altitude en m) ± 200 m suivant le site				
						450	750	1300	1550	1875
<b>AMPHIBIENS</b>										
<b>Mantellidae-Boophinae</b> (10 espèces)										
<i>Boophis albilabris</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante		+			
<i>Boophis anjanaharibeensis</i>	EN	ER	Arboricole	Vallée	Assez abondante	+	+	+		
<i>Boophis axelmeyeri</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée	Très abondante	+	+	+	+	
<i>Boophis englaenderi</i>	VU	ER	Arboricole	Vallée	Assez abondante		+			
<i>Boophis entingae</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante	+	+	+	+	
<i>Boophis madagascariensis</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Abondante	+	+	+		
<i>Boophis marojezensis</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Très abondante	+	+	+	+	
<i>Boophis roseipalmatus</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée & versant	Abondante	+	+			
<i>Boophis septentrionalis</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée & versant	Peu abondante			+	+	
<i>Boophis</i> sp. aff. <i>mandraka</i> (Ca 28)	NE	EL	Arboricole	Vallée	Peu abondante					+
<b>Mantellidae-Mantellinae</b> (48 espèces)										
<i>Blommersia grandisonae</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante				+	
<i>Gephyromantis granulatus</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée	Assez abondante			+	+	
<i>Gephyromantis klemmeri</i>	EN	EL	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante		+			
<i>Gephyromantis</i> cf. <i>leucomaculatus</i> (Ca 17)	NE	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante	+	+			
<i>Gephyromantis lomorina</i>	EN	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante		+	+		
<i>Gephyromantis luteus</i>	LC	EM	Arboricole & terrestre	Vallée, versant & crête	Très abondante	+	+	+		
<i>Gephyromantis moseri</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Assez abondante		+	+		
<i>Gephyromantis pseudoasper</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Assez abondante			+		
<i>Gephyromantis ranjomavo</i>	EN	EL	Arboricole	Vallée & versant	Peu abondante			+		
<i>Gephyromantis redimitus</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Abondante	+	+			
<i>Gephyromantis rivicola</i>	VU	ER	Arboricole	Vallée	Abondante			+		
<i>Gephyromantis salegy</i>	VU	ER	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante					+
<i>Gephyromantis schilfi</i>	VU	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante			+	+	
<i>Gephyromantis striatus</i>	VU	ER	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante		+	+		
<i>Gephyromantis tahotra</i>	VU	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante			+		
<i>Gephyromantis tandroka</i>	VU	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante		+	+	+	
<i>Gephyromantis tohatra</i>	NE	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante				+	
<i>Guibemantis liber</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Assez abondante			+	+	
<i>Guibemantis milingilingy</i>	NE	EL	Arboricole	Versant & crête	Abondante					+
<i>Guibemantis pulcher</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Abondante			+		
<i>Guibemantis woosteri</i>	NE	EL	Arboricole	Vallée	Abondante	+	+			
<i>Mantella laevigata</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Abondante	+	+			

Tableau 1. (suite)

Taxa	Statut UICN	Endémisme	Biotores / Mœurs	Habitats	Abondance relative	Sites (altitude en m) ± 200 m suivant le site				
						450	750	1300	1550	1875
<i>Mantella nigricans</i>	LC	ER	Terrestre	Vallée & versant	Abondante	+	+	+		
<i>Mantidactylus charlotteae</i>	LC	EM	Arboricole & terrestre	Vallée	Assez abondante	+	+			
<i>Mantidactylus femoralis</i>	LC	EM	Semi-aquatique	Vallée	Abondante	+	+			
<i>Mantidactylus melanopleura</i>	LC	EM	Arboricole & terrestre	Vallée	Abondante	+	+			
<i>Mantidactylus opiparis</i>	LC	EM	Arboricole & terrestre	Vallée	Abondante		+	+		
<i>Mantidactylus jonasi</i> (Ca 71)	NE	ER	Semi-aquatique	Vallée	Assez abondante			+	+	
<i>Mantidactylus matetika</i> (Ca 16)	NE	ER	Semi-aquatique	Vallée	Assez abondante	+	+	+		
<i>Mantidactylus cf. mocquardi</i> (Ca 46)	NE	ER	Aquatique	Vallée	Assez abondante				+	
<i>Mantidactylus</i> Ca 39	NE	ER	Semi-aquatique	Vallée	Assez abondante	+	+	+		
<i>Mantidactylus</i> Ca 43	NE	ER	Semi-aquatique	Vallée	Assez abondante			+	+	+
<i>Spinomantis aglavei</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Assez abondante		+	+		
<i>Spinomantis fimbriatus</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée	Assez abondante			+		
<i>Spinomantis nussbaumi</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante			+	+	+
<i>Spinomantis peraccae</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Assez abondante				+	
<i>Spinomantis</i> sp. 1	NE	EL	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante			+	+	+
<i>Spinomantis</i> sp. 2	NE	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante				+	+
<b>Microhylidae-Cophylinae</b> (24 espèces)										
<i>Cophyla fortuna</i>	NE	EL	Arboricole	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Platypelis barbouri</i>	LC	ER	Arboricole	Versant	Assez abondante		+		+	
<i>Platypelis grandis</i>	LC	EM	Arboricole & rupicole	Vallée & versant	Abondante		+	+	+	
<i>Platypelis ravus</i>	DD	EL	Arboricole	Vallée	Assez abondante		+			
<i>Platypelis tetra</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée	Assez abondante	+	+			
<i>Platypelis tuberifera</i>	LC	EM	Pandanicole	Vallée & versant	Abondante		+			
<i>Platypelis cf. barbouri</i>	NE	EL	Arboricole	Vallée	Peu abondante		+			
<i>Plethodontohyla guentheri</i>	DD	EL	Terrestre	Vallée	Peu abondante		+	+		
<i>Plethodontohyla notosticta</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante	+				
<i>Rhombophryne botabota</i>	VU	ER	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante		+			
<i>Rhombophryne laevipes</i>	LC	EM	Terrestre	Versant	Peu abondante		+			
<i>Rhombophryne proportionalis</i>	EN	ER	Terrestre	Versant	Peu abondante			+		
<i>Rhombophryne regalis</i>	VU	ER	Terrestre	Vallée	Peu abondante			+		
<i>Rhombophryne minuta</i>	EN	ER	Terrestre	Versant	Abondante			+		
<i>Rhombophryne savaka</i>	EN	EL	Terrestre	Vallée & versant	Peu abondante			+		
<i>Rhombophryne vaventy</i>	EN	EL	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante			+		+
<i>Stumpffia achillei</i>	NE	EL	Terrestre	Vallée, versant & crête	Assez abondante	+	+			
<i>Stumpffia diutissima</i>	NE	EL	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante		+			
<i>Stumpffia grandis</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Assez abondante			+	+	

Tableau 1. (suite)

Taxa	Statut UICN	Endémisme	Biotopes / Mœurs	Habitats	Abondance relative	Sites (altitude en m) ± 200 m suivant le site				
						450	750	1300	1550	1875
<i>Stumpffia roseifemoralis</i>	LC	ER	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante			+		
<i>Stumpffia tridactyla</i>	LC	EL	Terrestre	Versant & crête	Assez abondante			+	+	+
<i>Stumpffia</i> sp. 1	NE	EL	Terrestre	Vallée	Peu abondante		+	+		
<i>Stumpffia</i> sp. 2	NE	EL	Terrestre	Vallée	Peu abondante		+	+		
<i>Stumpffia</i> sp. 3	NE	EL	Terrestre	Vallée	Peu abondante			+		
<b>Total amphibiens : 82 espèces</b>						20	39	41	20	8
<b>REPTILES</b>										
<b>Chamaeleonidae (15 espèces)</b>										
<i>Brookesia betschi</i>	NT	EL	Terrestre	Vallée, versant & crête	Abondante			+	+	+
<i>Brookesia karchei</i>	EN	EL	Terrestre	Vallée & versant	Abondante	+	+			
<i>Brookesia griveaudi</i>	NT	ER	Terrestre	Vallée & versant	Abondante	+	+			
<i>Brookesia tedi</i>	VU	EL	Terrestre	Vallée & versant	Abondante	+	+		+	+
<i>Brookesia vadoni</i>	VU	ER	Terrestre	Versant	Peu abondante			+		
<i>Calumma cucullatum</i>	VU	EM	Arboricole	Versant	Peu abondante			+		
<i>Calumma boettgeri</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée & versant	Peu abondante			+		
<i>Calumma guillaumeti</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée, versant & crête	Très abondante	+	+	+	+	+
<i>Calumma jeiy</i>	VU	EL	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante			+	+	+
<i>Calumma marojezense</i>	LC	EL	Arboricole	Versant	Assez abondante		+	+		
<i>Calumma malthe</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante			+		
<i>Calumma nasutum</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante	+	+			
<i>Calumma parsonii</i>	NT	EM	Arboricole	Versant	Peu abondante			+		
<i>Calumma peyrierasi</i>	VU	EL	Arboricole	Versant & crête	Assez abondante					+
<i>Calumma radamanus</i>	NE	ER	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante	+				
<i>Palleon lolontany</i>	NT	ER	Terrestre	Versant	Peu abondante					+
<b>Gerrhosauridae (trois espèces)</b>										
<i>Zonosaurus madagascariensis</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Très abondante	+	+			
<i>Zonosaurus rufipes</i>	LC	ER	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante	+	+			
<i>Zonosaurus subunicolor</i>	LC	ER	Terrestre	Versant	Peu abondante	+				
<b>Gekkonidae (15 espèces)</b>										
<i>Blaesodactylus antongilensis</i>	LC	EM	Arboricole	Versant	Peu abondante	+				
<i>Ebenavia safari</i>	LC	ER	Arboricole	Vallée	Peu abondante		+			
<i>Geckolepis maculata</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Lygodactylus bivittis</i>	VU	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante		+			
<i>Lygodactylus ulli</i>	LC	EM	Arboricole	Versant	Peu abondante		+			
<i>Paroedura gracilis</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante	+	+			
<i>Phelsuma guttata</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Abondante	+	+			
<i>Phelsuma lineata</i>	LC	EM	Arboricole	Versant	Peu abondante	+		+		
<i>Phelsuma quadriocellata</i>	LC	EM	Arboricole	Versant	Assez abondante		+			
<i>Uroplatus fangorn</i>	VU	EL	Arboricole	Versant	Peu abondante					+
<i>Uroplatus finaritra</i>	EN	EL	Arboricole	Versant	Peu abondante		+	+		
<i>Uroplatus fivehy</i>	VU	ER	Arboricole	Versant	Assez abondante			+		+

Tableau 1. (suite)

Taxa	Statut UICN	Endémisme	Biotoques / Mœurs	Habitats	Abondance relative	Sites (altitude en m) ± 200 m suivant le site				
						450	750	1300	1550	1875
<i>Uroplatus giganteus</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante	+	+			
<i>Uroplatus lineatus</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante	+	+			
<i>Uroplatus sikorae</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée & versant	Assez abondante			+		
<b>Scincidae (12 espèces)</b>										
<i>Brachyseps frontoparietalis</i>	LC	EM	Fouisseuse	Vallée	Assez abondante	+				
<i>Brachyseps macrocerus</i>	LC	EM	Fouisseuse & terrestre	Versant & crête	Assez abondante					+
<i>Brachyseps punctatus</i>	LC	EM	Terrestre & Fouisseuse	Versant	Peu abondante	+				
<i>Flexiseps ornaticeps</i>	LC	EM	Fouisseuse	Vallée & versant	Assez abondante	+				
<i>Flexiseps spilostichus</i>	DD	EM	Fouisseuse	Versant	Peu abondante			+		
<i>Madascincus cf. melanopleura</i>		EM	Terrestre	Vallée & versant	Assez abondante	+				
<i>Madascincus melanurus</i>	LC	EM	Fouisseuse	Vallée & versant	Peu abondante	+				
<i>Madascincus minutus</i>	LC	ER	Fouisseuse	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Madascincus nanus</i>	LC	ER	Fouisseuse	Vallée	Peu abondante		+			
<i>Madascincus stumpffi</i>	LC	ER	Fouisseuse	Vallée & versant	Assez abondante	+				
<i>Paracontias sp.</i>	NE		Fouisseuse	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Trachylepis gravenhorstii</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante	+				
<b>Boidae (une espèce)</b>										
<i>Sanzinia madagascariensis</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante	+				
<b>Lamprophiidae (16 espèces)</b>										
<i>Alluaudina bellyi</i>	LC	EM	Terrestre	Versant	Peu abondante	+				
<i>Brygophis coulangesi</i>	LC	ER	Arboricole	Crête	Peu abondante			+		
<i>Compsophis fatsibe</i>	NT	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante				+	
<i>Compsophis laphystius</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée, versant & crête	Abondante	+		+		
<i>Ithycyphus blanci</i>	DD	EL	Arboricole	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Liophidium pattoni</i>	NT	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Liophidium torquatum</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante				+	
<i>Liopholidophis doliocercus</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Assez abondante				+	+
<i>Lycodyras gaimardi</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Assez abondante	+	+			
<i>Parastenophis betsileanus</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Phisalixella arctifasciata</i>	LC	EM	Arboricole	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Pseudoxyrhopus heterurus</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante				+	
<i>Pseudoxyrhopus tritaeniatus</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Thamnosophis epistibes</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante	+				
<i>Thamnosophis infrasignatus</i>	LC	EM	Terrestre	Vallée	Peu abondante	+				
<b>Typhlopidae (Une espèce)</b>										
<i>Madatyphlops mucronatus</i>	DD	EM	Fouisseuse	Vallée	Peu abondante	+				
<b>Total reptiles : 63 espèces</b>						<b>36</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Total amphibiens et reptiles : 145 espèces</b>						<b>56</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>29</b>	<b>18</b>

## Discussion

### Richesse spécifique

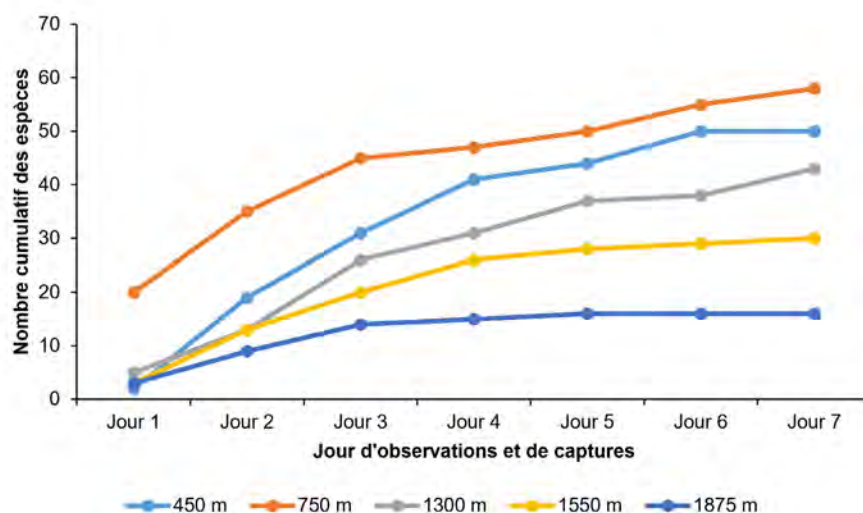
Avec ses 82 espèces d'amphibiens et 63 reptiles recensées durant la mission de 2021 et les 21 espèces herpétofauniques lors de l'inventaire de 1996 mais ratées en 2021 (Raselimanana *et al.*, 2000), le Parc National de Marojejy figure parmi les aires protégées qui hébergent une richesse importante en herpétofaune dans la partie septentrionale de Madagascar (Goodman *et al.*, 2018). Une espèce de grenouille arboricole, *Boophis ulftunni* a été aussi connue du massif de Marojejy (Wollenberg *et al.*, 2008) et de nombreuses nouvelles formes sont déjà identifiées comme des espèces candidates (Rakotoarison *et al.*, 2017). Rappelons que la présente étude ne concerne que les résultats des inventaires menés le long d'un transect altitudinal sur la versant est du massif depuis 450 jusqu'à 1875 m. Selon les données compilées dans Goodman *et al.* (2018), le Parc National de Montagne d'Ambre héberge 33 espèces d'amphibiens et 66 reptiles, la Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud abrite 43 espèces d'amphibiens et 43 reptiles et la Réserve Naturelle Intégrale de Tsaratanàna compte 42 amphibiens et 37 reptiles. Comme, les espèces herpétofauniques rapportées ici ne concerne que celles recensées le long du gradient altitudinal du versant Est, alors, plusieurs autres espèces observées dans les autres parties du parc mentionnées dans Goodman *et al.* (2018) ne sont pas intégrées dans cette liste.

Pour les zones d'altitudes de 450, 750 et 1300 m, les allures de la courbe cumulative des espèces d'amphibiens et de reptiles n'atteignent pas le plateau (Figure 6). Il reste probablement d'autres espèces

qui ne sont pas répertoriées jusqu'à la fin de la durée de l'échantillonnage. D'autres espèces pourraient s'ajouter à la liste. Les deux zones de haute altitude, 1550 et 1875 m ont un faible nombre d'espèces.

Le rythme d'activités des êtres poïkilothermes comme les amphibiens et les reptiles est fortement influencé par les conditions météorologiques journalières. Lorsque les conditions ne leur sont pas favorables, trop sèches ou trop froides, très peu d'individus ou d'espèces sont actifs. Les espèces à mode de vie particulier comme la fréquentation du milieu souterrain (espèces fouisseuses), ou l'utilisation des microhabitats spécifiques (espèces à biotopes particuliers) ou encore celles qui sont cryptiques avec certaine capacité de camouflage remarquable sont les plus difficiles à inventorier. Des visites fréquentes à différentes saisons sont généralement la meilleure approche pour mieux connaître et compléter la liste des espèces d'une aire de conservation quelconque. En tenant compte des autres espèces herpétofauniques déjà connues à Marojejy en dehors de celles sur ce transect altitudinal, cette aire protégée constitue un exceptionnel site pour la diversification de l'herpétofaune de Madagascar. La composition spécifique de sa communauté herpétofaunique justifie amplement l'intégration du massif dans le complexe Corridor Marojejy-Anjanaharibe Sud-Tsaratanàna partie Sud et partie Nord (COMATSA-Sud et COMATSA-Nord) et son rôle en tant que couloir des échanges biologiques.

De nombreuses espèces répertoriées en 1996 n'ont pas été retrouvées lors de la présente mission d'inventaire. Le Tableau 2 suivant montre les espèces recensées en 1996, mais ratées en 2021.



**Figure 6.** Courbes cumulatives des espèces herpétofauniques (amphibiens et reptiles) basées sur toutes les différentes techniques de terrain en 2021 sur versant oriental du Parc National de Marojejy.

**Tableau 2.** Liste des espèces recensées dans le Parc National de Marojejy durant l'inventaire biologique en 1996 (Raselimanana *et al.*, 2000), mais non observées en 2021.

<b>Genre et espèces</b>
<i>Boophis luteus</i>
<i>Mantella manery</i>
<i>Mantidactylus albobrenatus</i>
<i>Mantidactylus grandidieri</i>
<i>Platypelis tsaratananaensis</i>
<i>Plethodontohyla bipunctata</i>
<i>Plethodontohyla coudreaui</i>
<i>Plethodontohyla ocellata</i>
<b>Amphibiens (huit espèces)</b>
<i>Phelsuma madagascariensis</i>
<i>Phelsuma pusilla</i>
<i>Furcifer pardalis</i>
<i>Amphiglossus mandokava</i>
<i>Madascincus mouroundavae</i>
<i>Paracontias holomelas</i>
<i>Paracontias milloti</i>
<i>Pseudoacantias angelorum</i>
<i>Madatyphlops</i> sp.
<i>Compsophis</i> sp.
<i>Elapotinus pectiti</i>
<i>Thamnosophis stumpffi</i>
<i>Pseudoxyrhopus microps</i>
<b>Reptiles (13 espèces)</b>

Les espèces trouvées en 1996 dont les noms ont été changés suite à une révision taxinomique et qui sont désormais inventoriées sous une autre appellation ne sont plus prise en considération dans cette liste. Il s'agit entre autres le cas de *Platypelis occultans* qui n'est autre que *Cophyla fortuna* (Rakotoarison *et al.*, 2019). *Madascincus melanopleura* (Raselimanana *et al.*, 2000), est ici appelé *M. cf. melanopleura*. Un scinque fousseur, *Paracontias holomelas* a été aussi signalé à Marojejy (Raselimanana *et al.*, 2000). Un scinque du genre *Paracontias* a été aussi collecté, mais l'utilisation des spécimens avec la clé d'identification et les articles disponibles n'a pas permis de le déterminer. Il est dénommé *Paracontias* sp. ici et une éventuelle analyse moléculaire ultérieure permettrait de bien l'identifier. Il faut noter cependant qu'une espèce recensée en 1996 sous un autre nom a été confondue avec une autre décrite récemment. En effet, *Boophis luteus* citée dans Raselimanana *et al.* (2000) pourrait être *B. anjanaharibeensis* (Andreone, 1996), la confusion est probablement due à la coloration des yeux car les deux espèces ont un anneau rouge dans la zone périphérique de l'iris et elles font partie de *Boophis* au fond verdâtre.

Suite à ces observations, huit espèces d'amphibiens et 13 de reptiles recensées en 1996 ne sont pas rencontrées lors de la présente étude. Plusieurs raisons peuvent être avancées

pour expliquer cette situation. Premièrement, l'accessibilité : plusieurs endroits visités en 1996 n'étaient pas accessibles au cours de cette dernière visite en 2021, surtout la nuit à cause de la montée des eaux notamment à 450 et 750 m. Des cris des amphibiens y ont été d'ailleurs entendus, mais ils sont inaccessibles. Deuxièmement, le mode de vie de l'espèce : certaines espèces mènent une vie fousseuse ou terrestre mais à mœurs nocturne, ce qui les rend difficile à inventorier. Troisièmement, les conditions météorologiques : le rythme d'activités biologiques des amphibiens et des reptiles est influencé par les conditions météorologiques journalières. Lorsqu'elles ne leur sont pas favorables, ils ne bougent pas et restent dans leur refuge, les rendant impossible à repérer.

### Distribution altitudinale

Certaines espèces rencontrées seulement dans la bande altitudinale de 450 m en 1996 ont été aussi observées dans de zone d'altitude plus élevée lors de la présente investigation. Il s'agit entre autres de *Lygodactylus bivittis* trouvé à 750 m. Il en est de même pour *Calumma* cf. *brevicorne* qui est en fait une nouvelle espèce *C. jeji* (Raxworthy & Nussbaum, 2006), connu seulement dans la zone de 1875 m en 1996, mais lors de la présente étude, elle est répertoriée depuis la zone de 1300 m d'altitude. La fréquentation des végétations à sous-bois denses et enchevêtrés sur le versant et la crête bien exposés semble être à l'origine de la difficulté de répertorier cette espèce. L'exposition de son habitat au soleil durant le jour lui permettrait probablement d'accumuler assez d'énergie pour affronter le froid de la nuit sur son perchoir.

### Abondance relative

L'abondance relative d'une espèce informe notamment sur la capacité d'adaptation favorable d'une espèce par rapport aux autres dans un type d'habitat donné. Autrement dit, une espèce se trouve en abondance par rapport aux autres dans un milieu écologique donné lorsque celui-ci lui est favorable pour son développement. C'est le cas de *Calumma peyrierasi* au niveau de la bande altitudinale de 1875 m par exemple. Cette espèce fréquente surtout les milieux ouverts avec des arbustes dans la lisière de forêts. Elle perche en outre au sommet de l'arbuste, bien exposé au milieu de touffe de feuilles. Elle semble s'adapter aisément aux conditions froides et au vent violent de cette zone à découvert.

La plupart des individus sont d'ailleurs observés dans le fourré et la lisière forestière au-delà de la limite de la forêt. L'amphibien *Gephyromantis ranjomavo* présente une préférence particulière à un type de microhabitat spécifique. Cette espèce nocturne n'a été recensée que sur de formation herbacée à feuille élargie et lisse à une hauteur de moins de 40 cm, se développant sur des rochers couverts d'épaisse humus et litière sur la base du versant à pente douce. Elle n'est active qu'après une forte pluie tardive vers la fin de l'après-midi selon nos observations sur le terrain. Au total, une quinzaine d'individus ont été observés au cours de nos deux passages nocturnes sur cette zone située à quelques mètres d'un petit cours d'eau sous-terrain qui se déverse dans un cours d'eau se trouvant à une vingtaine de mètres en contre-bas dans une étroite vallée au nord-est du site à 1300 m.

D'une manière générale, l'évaluation est nettement relative car elle est basée sur la fréquence d'observations ou de rencontres, alors que la probabilité de rencontrer un individu dans la nature dépend de plusieurs facteurs. Certaines espèces sont difficilement répertoriées car elles perchent haut sur la canopée dans d'étroite vallée, bordée par des versants à la pente abrupte, le long des cours d'eau. Cependant, les cris d'appels caractéristiques qu'elles ont émis permettent d'avoir une idée sur leur nombre estimatif. C'est le cas des amphibiens arboricoles *Boophis anjanaharibeensis* et *B. septentrionalis*. Par contre, certaines espèces émettent rarement des cris, mais avec leur couleur et leur grande taille, elles sont faciles à observer. Elles perchent cependant en général très haut sur les branches avec des feuilles touffues surplombant le cours d'eau dans la vallée, donc difficile à voir. C'est le cas de *B. albilabris*. Les espèces fouisseuses, surtout celles de Microhylidae et de Scincidae et certains serpents sont également difficiles à inventorier et représentées par un ou deux individus seulement dans les échantillonnages, mais cela n'indique pas qu'elles sont vraiment rares. L'estimation de la taille de chaque population nécessite ainsi l'utilisation d'une approche méthodologique adaptée tenant compte du mode de vie et du comportement de chaque espèce. Evidemment, cela ne peut pas être réalisé au cours d'un inventaire biologique classique.

### Espèces menacées

Le Parc National de Marojejy constitue un refuge potentiel pour des espèces menacées. Parmi les 26 espèces menacées recensées, 17 sont Vulnérables

et neuf En danger. Cette situation concerne uniquement le recensement le long du transect altitudinal. En effet, d'autres espèces menacées peuvent exister aussi dans ce massif, mais sur d'autres versants. Il faut noter aussi que la plupart des espèces nouvellement décrites de ce parc ont été proposées comme des espèces menacées. C'est entre autres les cas de *Rhombophryne savaka*, *R. vaventy* (Scherz *et al.*, 2016), *Uroplatus finaritra* (Ratsoavina *et al.*, 2019), *U. fangorn* et *U. fivehy* (Ratsoavina *et al.*, 2020).

### Redécouverte des espèces

Le serpent arboricole *Ithycyphus blanci* a été connu seulement par un seul spécimen, utilisé lors de sa description originale par Domergue (1988). C'est un individu collecté pendant le jour à 1,5 m du sol dans la forêt de basse altitude (300 m) sur les branches d'arbre. Il a fallu alors plus de 30 ans pour redécouvrir le second représentant de cette espèce. C'est la première fois aussi qu'une photo de l'espèce en vie et dans son milieu naturel a été prise (Figure 2a).

### Extension des aires de distribution

Plusieurs espèces connues dans quelques sites de la région septentrionale de Madagascar ont été recensées pour la première fois dans le massif de Marojejy. Du coup, ces découvertes étendent de quelques kilomètres l'aire de distribution de ces espèces. En plus, elles témoignent la connexion ou la présence d'un couloir forestier du moins pendant certaines périodes entre les différents massifs, justifiant ainsi l'appellation du Corridor, COMATSA.

A titre d'illustration, le serpent récemment décrit, *Liophidium pattoni* a été collecté en 1995 dans la Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, puis en 2009 dans le Parc National de Makira où le spécimen utilisé lors de la description originale a été collecté (Vieites *et al.*, 2009). La découverte de cette espèce multicolore dans le massif de Marojejy (Figure 2c) explique une continuité de son aire de distribution dans la forêt humide de basse altitude depuis Makira (Vieites *et al.*, 2010) jusqu'à Anjanaharibe-Sud (Miinala, 2011) en passant par Marojejy (Fleute *et al.*, 2023 ; cette étude) et à Masoala (Fleute *et al.*, 2023). Il semble que l'espèce est relativement commune dans la forêt de basse altitude du Parc National de Marojejy, car les guides en sont familiers et sa présence dans ce massif a été déjà signalé en 2012 (Fleute *et al.*, 2023), une décennie avant l'inventaire de 2021.

C'est aussi le cas de *Palleon lolontany*. Cette espèce a été décrite en 1995 à partir des deux spécimens collectés à 1600 m et à 2050 m d'altitude sur le massif de Tsaratanàna (Raxworthy & Nussbaum, 1995). Puis, après une révision systématique, elle a été transférée dans un nouveau genre, *Palleon* par Glaw *et al.* (2013). C'est la première fois qu'elle a été recensée à Marojejy et ceci entre 1830 et 1890 m d'altitude qui est presque dans la zone de la limite de la forêt où les fourrés éricoïdes et les bambous nains sont relativement abondants.

Le grand caméléon *Calumma parsonii*, a été signalé présente à Anjanaharibe-Sud (Glaw & Vences, 2007a), sa découverte étend ainsi son aire de distribution plus au nord et confirme sa présence dans cette partie septentrionale de la Grande île. C'est aussi le cas de *Spinomantis nussbaumi* (Figure 4a), une espèce d'amphibiens décrite en 2008 à partir de cinq spécimens collectés dans le massif forestier de Tsaratanàna entre 1580 et 1650 m d'altitude (Cramer *et al.*, 2008). Sa découverte à Marojejy étend son aire de distribution plus au sud dans les niveaux altitudinaux entre 1550 et 1875 m.

### **Analyse de la tendance par rapport à la situation en 1996**

La tendance générale de la faune herpétologique du Parc National de Marojejy par rapport à la situation en 1996, peut être abordée sur quatre aspects : la richesse spécifique, l'abondance relative, la distribution spatiale et l'extension de l'aire de répartition. Les informations concernant ces aspects augmentent la valeur de l'aire protégée en tant que refuge de la biodiversité.

#### **Richesse spécifique**

La redécouverte des espèces recensées auparavant dans le massif et la rencontre des nouvelles formes ainsi que des nouveaux enregistrements indiquent que la diversité de l'herpétofaune du Parc National de Marojejy a énormément augmenté. Autrement dit, l'intégrité écologique permettant à la survie et au maintien de ces espèces dans cette aire protégée est encore intacte. Effectivement, dans la liste des espèces recensées à Marojejy en 1996, 10 espèces dont trois amphibiens et sept reptiles ont été collectés en dehors du parc (Raselimanana *et al.*, 2000). En effet, le long de ce transect altitudinal entre 450 et 1875 m, le nombre d'espèces recensées dans le parc était de 48 amphibiens et 55 reptiles.

Durant la présente investigation, 145 espèces dont 82 amphibiens et 63 reptiles ont été recensées. Autrement dit, la richesse spécifique du parc a augmenté de 33 pour les amphibiens et huit pour les reptiles.

#### **Abondance relative**

Lors du recensement des espèces sur le terrain, bon nombre d'espèces ne sont répertoriées que par quelques individus. L'observation en grand nombre de certaines espèces considérées comme rares en 1996 suggère que chaque espèce a de préférence écologique particulière. C'est le cas entre autres de *Calumma peyrierasi*. Elle est abondante là où les conditions écologiques lui sont vraisemblablement favorables. Un certain nombre d'espèces ont été trouvées dans d'autres bandes altitudinales outre que celles qui étaient recensées auparavant. Cette observation montre l'importance des visites répétitives pour mieux documenter la faune d'un site donné. Elle illustre également la capacité d'adaptation d'une espèce vis-à-vis de gradient écologique en termes d'altitude.

#### **Distribution spatiale et l'extension de l'aire de répartition**

La tendance générale de la distribution des espèces d'amphibiens et de reptiles du Parc National de Marojejy suit le modèle de distribution selon Brown *et al.* (2016) avec une préférence de moyenne altitude pour les amphibiens et de basse altitude pour les reptiles. Cette distribution est généralement aussi liée aux exigences écologiques et physiologiques de chaque groupe.

Un certain nombre d'espèces ayant des aires de répartitions très restreintes auparavant ont été recensés à Marojejy. Leur aire de distribution géographique vient ainsi d'étendre à des dizaines de kilomètre. Il s'agit entre autres le cas de *Palleon lolontany*, *Brygophis coulangesi* et de *Spinomantis nussbaumi*. La découverte de *B. coulangesi* dans le Parc National de Marojejy au cours de l'exploration de 2021 pourrait s'expliquer par l'échange entre les massifs forestiers du côté Anjanaharibe-Sud. Sachant que l'espèce a été décrite pour la première fois à Fiherenana puis à Anjanaharibe-Sud (Andreone & Raxworthy, 1998). Ces différentes découvertes démontrent non seulement l'importance de Marojejy comme refuge pour la biodiversité représentative de cette région septentrionale, mais elles soulignent



aussi le rôle crucial qu'il joue en tant que couloir d'échange biologique.

## Conclusion et recommandations

La présente étude a mis en évidence le rôle joué par le Parc National de Marojejy dans le maintien de la faune herpétologique de la région septentrionale de Madagascar. Le parc constitue un couloir d'échange biologique pouvant contribuer d'une manière significative dans l'évolution de la faune en générale, notamment l'aspect touchant la spéciation. Les échanges entre les populations des différents blocs dans cette région et avec ceux de la partie au sud comme Makira et Masoala pourraient contribuer au brassage et à l'hétérogénéité génétique. Mais, dans le cas où ces échanges sont rompus, une évolution vers la divergence génétique serait aussi envisageable. En tout cas, dans l'une ou dans l'autre option, il y a ce sens d'évolution tant que l'intégrité écologique permet le maintien de la biodiversité que la forêt abrite.

Le Parc National de Marojejy héberge un grand nombre d'espèces menacées d'extinction et des espèces à aires de distribution restreinte. Son rôle dans le maintien de la biodiversité mondiale est en effet non négligeable. Il représente un patrimoine naturel irremplaçable tant sur le plan écologique que sur le plan biologique.

L'analyse de la structure de la communauté herpétofaunique notamment la richesse et l'abondance relative met en évidence l'influence du gradient altitudinal sur la distribution spatiale des amphibiens et des reptiles. Les espèces ont chacune leur exigence en termes de niche écologique, mais il y a aussi des spécialistes ou des généralistes en ce qui concerne l'habitat. Ces différences au niveau de la capacité d'adaptation et de préférence façonnent probablement la distribution et la structure de la communauté herpétofaunique le long de ce gradient altitudinal. La tendance selon une analyse comparative basée sur la richesse spécifique, l'abondance relative et la distribution spatiale, montre un aspect positif et encourageant quant à l'intégrité éco-biologique du parc. Néanmoins, la grande prolifération des espèces des plantes comme les bambous et *Aframomum* dans les zones de basses altitudes peut entraîner d'importante perturbation au niveau de la communauté herpétofaunique, notamment au niveau de la distribution spatiale. Même si ces espèces sont des formations naturelles (bambous) et autochtones, elles ne favorisent pas la survie de certaines espèces animales. Il faut signaler

cependant que certaines espèces profitent beaucoup de la présence de ce bambou. Tels sont les cas des grenouilles comme *Mantella laevigata* et *Cophyla fortuna* qui nidifient dans la tige sèche de bambou remplie d'eau ; des geckos comme *Phelsuma* spp. qui utilisent aussi ce bambou comme milieu de vie et de chasse au cours de la journée.

Le Parc National de Marojejy joue un rôle important dans la conservation de la biodiversité et il présente une potentialité exceptionnelle dans le développement des industries écotouristiques. L'hétérogénéité des paysages écologiques et la vue panoramique le long du transect altitudinal de la base vers le sommet du massif, offrent non seulement une merveilleuse sensation pour les touristes, mais surtout une grande variété d'habitats et de niches écologiques pour la faune. Le maintien à long terme de ces valeurs universelles nécessite une meilleure connaissance de la faune et de la flore ainsi que le fonctionnement des écosystèmes où elles se trouvent. La planification et l'aménagement à faire au sein du parc doivent tenir compte des données et informations scientifiques fiables et à jour. Des activités de suivi et d'investigation biologique fréquente pourraient aider les gestionnaires à disposer les informations dont ils ont besoin pour bien asseoir la prise de décision. La création des nouveaux circuits touristiques pour apprécier le paysage et la biodiversité peut s'appuyer par exemple sur la distribution spatiale et la structure de la communauté biologique fournies par les données des inventaires biologiques. La bonne gestion et la meilleure protection de chaque type d'habitats dans les différentes bandes altitudinales sont cruciales pour assurer la préservation de la faune représentative et du maintien du bon fonctionnement des écosystèmes et des processus écologiques.

## Remerciements

La présente étude a été supportée financièrement par l'UNESCO à travers une bourse de « Korea International Cooperation Agency » (KOICA), à qui nous adressons nos sincères remerciements. Le service de la gestion de la biodiversité, notamment la Direction Générale de la Gouvernance Environnementale et Madagascar National Parks, a eu la gentillesse de nous avoir délivré le permis de recherche et de collecte. L'équipe de Madagascar National Parks (MNP) sur place nous a chaleureusement accueilli. La communauté locale, les guides et les porteurs nous ont facilité l'organisation de la mission, rendant ainsi notre

visite de 45 jours dans la forêt, agréable, malgré les conditions difficiles du terrain. Nous réitéreront nos vifs remerciements à toute l'équipe de l'Association Vahatra pour leur collaboration fructueuse au cours des travaux de terrain, également à Hachim Ali, Andry Rakotomanga et Rachel (« Ledada ») Razafindravao pour leur énorme aide dans les travaux logistiques. Nous remercions Andolalao Rakotoarison, Miguel Vences et Steve Goodman pour leurs commentaires détaillés sur la version antérieure de ce manuscrit.

## Références bibliographiques

- Andreone, F. 1996.** Another new green treefrog, *Boophis anjanaharibeensis* n. sp. (Ranidae: Rhacophorinae), from northeastern Madagascar. *Aqua (Journal of Ichthyology and Aquatic Biology)*, 2: 25-32.
- Andreone, F. & Raxworthy, C. 1998.** The colubrid snake *Brygophis coulangesi* (Domergue 1988) rediscovered in north-eastern Madagascar. *Tropical Zoology*, 11: 249-257.
- Andreone, F., Randrianirina, J., Jenkins, P. & Aprea, G. 2000.** Species diversity of Amphibia, Reptilia and Lipotyphla (Mammalia) at Ambolokopatrika, a rainforest between the Anjanaharibe-Sud and Marojejy massifs, NE Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1587-1622.
- Antonelli, A., Smith, R. J., Perrigo, A. L., Crottini, A., Hackel, J. et al. 2022.** Madagascar's extraordinary biodiversity: Evolution, distribution, and use. *Science*, 378 (6623): 1-9.
- Bletz, M. C., Scherz, M. D., Rakotoarison, A., Lehtinen, R. M., Glaw, F. & Vences, M. 2018.** Stumbling upon a new frog species of *Guibemantis* (Anura: Mantellidae) on top of the Marojejy Massif in northern Madagascar. *Copeia*, 106 (2): 255-263.
- Brown, J. L., Sillero, N., Glaw, F., Bora, P., Vieites, D. R. & Vences, M. 2016.** Spatial biodiversity patterns of Madagascar's amphibians and reptiles. *PLoS ONE*, 11 (1): e0144076.
- Brygoo, E. R., Blanc, P. & Domergue, C. A. 1974.** Notes sur les caméléons de Madagascar XII. Caméléons du Marojejy. *Calumma peyrierasi* n. sp. et *C. gastrotaenia guillaumeti* n. sub sp. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 5 (1): 151-166.
- Cramer, A. F., Rabibisoa, N. H. C. & Raxworthy, C. J. 2008.** Descriptions of two new *Spinomantis* frogs from Madagascar (Amphibia: Mantellidae), and new morphological data for *S. brunae* and *S. massorum*. *American Museum Novitates*, 3618: 1-22.
- Domergue, C. A. 1988.** Notes sur les serpents de la région malgache. VIII. Colubridae nouveaux. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*, 4 (10): 135-146.
- Erens, J., Miralles, A., Glaw, F., Chatrou, L. W. & Vences, M. 2017.** Extended molecular phylogenetics and revised systematics of Malagasy scincine lizards. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 107: 466-472.
- Fleute, M., Glaw, F. & Gehring, P.-S. 2023.** A rarely found beauty: A new record of *Liophidium pattoni*, the most colourful snake in Madagascar, from Marojejy National Park. *Herpetology Notes*, 16: 111-113.
- Gautier, L., Tahinarivony, J. A., Ranirison, P. & Wohlhauser, S. 2018.** Végétation / Vegetation. Dans *Les aires protégées terrestres de Madagascar : Leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota*, eds. S. M. Goodman, M. J. Raheirilalao & S. Wohlhauser, pp. 207-242. Association Vahatra, Antananarivo.
- Gehring, P. S., Siarabi, S., Scherz, M. D., Ratsoavina, F. M., Rakotoarison, A., Glaw, F. & Vences, M. 2018.** Genetic differentiation and species status of the large-bodied leaf-tailed geckos *Uroplatus fimbriatus* and *U. giganteus*. *Salamandra*, 54 (2): 132-146.
- Glaw, F. & Vences, M. 1994.** *A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar*, 2nd edition. Vences & Glaw Verlag, Cologne.
- Glaw, F. & Vences, M. 2000.** A new species of *Mantidactylus* from northeastern Madagascar with resurrection of *Mantidactylus blanci* (Guibé, 1974) (Amphibia, Anura, Ranidae). *Spixiana*, 23 (1): 71-83.
- Glaw, F. & Vences, M. 2001.** Two new sibling species of *Mantidactylus cornutus* from Madagascar (Amphibia, Anura, Ranidae). *Spixiana*, 24 (2): 177-190.
- Glaw, F. & Vences, M. 2002.** A new species of *Mantidactylus* (Anura: Mantellidae) from Andasibe in Eastern Madagascar. *Journal of Herpetology*, 36 (3): 372-378.
- Glaw, F. & Vences, M. 2007a.** *A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar*, 3rd edition. Vences & Glaw Verlag, Cologne.
- Glaw, F. & Vences, M. 2007b.** *Plethodontohyla guentheri*, a new montane microhylid frog species from northeastern Madagascar. *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin Zoologische Reihe*, 83: 33-39.
- Glaw, F. & Vences, M. 2011.** Description of a new frog species of *Gephyromantis* (subgenus *Laurentomantis*) with tibial glands from Madagascar (Amphibia, Mantellidae). *Spixiana*, 34 (1): 121-127.
- Glaw, F., Vences, M., Andreone, F. & Vallan, D. 2001.** Revision of the *Boophis majori* group (Amphibia: Mantellidae) from Madagascar, with descriptions of five new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 133: 495-529.
- Glaw, F., Kosuch, J., Henkel, F.-W., Sound, P. & Böhme, W. 2006.** Genetic and morphological variation of the leaf-tailed gecko *Uroplatus fimbriatus* from Madagascar, with description of a new giant species. *Salamandra*, 42 (2/3): 129-144.
- Glaw, F., Köhler, J., De la Riva, I., Vieites, D. R. & Vences, M. 2010.** Integrative taxonomy of Malagasy treefrogs:

- Combination of molecular genetics, bioacoustics and comparative morphology reveals twelve additional species of *Boophis*. *Zootaxa*, 2383: 1-82.
- Glaw, F., Köhler, J. & Vences, M. 2011.** New species of *Gephyromantis* from Marojejy National Park, northeast Madagascar. *Journal of Herpetology*, 45 (2): 155-160.
- Glaw, F., Köhler, J. & Vences, M. 2012.** A tiny new species of *Platypelis* from the Marojejy National Park in northeastern Madagascar (Amphibia: Microhylidae). *European Journal of Taxonomy*, 9: 1-9.
- Glaw, F., Hawlitschek, O. & Ruthensteiner, B. 2013.** A new genus name for an ancient Malagasy chameleon clade and a PDF-embedded 3D model of its skeleton. *Salamandra*, 49: 237-238.
- Glaw, F., Kucharczyk, C., Nagy, Z. T., Hawlitschek, O. & Vences, M. 2014.** New insights into the systematics and molecular phylogeny of the Malagasy snake genus *Liopholidophis* suggest at least one rapid reversal of extreme sexual dimorphism in tail length. *Organisms Diversity and Evolution*, 14: 121-132.
- Glaw, F., Scherz, M. D., Rakotoarison, A., Crottini, A., Raselimanana, A. P., Andreone, F., Köhler, J. & Vences, M. 2020.** Genetic variability and partial integrative revision of *Platypelis* frogs (Microhylidae) with red flash marks from eastern Madagascar. *Vertebrate Zoology*, 70 (2): 141-156.
- Goodman, S. M., Raheirilalao, M. J. & Wohlhauser, S. (eds.). 2018.** *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.
- Goodman, S. M., Fisher, B. L., Glaw, F. & Phillipson, P. B. 2023a.** Species new to science described from Marojejy since 1988: An extraordinary area of discovery at one of Madagascar's most biodiversity rich protected areas. In A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy: Altitudinal gradient and temporal variation, eds. S. M. Goodman & M. J. Raheirilalao. *Malagasy Nature*, 17: 41-72.
- Goodman, S. M., Raselimanana, A. P. & Tahinarivony, J. A. 2023b.** Description of the Parc National de Marojejy, Madagascar, and the 2021 biological inventory of the massif. In A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy: Altitudinal gradient and temporal variation, eds. S. M. Goodman & M. J. Raheirilalao. *Malagasy Nature*, 17: 5-31.
- IUCN. 2023.** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>.
- Jones, J. P. G., Rakotonarivo, O. S. & Razafimanahaka, J. H. 2022.** Forest conservation on Madagascar: Past, present, and future. In *The new natural history of Madagascar*, ed. S. M. Goodman, pp. 2130-2140. Princeton University Press, Princeton.
- Kluge, A. G. 1991.** Boine snake phylogeny and research cycles. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan*, 178: 1-58.
- Kucharczyk, C., Raselimanana, A. P., Wang, C. & Glaw, F. 2014.** A taxonomic mystery for more than 150 years: Identity, systematic position and Malagasy origin of the snake *Elapotinus picteti* Jan, 1862, and synonymy of *Exallodontophis* Cadle, 1999 (Serpentes: Lamprophiidae). *Zootaxa*, 3852 (2): 179-202.
- Lehtinen, R. M., Glaw, F., Vences, M., Rakotoarison, A. & Scherz, M. D. 2018.** Two new *Pandanus* frogs (*Guibemantis*: Mantellidae: Anura) from northern Madagascar. *European Journal of Taxonomy*, 451: 1-20.
- Miinala, M. 2011.** New location record for the recently described *Liophidium pattoni* Vieites, Ratsoavina, Randrianiaina, Nagy, Glaw and Vences 2010. *Herpetology Notes*, 4: 181.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000.** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nagy, Z., Glaw, F. & Vences, M. 2010.** Systematics of the snake genera *Stenophis* and *Lycodyras* from Madagascar and the Comoros. *Zoologica Scripta*, 39: 426-435.
- Perl, R. G. B., Nagy, Z. T., Sonet, G., Glaw, F., Wollenberg, K. C. & Vences, M. 2014.** DNA barcoding Madagascar's amphibian fauna. *Amphibia-Reptilia*, 35: 197-206.
- Prötzel, D., Scherz, M. D., Ratsoavina, F., Vences, M. & Glaw, F. 2020.** Untangling the trees: Revision of the *Calumma nasutum* complex (Squamata: Chamaeleonidae). *Vertebrate Zoology*, 70 (1): 23-59.
- Puente, M., Glaw, F., Vieites, D. R. & Vences, M. 2009.** Review of the systematics, morphology and distribution of Malagasy dwarf geckos, genera *Lygodactylus* and *Microscalabotes* (Squamata: Gekkonidae). *Zootaxa*, 2103: 1-76.
- Pyron, R. A. & Wallach, V. 2014.** Systematics of the blindsnakes (Serpentes: Scolecophidia: Typhlopoidea) based on molecular and morphological evidence. *Zootaxa*, 3829 (1): 001-081.
- Rakotoarison, A., Scherz, M. D., Glaw, F., Köhler, J., Andreone, A., Franzen, M., Glos, J., Hawlitschek, O., Jono, T., Mori, A., Ndriantsoa, S. H., Raminosoa, R. N., Riemann, J. C., Rödel, M.-O., Rosa, G. M., Vieites, D. R., Crottini, A. & Vences, M. 2017.** Describing the smaller majority: Integrative taxonomy reveals twenty-six new species of tiny microhylid frogs (genus *Stumpffia*) from Madagascar. *Vertebrate Zoology*, 67 (3): 271-398.
- Rakotoarison, A., Scherz, M. D., Bletz, M. C., Razafindraibe, J. H., Glaw, F. & Vences, M. 2019.** Description of the lucky *Cophyla* (Microhylidae, Cophylinae), a new arboreal frog from Marojejy National

- Park in north-eastern Madagascar. *Zootaxa*, 4651: 271-288.
- Raselimanana, A. P., Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 2000.** Herpetofaunal species diversity and elevational distribution within the Parc National de Marojejy, Madagascar, ed. S. M. Goodman. *Fieldiana: Zoology*, new series, 97: 157-174.
- Ratsoavina, F., Raselimanana, A. P., Scherz, M. D., Razafindraibe, J., Glaw, F. & Vences, M. 2019.** Finaritra! A splendid new leaf-tailed gecko (*Uroplatus*) species from Marojejy National Park in north-eastern Madagascar. *Zootaxa*, 4545 (4): 563-577.
- Ratsoavina, F. M., Glaw, F., Raselimanana, A. P., Rakotoarison, A., Vieites, D. R., Hawlitschek, O., Vences, M. & Scherz, M. D. 2020.** Towards completion of the species inventory of small-sized leaf-tailed geckos: Two new species of *Uroplatus* from northern Madagascar. *Zootaxa*, 4895 (2): 251-271.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1994a.** A rainforest survey of amphibian, reptiles and small mammals at Montagne d'Ambre, Madagascar. *Biological Conservation*, 69: 65-74.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1994b.** Review of the Madagascan snake genera *Pseudoxyrhopus*, *Pararhadinaea*, and *Heteroliodon* (Squamata: Colubridae). *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan*, 182: 1-37.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1995.** Systematics, speciation and biogeography of the dwarf chameleons (*Brookesia*; Reptilia, Squamata, Chamaeleontidae) of northern Madagascar. *Journal of Zoology*, 235: 525-558.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1996.** Montane amphibian and reptile communities in Madagascar. *Conservation Biology*, 10 (3): 750-756.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 2006.** Six new species of occipital-lobed *Calumma* chameleons (Squamata: Chamaeleonidae) from montane regions of Madagascar, with a new description and revision of *Calumma brevicorne*. *Copeia*, (4): 711-734.
- Scherz, M. D., Ruthensteiner, B., Vences, M. & Glaw, F. 2014.** A new microhylid frog, genus *Rhombophryne*, from northeastern Madagascar, and a redescription of *R. serratopalpebrosa* using micro-computed tomography. *Zootaxa*, 3860 (6): 547-560.
- Scherz, M. D., Glaw, F., Vences, M., Andreone, F. & Crottini, A. 2016.** Two new species of terrestrial microhylid frogs (Microhylidae: Cophylinae: *Rhombophryne*) from northeastern Madagascar. *Salamandra*, 52 (2): 91-106.
- Scherz, M. D., Razafindraibe, J. H., Rakotoarison, A., Dixit, N. M., Bletz, M. C., Glaw, F. & Vences, M. 2017a.** Yet another small brown frog from high altitude on the Marojejy Massif, northeastern Madagascar (Anura: Mantellidae). *Zootaxa*, 4347 (3): 572-582.
- Scherz, M. D., Hawlitschek, O., Andreone, F., Rakotoarison, A., Vences, M. & Glaw, F. 2017b.** A review of the taxonomy and osteology of the *Rhombophryne serratopalpebrosa* species group (Anura: Microhylidae) from Madagascar, with comments on the value of volume rendering of micro-CT data to taxonomists. *Zootaxa*, 4273 (3): 301-340.
- Scherz, M. D., Hawlitschek, O., Razafindraibe, J., Megson, S., Ratsoavina, F., Rakotoarison, A., Bletz, M., Glaw, F. & Vences, M. 2018.** A distinctive new frog species (Anura, Mantellidae) supports the biogeographic linkage of two montane rainforest massifs in northern Madagascar. *Zoosystematics and Evolution*, 94 (2): 247-261.
- Scherz, M. D., Glaw, F., Hutter, C. R., Bletz, M. C., Rakotoarison, A., Köhler, J. & Vences, M. 2019a.** Species complexes and the importance of Data Deficient classification in Red List assessments: The case of *Hylobatrachus* frogs. *PLoS ONE*, 14 (8): e0219437.
- Scherz, M. D., Köhler, J., Rakotoarison, A., Glaw, F. & Vences, M. 2019b.** A new dwarf chameleon, genus *Brookesia*, from the Marojejy massif in northern Madagascar. *Zoosystematics and Evolution*, 95 (1): 95-106.
- Scherz, M. D., Crottini, A., Hutter, C. R., Hildenbrand, A., Andreone, F., Fulgence, T. R., Köhler, G., Ndriantsoa, S. H., Ohler, A., Preick, M., Rakotoarison, A., Rancilhac, L., Raselimanana, A. P., Riemann, J. C., Rödel, M.-O., Rosa, G. M., Streicher, J. W., Vieites, D. R., Köhler, J., Hofreiter, M., Glaw, F. & Vences, M. 2022.** An inordinate fondness for inconspicuous brown frogs: Integration of phylogenomics, archival DNA analysis, morphology, and bioacoustics yields 24 new taxa in the subgenus *Brygoomantis* (genus *Mantidactylus*) from Madagascar. *Megataxa*, 7 (2): 113-311.
- Vences, M. & Glaw, F. 2004.** Revision of the subgenus *Chonomantis* (Anura: Mantellidae: *Mantidactylus*) from Madagascar, with description of two new species. *Journal of Natural History*, 38 (1): 77-118.
- Vences, M., Glaw, F. & Böhme, W. 1999.** A review of the genus *Mantella* (Anura, Ranidae, Mantellinae): Taxonomy, distribution and conservation of Malagasy poison frogs. *Alytes*, 17: 3-72.
- Vences, M., Glaw, F., Kosuch, J., Böhme, W. & Veith, M. 2001.** Phylogeny of South American and Malagasy boine snakes: Molecular evidence for the validity of *Sanzinia* and *Acrantophis* and biogeographic implications. *Copeia*, 2001: 1151-1154.
- Vences, M., Glaw, F., Andreone, F., Jesu, R. & Schimmenti, G. 2002.** Systematic revision of the enigmatic Malagasy broad-headed frogs (*Laurentomantis* Dubois, 1980), and their phylogenetic position within the endemic mantellid radiation of Madagascar. *Contributions to Zoology*, 70 (4): 191-212.

- Vences, M., Andreone, F. & Vieites, D. R. 2005.** New treefrog of the genus *Boophis* Tschudi 1838 from the northwestern rainforests of Madagascar. *Tropical Zoology*, 18: 237-249.
- Vences, M., Köhler, J., Crottini, A., Hofreiter, M., Hutter, C. R., du Preez, L., Preick, M. Rakotoarison, A., Rancilhac, L., Raselimanana, A. P., Rosa, G. M., Scherz, M. D. & Glaw, F. 2022.** An integrative taxonomic revision and redefinition of *Gephyromantis* (*Laurentomantis*) *malagasius* based on archival DNA analysis reveals four new mantellid frog species from Madagascar. *Vertebrate Zoology*, 72: 271-309.
- Vieites, D. R., Wollenberg, K. C., Andreone, F., Köhler, J., Glaw, F. & Vences, M. 2009.** Vast underestimation of Madagascar's biodiversity evidenced by an integrative amphibian inventory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 8261-8272.
- Vieites, D. R., Ratsoavina, F. M., Randrianiaina, R.-D., Nagy, Z. T., Glaw, F. & Vences, M. 2010.** A rhapsody of colours from Madagascar: Discovery of a remarkable new snake of the genus *Liophidium* and its phylogenetic relationships. *Salamandra*, 46: 1-10.
- Wilmé, L., Goodman, S. M. & Ganzhorn, J. U. 2006.** Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. *Science*, 312: 1063-1065.
- Wollenberg, K. C., Andreone, F., Glaw, F. & Vences, M. 2008.** Pretty in pink: A new treefrog species of the genus *Boophis* from north-eastern Madagascar. *Zootaxa*, 1684: 58-68.

**Annexe I.** Liste des espèces des amphibiens et reptiles décrites ou identifiées dans le Parc National de Marojejy depuis 1996.

<b>Espèces</b>	<b>Sources</b>
<b>Amphibiens</b>	
<i>Boophis axelmeyeri</i>	Vences <i>et al.</i> (2005)
<i>Boophis marojezensis</i>	Glaw et Vences (1994)
<i>Boophis vittatus</i>	Glaw <i>et al.</i> (2001)
<i>Boophis ulftunni</i>	Wollenberg <i>et al.</i> (2008)
<i>Boophis</i> Ca 28	Vieites <i>et al.</i> (2009)
<i>Gephyromantis lomorina</i>	Scherz <i>et al.</i> (2018)
<i>Gephyromantis moseri</i>	Glaw et Vences (2002)
<i>Gephyromantis ranjomavo</i>	Glaw et Vences (2011)
<i>Gephyromantis schilffi</i>	Glaw et Vences (2000)
<i>Gephyromantis striatus</i>	Vences <i>et al.</i> (2002)
<i>Gephyromantis tahotra</i>	Glaw <i>et al.</i> (2011)
<i>Gephyromantis tandroka</i>	Glaw et Vences (2001)
<i>Gephyromantis tohatra</i>	Scherz <i>et al.</i> (2017a)
<i>Guibemantis milingilingy</i>	Bletz <i>et al.</i> (2018)
<i>Guibemantis woosteri</i>	Lehtinen <i>et al.</i> (2018)
<i>Mantella manery</i>	Vences <i>et al.</i> (1999)
<i>Mantidactylus charlotteae</i>	Vences et Glaw (2004)
<i>Mantidactylus petakorona</i>	Scherz <i>et al.</i> (2019a)
<i>Mantidactylus</i> ca 39, <i>M.</i> , ca 43	Vieites <i>et al.</i> (2009)
<i>Spinomantis tavaratra</i>	Cramer <i>et al.</i> (2008)
<i>Cophyla fortuna</i>	Rakotoarison <i>et al.</i> (2019)
<i>Platypelis ranjomena</i>	Glaw <i>et al.</i> (2020)
<i>Platypelis ravus</i>	Glaw <i>et al.</i> (2012)
<i>Plethodontohyla guentheri</i>	Glaw et Vences (2007b)
<i>Rhombophryne botabota</i> , <i>R. savaka</i>	Scherz <i>et al.</i> (2016)
<i>Rhombophryne vaventy</i>	Scherz <i>et al.</i> (2014)
<i>Stumpffia achillei</i> , <i>S. diutissima</i> , <i>S.</i> Ca. 7	Rakotoarison <i>et al.</i> (2017, 2019)
<b>Total amphibiens : 31 espèces</b>	
<b>Reptiles</b>	
<i>Brookesia tedi</i>	Scherz <i>et al.</i> (2019a)
<i>Calumma jeju</i>	Raxworthy et Nussbaum (2006)
<i>Calumma radamanus</i>	Prötzel <i>et al.</i> (2020)
<i>Uroplatus fangorn</i>	Ratsoavina <i>et al.</i> (2020)
<i>Uroplatus finaritra</i>	Ratsoavina <i>et al.</i> (2019)
<i>Uroplatus fivehy</i>	Ratsoavina <i>et al.</i> (2020)
<i>Uroplatus giganteus</i>	Glaw <i>et al.</i> (2006), Gehring <i>et al.</i> (2018)
<i>Liopholidophis oligolepis</i>	Glaw <i>et al.</i> (2014)
<b>Total reptiles : 8 espèces</b>	