RSTE Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement Volume 3
Édition : Spéciale Université d'ÉTÉ

GESTION ET PROTECTION DE *MANTIDACTYLUS PAULIANI* (MANTELLIDAE, AMPHIBIA) DU MASSIF D'ANKARATRA POUR ASSURER A LONG-TERME LE BIEN-ETRE DE LA POPULATION LOCALE

ONINJATOVO RADONIRINA Herizo[1]; RABIBISOA Nirhy-Harinelina C.[2]; RAHANTALISOA Harilala[3]

1: École Doctorale « Écosystèmes Naturels » (E.D.E.N.), Université de Mahajanga, Madagascar
E-mail : radonirinaherizo@gmail.com ; Tel : +261 34 04 710 88
2: Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga, Madagascar
E-mail : nhcrabibisoa@gmail.com ; Tel : +261 32 03 579 11 / +261 33 12 553 04 / +261 32 89 442 04
3: Association Vondrona Ivon'ny Fampandrosoana, Antananarivo, Madagascar
E-mail : soahari@yahoo.fr ; Tel : +261 32 04 208 68

Résumé

Une investigation de *Mantidactylus pauliani,* une espèce d'Amphibiens en danger critique d'extinction et endémique locale, a été menée dans la Nouvelle Aire Protégée de Manjakatompo-Ankaratra. Cette recherche est essentielle pour compléter la BDD d'Ankaratra en vue de contribuer à la protection du site et à leur biodiversité face aux menaces émergentes actuelles. Elle consiste à collecter les informations sur leur bioécologie et d'évaluer leur environnement direct. Quatre descentes de 15 jours sur terrain ont été effectuées pendant les mois de septembre-décembre 2018, mars 2019 dont le choix des sites d'étude tient compte des différents types de milieux (forêt naturelle, forêt dégradée et savane). Les transects ont été placés à différents niveaux d'altitude, allant de 1762 m à 2378 m pour que l'échantillonnage soit représentatif de l'Ankaratra. Les méthodes d'inventaire adoptées ont été l'observation directe et la fouille systématique des roches le long des cours d'eau de 100 m. L'effectif de l'espèce étudiée varie selon la période de descente dont 548 individus durant la saison froide et sèche (mois de septembre), 305 individus durant la saison chaude et humide (mois de décembre), 350 et 226 individus pendant la fin de la saison chaude et humide (mois de février et mois de mars). *Mantidactylus pauliani* est abondante dans des milieux forestiers entre1993 à 2202 m d'altitude. Cette espèce a une étroite « valence écologique » en altitude, c'est-à-dire faible capacité de peupler différents gradients d'altitude. L'abondance est plus élevée dans le milieu forestier où l'habitat et la condition du milieu sont plus favorables comme la qualité du cours d'eau, la présence d'une variété de microhabitats et la présence de nourriture en permanence. Durant l'étude, six types de menaces dont la plupart sont liées aux activités humaines ont été fréquemment constatés. Ainsi, afin de conserver cette espèce, la priorisation de conservation des milieux savaniens de hautes altitudes, les milieux forestiers ainsi que leurs ruisseaux est donc capitale pour le maintien de sa survie. Comme, cette espèce est le biote parapluie dans la mise en protection du site et parmi la cible de conservation, les données obtenues vont servir comme outil de gestion et de suivi disponible au gestionnaire, car outre que c'est une espèce qui ne se trouve nulle part ailleurs à protéger, leur habitat qui est l'eau rend un service écologique essentiel à la vie des communautés locales environnantes pour subvenir à leurs moyens de subsistance et leur santé.

Mots clés : *Mantidactylus pauliani*, Nouvelle Aire Protégé, conservation, habitat, altitude, Ankaratra.

Abstract

An assessment of the *Mantidactylus pauliani* are conducted at New protected area Manjakatompo-Ankaratra, a locally amphibian endemic critically endangered species. This research is needed to update the database of Ankaratra montane and to contribute its protection and their biodiversity facing a potential current threats emergent. This consists to collect the information of the bioecology and assesses its environmental parameters. Four 15-days field descents were working during September-December 2018, March 2019. The site

study choice depends the types of habitat (natural forest, degraded forest and savannah). The transects are placed at different elevation levels, ranging from 1762 m to 2378 m so that the sampling is representative of Ankaratra. The inventory methods adopted are direct observation and refuge examination under riverbank along the 100 m watercourse for each transect. The abundance of the species varies according to the descent period, 548 individuals during the cold and dry season (September), 305 individuals during the hot and humid season (December) and 226 individuals in the end of the hot and humid season (March). *Mantidactylus pauliani* is abundant within the forest environments, between 1993 to 2202 m above sea level. During the study, six types of threats, most of which were linked to human activities, were frequently identified. This species has a low "ecological valence elevation", that means low capacity to occupy different altitude ecological guilds. Abundance is higher in the forest environment where the habitat and the condition of the environment are more favorable for the species such as the quality of the watercourse, the presence of the variety of the microhabitat and the available of the food. Thus, to safeguarded this species it is essential to protect the Savannah, forest and streams habitats at high altitudes. As this species is the umbrella biota during the process to get formal protection and also among the target species, the data collected during this study can help the manager and a management tool to conserve this site Ankaratra, because indeed this species find nowhere else needed to protect, its habitats the water took a great place in the life of the local populations, getting them an important ecological services to ameliorate their income and health.

Keywords : *Mantidactylus pauliani*, New Protected Area, conservation, habitat, altitude, Ankaratra.

Introduction

La conservation de l'environnement à Madagascar constitue une priorité à l'échelle, locale, nationale et internationale (Ganzhorn et *al*., 1997 ; 2001 ; Meyers et *al*., 2000 ; Mittermeier *et al*., 2005). La destruction des habitats naturels est à l'origine de la perte massive de la biodiversité, en particulier pour les espèces confinées aux écosystèmes forestiers et celles qui présentent une spécificité écologique en termes de biotope (Allnutt et al., 2008). Cependant, l'impact de la déforestation sur les communautés animales dépend de plusieurs autres facteurs comme le type de la végétation (Goodman et Rakotondravony, 2000 ; Ramanamanjato et Ganzhorn, 2001) et il n'est pas uniforme pour toutes les espèces (Vallan, 2002). Les amphibiens de Madagascar possèdent une spécificité écologique remarquable et une distribution altitudinale bien délimitée (Raxworthy & Nussbaum, 1996) qui les rendent plus vulnérables que les autres animaux. Une des menaces majeures qui pèsent sur eux est la perte de leurs habitats à cause, entre autres, de la déforestation et de la pollution (Andreone et al., 2008b).

Des connaissances ainsi que la compréhension de la biologie et de l'écologie surtout la préférence en habitat et les exigences en termes de biotopes de la majorité des espèces sont essentielles. Ces informations de base sont primordiales pour la conception et la mise en œuvre de stratégie de gestion et de conservation durable (Kremen et al., 1999). L'enjeu est encore critique quand il s'agit d'une espèce à aire de répartition très restreinte, comme *Mantidactylus pauliani*, une espèce en Danger critique et microendémique de l'Ankaratra.

En terme de conservation, les aires protégées sont parmi les moyens de protection les plus efficaces de la biodiversité (Defries et al., 2005). Le

massif d'Ankaratra est parmi les sites prioritaires en matière de conservation des amphibiens (Rabibisoa et al., 2008). Ce site est un site KBA et AZE (Carret et al., 2014), autrement dit une priorité mondiale en matière de conservation en raison de la présence de cette espèce gravement menacée. Depuis 2015, le massif d'Ankaratra a obtenu un statut de conservation d'Aires protégées communautaires et *M. pauliani* est parmi le biote parapluie dans la mise en protection du site et est parmi la cible de conservation servant comme outils de gestion et de suivi.

Ainsi, l'objectif principal de cette étude consiste à développer une base d'informations sur la structure de la population de *Mantidactylus pauliani* et la préférence en termes d'habitats afin de promouvoir le développement d'une stratégie pour sa conservation et sa gestion à long-terme pour le bien-être des communautés locales.

Pour y parvenir, les objectifs spécifiques suivants ont été fixés

- Définir la distribution spatio-temporelle de l'espèce à travers les habitats disponibles sur le massif,
- Analyser la variation spatio-temporelle de la classe d'âge et de chaque sexe
- Evaluer la densité de la population au niveau de chaque type d'habitat au cours de différentes saisons et d'en déduire la préférence écologique de l'espèce,

Et identifier les types de pressions et de menaces qui pèsent sur la population de *M. pauliani dans* cette région.

Méthodologie

Site d'étude

L'étude a été menée dans la Nouvelle Aire Protégée de l'Ankaratra dans le haut plateau central de Madagascar, Région Vakinankaratra dont la superficie est de 8130 ha (Fig. 1). Le climat est de type tropical s'alignant à une tendance saisonnière, de saison froide et sèche en hiver austral (mai à septembre) et une saison chaude et humide durant l'été austral d'octobre à avril (Nicoll et Langrand, 1989).

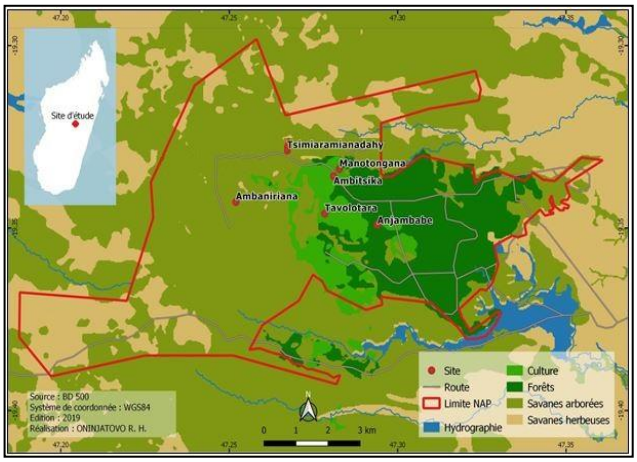

Figure 17. Carte de localisation de la Nouvelle Aire Protége Manjakatompo/Ankaratra et les transects étudiés

Périodes d'étude et choix des sites d'échantillonnage

Trois descentes de 15 jours sur terrain sont réalisées : entre les 19/07/18 et 02/08/18, entre les 15/12 et 29/12/18 et entre les 15/03 et 29/03/19. Ses trois descentes ont permis d'effectuer un suivi optimal des variations de l'effectif en fonction de la saison et la période de reproduction (sèche et humide).

Les sites d'étude sont choisis selon les différents types de milieu, à savoir la présence de cours d'eau

rocheux permanent, le type d'habitat existant et leur état de dégradation. Les transects sont placés à différents niveaux d'altitude le long des cours d'eau, allant de 1900 m à 2378 m (Tableau 1)

Tableau 1: **T**ransects étudiés et leurs caractéristiques

Transect	**Altitude (m)**	**Description**
Anjambabe	1900	forêt plus ou moins intacte
Tavolotara	1993	forêt plus ou moins intacte
Ambaniriana	2166	Forêt galerie
Manotongana	2167	lisière : cours d'eau séparant une forêt écrémée et un sol dénudé
Ambitsika	2202	forêt dégradée (forêt exotique)
Tsimiaramianadahy	2378	Brousse éricoïde ou prairie altimontaine parsemée de rochers de faible développement, qui a brulé de nombreuses fois

Méthodes d'inventaire

Les sites recouvrent toute la partie de la montagne (crête, vallée et versant). L'échantillonnage de collectes de donnée est une ligne droite de 100 m au minimum, longeant les ruisseaux. Chaque ligne est balisée tous les 10 m par un « flag » appelé segments de fouille ou de comptage. Des informations relatives au dénombrement, la biologie et à l'écologie de l'espèce sont réalisées à travers la technique d'observation directe et la fouille systématique des microhabitats (Raxworthy et Nussbaum, 1994). Les roches susceptibles d'abriter les grenouilles sont soigneusement soulever une à une dans chaque portion de cours d'eau et les végétations sur les berges sont scrutées.

Les individus observés sont collectés et placés dans des sachets plastiques. L'effectif de l'espèce est le nombre total des individus rencontrés par capture directe et sans remise. L'abondance relative est par contre l'effectif des différents âges (ni) par rapport à l'effectif total (N). Une fois la visite est achevée et toutes les données sont recueillies, les individus sont retournés dans leur biotope d'origine. Le test X^2 est utilisé pour tester la comparaison de l'effectif. La pression est analysée à partir de la valeur calculée de la somme des paramètres de perturbation de chaque pression, Ppi (durée, intensité et importance) selon Salafsky et Margoluis (1999). Si Ppi ≤ 4, la pression est mineure, Ppi =]4, 7[, la pression est moyenne, si Ppi $\geq$ 7 la pression est majeure. Par contre, les menaces par site sont analysées et interprétées suivant les degrés de menace (Dm) dont (Dm) est le rapport entre Ppi et Pp (Pp : somme des Ppi). Il varie de 0 à 1. si 0,8 < Ip ≤ 1, la menace est très forte ; 0,7< Ip ≤ 0,8, la menace est forte ; 0,5 < Ip ≤ 0,7, la menace est moyenne ; 0,3 < Ip ≤ 0,5, la menace est faible et 0 < Ip ≤ 0,3, la pression est très faible.

Résultats

Distribution de Mantidactylus pauliani

Le tableau 2 présente les détails de l'effectif de *Mantidactylus pauliani* durant les trois saisons d'études. Il varie significativement selon la période de descente dont 548 individus durant la saison froide et sèche, 305 individus durant la saison humide et 226 individus à la fin de la saison humide (χ^2= 46,91 et p = 0,0001<0,05). Cette espèce est abondante durant toute la saison à Tavolotara (1993 m) par rapport aux autres sites. Plus particulièrement, dans des milieux forestiers intacts entre 1900 à 2202 m d'altitudes. Par contre, elle est la moins abondante à Manotongana (2167 m), une lisière forestière écrémée avec un sol dénudé. Leur

limite de distribution est comprise entre 1900 m et 2378 m d'altitudes dans des milieux forestiers et des prairies altimontanes.

Tableau 2. Tableau récapitulatif de l'effectif total des individus *de Mantidactylus pauliani* durant chaque saison d'étude. Adt = Adultes; Juv = Juvéniles; Tet = têtards.

	Saison froide et sèche				**Saison humide**				**Fin saison humide**			
	Adt	Juv	Tet	**Tot**	Adt	Juv	Tet	**Tot**	Adt	Juv	Tet	**Tot**
Anjambabe (1900 m)	36	16	24	**76**	23	3	31	**57**	2	7	34	**43**
Tavolotara (1993 m)	155	40	50	**245**	56	12	26	**94**	28	13	15	**56**
Ambaniriana (2166 m)	38	39	11	**88**	37	19	9	**65**	17	6	13	**36**
Manotongana (2167 m)	1	2	22	**25**			19	**19**			26	**26**
Ambitsika (2202 m)	36	29	9	**74**	14	9	24	**47**	2	2	44	**48**
Tsimiara mianadahy (2378 m)	23	6	11	**40**	8	2	13	**23**	1	1	15	**17**
Total	289	132	127	**548**	138	45	122	**305**	50	29	147	**226**

Abondance par sexe et âge suivant la saison

La figure 2 ci-après présente l'abondance de *M. pauliani* aux différents cycles biologiques et saisonniers. Elle varie très significativement ((χ^2 = 38,43, p = 0,0001<0,05, ddl=6). C'est-à-dire la structure de population varie significativement en fonction de la saison.

Les adultes et les individus juvéniles sont abondants durant la saison froide et sèche par rapport aux têtards et cette abondance diminue au fur et à mesure qu'on s'approche de la fin de la saison humide. Cependant, les têtards évoluent dans le sens inverse, ils sont les plus abondants à la fin de la saison humide (de 23,18 à 65,04 %). Les adultes mâles sont plus abondants que ceux des femelles en toutes saisons (Figure 2).

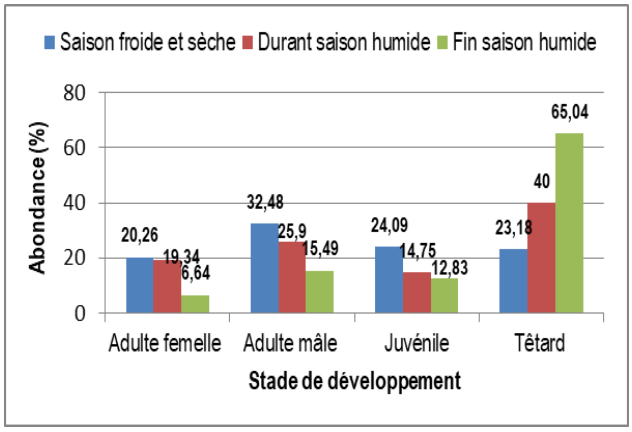

Figure 2 : Abondance de *Mantidactylus pauliani* par sexe et par classe d'âge suivant la saison.

Préférence écologique

En général, les individus préfèrent les milieux intacts quels que soient les saisons et les stades de développement. Par contre, cette préférence écologique varient significativement pour les individus de *M. pauliani* pour les autres milieux suivant la saison (χ^2 = 176,21, p = 0,00001, ddl = 24). En ce qui concerne les individus adultes, ils préfèrent les milieux forestiers intacts (FPMI) durant toute saison et ils sont plus abondants durant les saisons froide et sèche que les autres saisons (Fig. 3). Ces nombres baissent plus les milieux sont ouverts, de forêts galeries aux lisières en passant par les forêts dégradées et les milieux savaniens. Pour les têtards et les juvéniles, les préférences sont aussi les forêts intactes. Par contre, leur abondance varie significativement pour les autres milieux suivant la saison. Durant la saison sèche, il y a plus de juvéniles que de têtards dans les forêts, dégradé et galerie que les lisières et les savanes. Cependant durant les saisons, humide et fin de la saison

humide, il y a plus de têtards que de juvéniles sauf dans la forêt galerie de la saison humide.

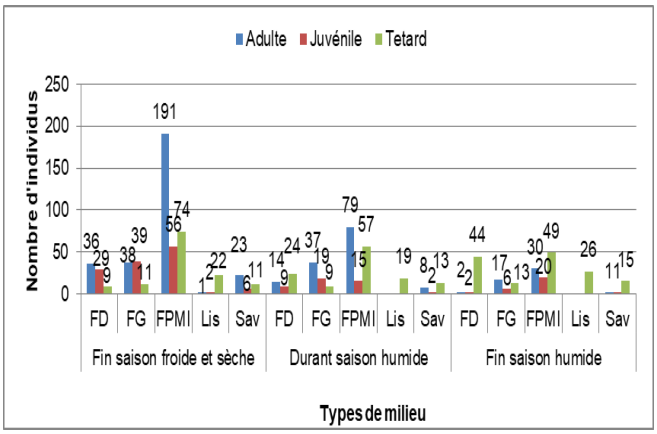

Figure 18. Effectif des individus selon le type d'habitat et saisons d'étude. FG : Forêt galerie ; FD : Forêt dégradée ; FPMI : Forêt plus ou moins intacte ; Lis : Lisière ; Sav : Savane ou brousse.

Evaluations qualitatives des pressions et menaces

Tout au long de cette étude, les six types de pression sont pour la plupart liées aux activités humaines : les feux de brousse, le charbonnage, l'exploitation illicite des bois, le pâturage des zébus, la présence d'une espèce envahissante et l'érosion. Ces différents types de menaces entrainent directement ou indirectement la pollution des cours d'eau. L'intensité de ces différentes pressions varie en fonction du site étudié. La figure 4 montre que les sites, Manotongana et Ambitsika, présentent le degré de menace le plus élevé, respectivement 0,76 et 0,73, indiquant qu'ils sont les plus menacés par rapport aux autres sites. La menace est moyenne pour Anjambabe (0,69) et Ambaniriana (0,58). Par contre Tavolotara (0,5) et Tsimiaramiadahy (0,48) ont un degré de menace relativement faible des sites.

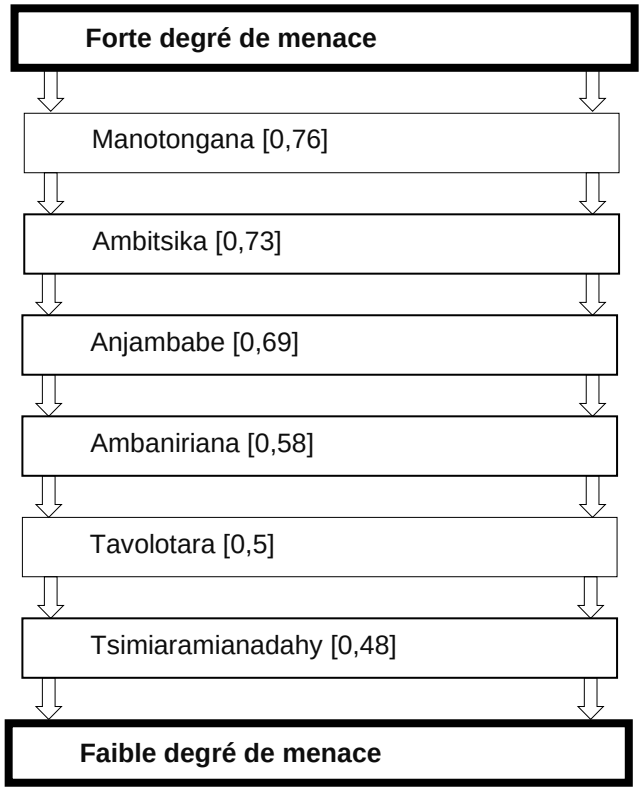

Figure 4. Evaluation des menaces sur six sites d'étude dans la NAP Ankaratra.

Discussion

La distribution spatiale en fonction des facteurs bioécologiques est bien documentée chez les herpétofaunes (Jenkins et al., 2003). D'après Andreone et al., (2008a), les hautes altitudes sont des refuges pour plusieurs espèces qui ont une distribution restreinte et vulnérable. Dans le cas de *M. pauliani*, leur étendue a augmenté après cette étude, de 1900 à 2392 m d'altitudes par rapport aux observations : de Blommers-Schlösser (1979a) et Vences et al. (2002), à partir de 2200 m, de Rabemananjara et Razafindrabe (2011) entre 2000 et 2300 m. On pourrait expliquer cette tendance à migrer vers les étages supérieurs à une des réponses biologiques au réchauffement climatique

(Rabibisoa et al., 2008). Par contre la présence à des étages inférieurs (1900 m) est expliquée par la faible menace à Tavolotara et Tsimiaramianady (0,47-0,5) par rapport aux autres sites des étages supérieurs (Ambitsika et Manontongana). Dans ces derniers, la pollution d'eau est remarquable due à l'érosion et les charbons de bois (Rabibisoa et al., 2017). La majorité des individus recensés se trouvent aux moyennes altitudes (1900 m et 2200 m) où les forêts sont intactes (Tavolotara et Ambaniriana) présentant les préférendum optima de l'espèce en température, en cours d'eau et principalement la présence de microhabitat suffisant dont les roches plates servant comme de refuge. D'après Moisan et Pelletier (2008), les roches de dimensions et de formes diversifiées composant les seuils sont des habitats favorables, car ils sont stables par rapport aux sables et graviers fins comme observés à Ambitsika et Manontongana à cause de l'érosion.

M. pauliani est abondant en saison froide et sèche, pourtant cette abondance diminue durant la saison humide. Cette observation est conforme aux espèces micro endémiques de très hautes altitudes qui se reproduisent toute l'année (Rabibisoa, 2008), contrairement aux espèces de moyennes et de basses altitudes qui sont inactives pendant la saison froide et sèche (Raxworthy et al., 1998) pendant lesquelles elles entrent en hibernation en se cachant dans les berges, sous les roches, sous les écorces d'arbre ou en se terrant (Noble, 1931). La variation de l'abondance des individus peut être expliquée par la saison de reproduction. La période pré-reproduction où les adultes sont abondants (saison froide et sèche) et la période post-reproduction (fin de la saison humide) les têtards sont nombreux.

Mantidactylus pauliani est l'une des espèces cibles de conservation de l'Aire protégée Manjakatompo/Ankaratra dont leur viabilité et durabilité dépend de la disponibilité et la qualité des sources d'eau de hautes montagnes la rendant ainsi comme indicateur du milieu. Leur perte équivaudrait à une catastrophe naturelle, car leur habitat eau est pollué et non plus disponible pour les populations locales qui y dépendent pour subvenir non seulement à leur sanitaire/potabilité, mais surtout à leurs moyens de subsistance. En outre, l'eau d'Ankaratra est aussi vitale pour l'économie de la région dont les villes d'Ambatolampy qui s'approvisionnent sur les cours d'eau d'Ankaratra pour alimenter la Jirama et l'industrie Star. Cette disparition est aussi une perte tragique pour la biodiversité et la science en général, car c'est une espèce qui ne se trouve nulle part ailleurs et un prédateur/proie jouant un rôle dans l'équilibre écologique de l'écosystème d'Ankaratra.

La priorisation de conservation du milieu savanien des hautes altitudes, les milieux forestiers ainsi que leurs ruisseaux sont donc capitaux pour le maintien de la survie des amphibiens. Un renforcement de l'éducation environnementale, de la sensibilisation et de la conscientisation au sein de la communauté villageoise est également à entreprendre.

Les données obtenues concernant l'abondance et la préférence écologique de *M. pauliani* sont alors un tableau de bord environnemental servant d'outils de gestion et de suivi disponibles au gestionnaire pour prendre une décision adéquate et proactive en

cas des déclinaisons de *M. pauliani* et de services eaux identifiées.

Conclusion

La base de données sur l'abondance et la préférence écologique de *Mantidactylus pauliani* collectées est un « tableau de bord environnementale alerte » pour promouvoir leur conservation durable, en intégrant une stratégie alliée conservation et bien être humain à travers de sa valeur scientifique et le service écologique eau, indispensable non seulement à la population locale environnante mais aussi aux industriels Jirama et Star, c'est-à-dire le développement économique durable de la région.

Références bibliographiques

Allnutt, T.F., S. Ferrier, G. Manion, G.V.N. Powell, T.H. Rickets, B.L. Fisher, G.J. Harper, M.E. Irwin, C. Kremen, J-N. Labat, D.C. Lees, T.A. Pearce, and F. Rakotondrainibe, (2008). A method for quantifying biodiversity loss and its application to a 50 year record of deforestation across Madagascar. *Conservation Letterary* **1**: 173-181.

Andreone, F., A.I. Carpenter, N. Cox, L. du Preez, K. Freeman, et al. (2008a). The challenge of conserving amphibian megadiversity in Madagascar. *PLoS Biol,* **6**:journal.pbio.0060118.

Andreone, F., N.A. Cox, F. Glaw, J. Köhler, N.H.C. Rabibisoa, H. Randriamahazo, H. Randrianasolo, C.J. Raxworthy, S.N. Stuart, D. Vallan, and M. Vences, 2008b. Update of the Global Amphibian Assessment for Madagascar in light of species discoveries, nomenclatural changes, and new field information. *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*, ed. Andreone, F., Monografie, **45**, Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

Blommers-Schlösser, R.M.A. 1979a. Biosystematics of the Malagasy frogs. I. Mantellinae (Ranidae). *Beaufortia*, **29**: 77 pages.

Carret, P., H. Rabarison, N. Rabibisoa, S. Andriamanaitra, E. Andriamboavonjy, P. Ramarojaona, N.M. Ramahefamanana, L. Andriamaro, M. Andrianarisata, H. Randrianasolo, A. Rabearisoa, A. Rasolohery, J. Randrianarisoa, A. Labedan, G. Rafamatanantsoa, M. Souquet, Y. Giloux, V. Florens, Y. Ibrahim, G. Rocamora (2014). *Profil d'écosystème hotspot de Madagascar et des iles de l'Océan Indien*. CEPF, Washington, 313 pages.

Defries, R., A. Hansen, A.C. Newton, and M.C Hansen, (2005). Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications*, **15**:19-26.

Ganzhorn, J.U., S. Malcomber, O. Andrianantoanina, and S.M. Goodman, (1997). Habitat characteristics and lemur species richness in Madagascar. *Biotropica,* **29**: 331-343.

Goodman, S.M. and D. Rakotondravony, (2000). The effects of forest fragmentation and isolation on insectivorous small mammals (*Lipotyphla*) on Central High Plateau of Madagascar. *Journal of Zoology,* **250**: 193-200.

Jenkins, R.K.B., L.D. Brady, M. Bisoa, J. Rabearivony, and G.A. Griffiths, (2003). Forest disturbance and river proximity influence chameleon abundance in Madagascar. *Conservation Biology,* **109**: 407-415.

Kremen, C., V. Razafimahatratra, R.P. Guillery, J. Rakotomalala, A. Weiss, and J.-S.Ratsisompatrarivo, (1999). Designing the Masoala National Park in Madagascar based on biological and socioeconomic data. *Conservation Biology*, **13**: 1055-1068.

Mittermeier, R.A., C.G. Mittermeier, M.B. Harris, J.M.C., Silva, R. Lourival, G.A.B. Fonseca, P.A. Seligmann, and T. Allofs, (2005). *Pantal: South America's*

wetland jewel. Conservation International, Washington, DC: 176p.

Moisan, J., et L. Pelletier. (2008). Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec : Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec. 86 p.

Myers, N., R.A Mittermeier., C.G. Mittermeier, G.A.B. Da Fonseca et J. Kent. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403***(6772)* : 853-858.

Nicoll, M.E., et O. Langrand. (1989). *Madagascar : Revue de la Conservation et des Aires Protégés*. Gland, Switzerland: World Wide Fund for Nature. 374 pages.

Noble, G.K. (1931). *The biology of the Amphibia.* New York and London, McGraw-Hill. 577p.

Rabemananjara, F.C.E. et T. Razafindrabe, (2011). Suivi des *Boophis williamsi* et *Mantidactylus pauliani,* Amphibiens en Danger Critique dans le massif de l'Ankaratra, après destruction de leur habitat par les feux. Rapport final, Conservation International, Antananarivo. 47 p.

Rabibisoa, N. (2008). *Systématique et Biogéographie d'un groupe d'Amphibiens des cours d'eau Malagasy : cas du genre Mantidactylus sous–genre Ochthomantis*. Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Madagascar. 244 pages.

Rabibisoa, N.H.C., C.J. Raxworthy, et F. Andreone, (2008). Changement climatique et Amphibien. In *Sahonagasy Action Plan. Conservation Programs for the Amphibians of Madagascar / Programmes de conservation pour les amphibiens de Madagascar*, eds. F. Andreone et H. Randriamahazo, Turin, Italy**.** Pp 43-48.

Rabibisoa, N., J. Raoelison-Malala, D.M-J. Rakotoniaina, et H. Rasoanambinina, (2017). Impact de l'état de la population de la grenouille *Mantidactylus pauliani* Guibé, 1974 (F. Mantellidae) est un indicateur de la santé de la source d'eau d'Ankaratra. *Actes du Forum de la recherche du 14, 15 et 16 juin 2017*, Antananarivo. MESUPRES.

Ramanamanjato, J.B. & J.U. Ganzhorn, (2001). Effects of forest, fragmentation, introduced *Rattus rattus* and the role of exotic tree plantations and secondary vegetation for the conservation of an endemic rodent and a small lemur in littoral forests of southeastern Madagascar. *Animal Conservation*, **4**: 175-183.

Raxworthy, C.J. et R.A. Nussbaum, (1994). A rainforest survey of amphibians, reptiles and small mammals at montagne d'Ambre, Madagascar. *Biological Conservation,* ***69***: 65-73.

Raxworthy, C.J. & Nussbaum, R.A. (1996). Amphibians and reptiles of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: A study of elevational distribution and local endemicity. In A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the elevation variation: With the reference to Naturelle Intégrale. *Fieldiana, Zoolog*y. New series, **85**:: 158-170.

Vallan, D. 2002. Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of Madagascar. *Journal of Tropical Ecology*, **18** : 725-742.

Vences, M., F. Andreone, F. Glaw, N. Raminosoa, J.E. Randrianirina, & D.R. Vietes, (2002). Amphibians and Reptiles of the Ankaratra Massif: reproductive diversity, biogeography and conservation of a montane fauna in Madagascar. *Italian Journal of Zoology*, **69**: 263-284.