



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
MENTION ZOOLOGIE ET BIODIVERSITE ANIMALE



Latimeria chalumnae

MEMOIRE
POUR L'OBTENTION DU
Diplôme de MASTER

Parcours : *Biologie de la Conservation Animale*

**Etudes biologique et écologique de la population de *Avahi laniger*
dans la partie Sud de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray
(District Moramanga, région Alaotra-Mangoro, Central -Est de
Madagascar)**

Présenté par :
Mademoiselle Hanitriniaina RAHARINIRINA

Devant le JURY composé de :

Président : Madame /Monsieur

Rapporteur : Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA
Maître de Conférences

Examineurs : Madame /Monsieur
(Grade)
Madame /Monsieur
(Grade)

Soutenu publiquement le :



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
MENTION ZOOLOGIE ET BIODIVERSITE ANIMALE



Latimeria chalumnae

MEMOIRE
POUR L'OBTENTION DU
Diplôme de MASTER

Parcours : *Biologie de la Conservation Animale*

**Etude biologique et écologique de la population de *Avahi laniger*
dans la partie Sud de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray
(District Moramanga, région Alaotra-Mangoro, Central-est de
Madagascar)**

Présenté par :
Mademoiselle Hanitriniaina RAHARINIRINA

Devant le JURY composé de :

Président : Madame /Monsieur

Rapporteur : Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA
Maître de Conférences

Examineurs : Madame /Monsieur
(Grade)
Madame /Monsieur
(Grade)

Soutenu publiquement le :



REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été rendue possible grâce à la contribution de nombreuses personnes et institutions. Je leur exprime ici ma plus profonde gratitude.

Je sais tout particulièrement gré à :

- Monsieur Irrish Parker RAMAHAZOSOA, Maître de Conférences, Doyen de la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et Monsieur Zafimahery RAKOTOMALALA, Maître de Conférences, Responsable de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale (MZBA), qui ont accordé la soutenance du présent mémoire.
- Monsieur/Madame..... qui a bien voulu présider la soutenance de ce mémoire.
- Madame Fanomezana Mihaja RATSOAVINA, Maître de Conférences, MZBA, pour m'avoir encadré. Je lui suis très reconnaissante pour son dévouement, sa disponibilité, son soutien et ses conseils depuis la conception de la proposition de recherche à la soutenance de ce mémoire.
- Madame, Monsieur..... qui ont bien voulu examiner ce travail ayant permis d'améliorer considérablement ce manuscrit avec leurs critiques constructives.

Je voudrais aussi exprimer ma reconnaissance envers VolkswagenStiftung pour le support financier, technique et logistique à travers le projet s'intitulant : « Land-use system, adaptive genetic variation and wildlife health in lemur of Ambohidray Newly Protected Area, central east, Madagascar »

Mes vifs remerciements vont également à tous les Enseignants et tous les personnels administratifs de la Faculté des Sciences et spécialement ceux de la MZBA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo qui m'ont formé pendant mon cursus universitaire.

En outre, je tiens à remercier spécialement à toutes les équipes sur le terrain et les responsables de la gestion de la nouvelle aire protégée d'Ambohidray :

- La Mention Biologie et Ecologie Végétales et la communauté de base d'Ambohidray sous le nom de VOI Miray, gestionnaires de l'aire protégée d'Ambohidray qui ont permis la réalisation de nos projets et nous ont accueilli chaleureusement à Ambohidray.
- Monsieur Rojo RAVELOJAONA, doctorant au sein de la MZBA, Madame Yasmireilda RICHARD, doctorante et enseignante vacataire au sein de la MZBA et Monsieur Ginot KAVA,

étudiant en Master 2 au sein de la MZBA qui m'ont beaucoup aidé sur le terrain malgré qu'ils ont aussi chacun leur propre sujet de recherche.

- Nos guides locaux et les assistants de terrain qui nous ont assisté lors des collectes de données et durant tous nos séjours à Ambohidray.

Je ne saurais pas aussi oublier la promotion Ankoay de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo pour toutes les années que nous avons passé ensemble durant le cursus universitaire.

Enfin, mes plus chaleureux remerciements vont à ma famille et mes amis. Plus spécialement à mes parents qui ont investi sans compter dans mon éducation et à mes deux sœurs et mon frère qui m'ont toujours supporté toutes ces années. Je vous garde un attachement profond, car je vous dois en grande partie tout ce que je suis aujourd'hui.

RESUME

Les lémuriens sont parmi les éléments clés de la conservation pour Madagascar. Or la biologie et l'écologie de certaines espèces de lémuriens surtout les lémuriens nocturnes tel que *Avahi laniger* demeurent encore peu documentées . Pour cela une étude biologique et écologique de la population de *Avahi laniger* a été réalisée dans Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray . L'étude a été effectuée dans deux zones : le noyau dur et la zone tampon considérée comme lisière pour l'étude dont la végétation a été caractérisée par la méthode de placeau de Braun-Blanquet. Des observations directes nocturnes et diurnes sur les lignes de transects ont été menées en utilisant la méthode de distance sampling. 74 individus de *Avahi laniger* dont 30 dans le noyau dur et 44 dans la zone tampon ont été observés et ont permis d'estimer une densité de 138 individus/ km². L'espèce ne se distribue donc pas uniformément dans les deux zones, marquée par l'effet positif de lisière alors que la structure de leur végétation est similaire. *Avahi laniger* occupe surtout la strate de 8-16m avec une gamme de DBH différente mais supérieur à 5cm et préfère en général les zones avec une canopée semi-ouverte. Des très faibles et moyennes corrélations sont observées entre l'abondance relative de l'espèce et les paramètres écologiques pris en compte : abondance des arbres utilisés comme supports par l'espèce, hauteur et DBH et degré de couverture de la canopée. Ceci explique l'existence probable d'autres facteurs écologiques ou anthropiques influençant la distribution. Il en ressort de ce travail que *Avahi laniger* a pu s'adapter à la fragmentation de l'habitat ce qui explique la forte valeur de la densité de sa population et sa préférence pour la zone tampon.

Mots clés : *Avahi laniger*, lémuriens, densité, répartition spatiale, effet de lisière, Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray

ABSTRACT

Lemurs are among the key elements of conservation for Madagascar. However, the ecology and biology of several lemur species especially nocturnal lemurs are still poorly documented. For that a biological and ecological study for the population of *Avahi laniger* of the New Protected Area (NPA) were studied in this present manuscript. The study was carried out within two areas of the NPA: the core conservation and the buffer zones considered as edge where the vegetation was characterized by a botanical plot method. Direct nocturnal and diurnal surveys were performed to collect data using the distance sampling method. 74 individuals of *Avahi laniger* were observed, 30 founds in the core conservation area and 44 in the buffer zone and a density of 138 individuals/ km² was estimated. The species seems to not be uniformly distributed in the two studied areas, marked by positive edge effect although the structure of their vegetation is similar. *Avahi laniger* mostly used the stratum between 8 to 16m with a different range of DBH which is higher than 5cm. This study shows that this species prefers in general areas with a half-open canopy. Furthermore, very little correlation was observed between the relative abundance of the species and the different studied ecological parameters: abundance of trees supporting the species, trees height and DBH and the degree of canopy cover. Therefore, there could be existence of other ecological or anthropogenic factors influencing *Avahi laniger* distribution in an area. The results of this study suggest that *Avahi laniger* seems to adapt to the fragmentation of the habitat which may explain a high value of the density and its slight preference to the buffer zone.

Keywords: *Avahi laniger*, lemurs, density, spatial distribution, edge effect, New Protected Area of Ambohidray

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. GENERALITES	4
II. MATERIELS ET METHODES	9
II.1- Description générale du milieu d'étude	9
II.2- Présentation des sites d'étude	10
II.3-Méthodes de collectes de données.....	11
II.3.1- Méthode d'échantillonnage.....	11
II.3.2-Méthode d'observation	12
II.3-3- Caractérisation de l'habitat.....	13
II.4-Méthodes d'analyses et traitement des données.....	15
II.4.1- Estimation de la densité de la population de <i>Avahi laniger</i>	16
II.4.2- Détermination de la distribution spatiale des individus de la population <i>Avahi laniger</i>	17
II.4.3- Détermination de la structure végétale dans les deux zones d'étude.....	18
II.4.4- Détermination des préférences écologiques en terme d'habitat de <i>Avahi laniger</i>	18
II.4.5- Détermination de la relation entre les paramètres écologiques pris en compte et la distribution spatiale des individus de <i>Avahi laniger</i>	19
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	20
III.1- La densité de la population de <i>Avahi laniger</i> estimée.....	20
III.3- Structure de la végétation dans les deux zones étudiées : le noyau dur et la zone tampon.....	22
III.3.1- Répartition des arbres selon la classe de hauteur dans le noyau dur et la zone tampon.....	22
III.3.2- Répartition des arbres selon la classe de DBH dans le noyau dur et la zone tampon	23
III.3.3- Le recouvrement de la canopée	24
III.4- Préférence écologique en terme d'habitat de <i>Avahi laniger</i>	24
III.4.1- Caractéristique des plantes utilisées comme support par <i>Avahi laniger</i>	25
III.4.2- Caractéristique des micro-habitats de <i>Avahi laniger</i>	27
III.5- La relation entre les paramètres écologiques et la distribution spatiale de la population de <i>Avahi laniger</i>	28
IV. DISCUSSION	29
Densité de la population de <i>Avahi laniger</i>	29

Distribution spatiale des individus de la population de <i>Avahi laniger</i>	30
Caractéristique de l’habitat des deux zones étudiées : le noyau dur et la zone tampon	31
Préférence écologique en terme d’habitat de la population de <i>Avahi laniger</i>	32
La relation entre les paramètres écologiques et la distribution spatiale de la population de <i>Avahi laniger</i>	34
CONCLUSION	37
REFERENCES CITEES	39
ANNEXES	i

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de la localisation géographique de la Nouvelle Aire Protégée d’Ambohidray	9
Figure 2: Schéma montrant le dispositif du plot botanique utilisé pour l’étude de l’habitat	14
Figure 3: Comparaison de l’abondance relative de Avahi laniger dans le noyau dur et la zone tampon	21
Figure 4: Histogramme de la répartition des arbres de chaque zone (Noyau Dur et Zone Tampon) selon la classe de hauteur	23
Figure 5: Histogramme de la répartition des arbres de chaque zone (Noyau Dur et Zone Tampon) selon la classe de DBH	24
Figure 6: Histogramme montrant le pourcentage de la répartition des arbres supports de Avahi laniger selon la classe de hauteur	26
Figure 7: Histogramme montrant le pourcentage de la répartition des arbres supports de Avahi laniger selon la classe de DBH.....	26
Figure 8: Histogramme montrant le pourcentage de différents degrés de couverture de canopée de l’habitat de Avahi laniger	27

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: Echelle de recouvrement de la canopée (Source : Ganzhorn et al., 2007).....	15
Tableau 2: Corrélacion entre l'abondance relative de <i>Avahi laniger</i> dans chaque transect avec les différentes variables écologiques prises.....	23

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Position systématique et noms vernaculaires de <i>Avahi laniger</i>	I
Annexe 2 : Liste des espèces faunistiques appartenant à ces 5 groupes taxinomiques (Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Micromammifères, Primates) rencontrées dans la partie Sud de la NAP d’Ambohidray avec leur statut de conservation des espèces selon l’UICN (LC : moins préoccupante, NT : quasi-menacée, VU : vulnérable, CR : En danger critique).....	II
Annexe 3 : Carte représentant les différentes zones de la NAP d’Ambohidray avec les transects élaborés.....	IV
Annexe 4 : Fiche de relevé lors des observations diurnes et nocturnes.....	V
Annexe 5 : Illustration de la méthode photographique pour estimer le degré de couverture de canopée en utilisant le logiciel Canopydigi (Goodenough & Goodenough,2012).....	VI
Annexe 6 : Liste des espèces floristiques de la partie Sud de la NAP d’Ambohidray	VII
Annexe 7 : Liste des plantes utilisées comme supports par <i>Avahi laniger</i> avec sa fréquence de fréquentation sur ces plantes (Nombre de groupes de <i>Avahi laniger</i> trouvés sur ces plantes) et les valeurs des différentes variables caractéristiques de ces plantes	XI
Annexe 8 : Liste de toutes les espèces de lémuriens trouvées dans la partie Sud de la NAP d’Ambohidray avec leur statut de conservation UICN (EN : En danger ; VU : Vulnérable ; CR : En danger critique) et les nombres d’individus trouvés dans le noyau dur et la zone tampon (Source : IUCN, 2021)	III
Annexe 9 : Illustrations des différentes pressions pesant sur la forêt de la NAP d’Ambohidray et une photo de <i>Avahi laniger</i>	XIV

GLOSSAIRE

Bordure : combinaison de deux zones de lisières d'habitats adjacents (Forman, 1995)

Lisière : correspond à la zone de transition entre deux ou plusieurs milieux. Il peut s'agir, par exemple, de la zone de contact entre deux successions végétales d'âges différents ou de la rencontre d'une coupe forestière et d'une forêt mature (Murcia, 1995)

LISTE DES ABREVIATIONS

CHP: Circonférence à hauteur de poitrine

DBH: Diameter bust height (Diamètre à la hauteur de poitrine)

GPS : Global Positioning System

NAP : Nouvelle Aire Protégée

ND : Noyau dur

SAPM : Système des Aires Protégées de Madagascar

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

ZT : Zone tampon

INTRODUCTION

L'amélioration des connaissances de base sur les espèces est essentielle pour la mise en place de bonnes pratiques de conservation et de gestion d'une Aire Protégée (AP). Les mesures d'abondance ou de la densité de la population animale telle que les primates peuvent indiquer la rareté des espèces et le risque d'extinction (Cowlshaw et Dunbar, 2000). Celles qui ont une faible densité de population sont plus vulnérables à l'extinction locale. En outre, la connaissance du mode d'exploitation du milieu écologique par une espèce au sein d'un environnement spécifique est aussi cruciale pour la gestion d'un habitat (Johnson, 1980). Il existe des espèces ayant de larges préférences écologiques donc peu tolérantes et peuvent occuper de différentes gammes d'habitat. Et il y a celles qui ont des préférences restreintes limitant ainsi leur aire de répartition.

La NAP d'Ambohidray fait partie des nouvelles aires protégées créée afin d'atteindre les objectifs de la vision Durban, Septembre 2003. C'est un projet de l'Etat malgache qui consiste à tripler la surface nationale des AP en cinq ans. Les objectifs de ces nouvelles aires protégées sont (1) de conserver l'ensemble de la biodiversité unique de Madagascar, (2) de conserver le patrimoine culturel Malagasy, et (3) de maintenir les services écologiques et favoriser l'utilisation durable des ressources naturelles pour la réduction de la pauvreté et le développement durable (Andriamalala et Gardner, 2010). La NAP d'Ambohidray a obtenu le décret de création en application de l'article 28 alinéa 1 de la loi 2015-005 du 26 février 2015 en juillet 2015. Pourtant, très peu d'études sur la faune et flore ont été réalisées dans cette NAP.

Véritables ambassadeurs de Madagascar, les lémuriens sont le groupe emblématique de l'île sur lequel repose l'écotourisme. Ils peuvent être une source de devises et contribuent au développement socio-économique de la communauté locale qui est d'ailleurs le troisième objectif des NAP à Madagascar. Ces derniers sont parmi les animaux clés du système de conservation de la biodiversité (Ganzhorn *et al.*, 1997). Ils sont en relation étroite avec leur habitat or la forêt de Madagascar est sévèrement menacée par l'activité humaine. La couverture forestière à Madagascar a diminué de 40%, avec une réduction de 80% dans la forêt centrale entre les années 1950 et l'année 2000 (Harper *et al.*, 2007). La fragmentation et la destruction de l'habitat de ces lémuriens ainsi que la chasse menacent leur survie (Jenkins *et al.*, 2011 ; Rakotondravony et Rabenandrasana, 2011).

Pourtant, encore peu d'études approfondies sont consacrées à ces lémuriens surtout les espèces nocturnes, considérées comme étant un groupe de primates négligé (Joly, 2011). *Avahi laniger* est le seul lémurien nocturne appartenant à la famille des Indriidae qui habite les forêts humides de l'Est de Madagascar (Mittermeier *et al.*, 2010). C'est une espèce classée Vulnérable dans la liste rouge de l'UICN (IUCN, 2021). Cette espèce est donc moins menacée par rapport à d'autres espèces de lémuriens qui sont menacées d'extinction ou encore en danger critique. Cependant, avant la mise à jour de la liste rouge de l'UICN en juillet 2013, *Avahi laniger* était encore classé comme préoccupation mineure (Rakotondratsimba *et al.*, 2013). Les critères utilisés par l'UICN pour classer les espèces proviennent d'estimation des distributions géographiques, de l'abondance et de leurs tendances temporelles. La dynamique des populations de *Avahi laniger* a subi donc un changement important induisant cette décision.

La présente étude qui s'intéresse spécialement à la population de *Avahi laniger* dans le noyau dur et la zone tampon de la NAP d'Ambohidray a pour principal objectif d'apporter des connaissances sur la bio-écologie de cette espèce. Ceci étant pour aider le gestionnaire à fonder une politique de conservation rationnelle, et également pour servir de base pour le suivi écologique de l'espèce.

Afin d'atteindre cet objectif global, les objectifs spécifiques consistent à :

- 1- Donner une estimation de la densité de population de *Avahi laniger* dans la zone étudiée ;
- 2- Déterminer la distribution spatiale des individus de l'espèce dans la zone étudiée et l'effet de lisière chez sa population ;
- 3- Déterminer la préférence écologique en terme d'habitat qui influence cette distribution ;

Pour cela, les hypothèses nulles H0 à vérifier seront :

- 1- La population de *Avahi laniger* se répartit uniformément dans la partie Sud de la NAP d'Ambohidray suggérant l'absence de l'effet de lisière.
L'abondance de *Avahi laniger* ne varie pas selon la distance par rapport aux bordures
- 2- La structure de la végétation est homogène dans les deux zones d'échantillonnages : noyau dur et zone tampon. Autrement dit, les caractéristiques de l'habitat sont similaires.
- 3- Les abondances relatives de *Avahi laniger* dans chaque transect varient avec les différentes valeurs des paramètres écologiques pris : L'abondance des arbres supports de *Avahi laniger*, les hauteurs et les DBH des arbres, ainsi que le degré de couverture de canopée.

Ce mémoire se subdivise en 4 parties. A cette introduction s'enchaîne la première partie concernant quelques généralités avec une brève synthèse bibliographique. Elle sera suivie par la méthodologie qui donnera une brève description de la zone étudiée avec les méthodes de collectes et d'analyses des données. La troisième partie concernera les détails sur les principaux résultats et les interprétations correspondantes. La dernière partie s'intéressera sur la discussion des principaux résultats obtenus. Une brève conclusion avec la bibliographie termineront ce manuscrit.

I. GENERALITES

Grâce à l'isolement géographique de l'île de Madagascar à la fin de l'ère secondaire, les espèces végétales et animales de ce territoire connurent des évolutions et des radiations uniques pour aboutir à l'actuelle biodiversité exceptionnelle du pays. Parmi les faunes remarquables et emblématiques de l'île, figurent les lémuriens. À partir de quelques spécimens, ces derniers se diversifièrent en une grande variété de formes, colonisant progressivement toutes les niches écologiques (Petter *et al.*, 1977 ; Tattersall, 1977, 1982 ; Mittermeier *et al.*, 2010). De type sauteur ou coureur, diurne ou nocturne, insectivore ou frugivore, solitaire ou vivant en société, ces lémuriens occupent toutes les régions situées au-dessous d'une altitude de 2000 m environ vu que les températures trop fraîches ne permettent pas la vie des lémuriens (Petter et Petter-Rousseaux, 1958).

La distribution géographique des espèces peut être envisagée sous deux angles différents : l'un écologique et l'autre historique. Du point de vue écologique, les facteurs déterminants les assemblages d'espèces peuvent être climatiques ou associés à des barrières géographiques comme les bassins versants ou les rivières (Pearson et Raxworthy, 2009). Les contrastes climatiques de la Grande île engendrent l'existence d'une grande variété de type de végétation influençant la distribution des faunes malgaches parmi eux les lémuriens. A la suite des études de Perrier de la Bathie (1921) et puis de Humbert (1953), Madagascar est divisé en plusieurs domaines. La région orientale est formée par le Domaine de l'Est, le Domaine du Sambirano, le Domaine du Centre et le Domaine des Hautes-Montagnes. Le Domaine de l'Est et le Domaine du Sud forment la région occidentale. Le Domaine du Centre regroupe les régions comprises entre 800 et 2000 m d'altitude jouissant d'un climat beaucoup plus frais que le reste de l'île. Les forêts y sont généralement réduites à de très petites parcelles du fait des feux de brousse. La partie orientale de ce domaine est en continuité avec celui de l'Est formant la forêt humide de l'Est (Petter et Petter-Rousseaux, 1958). Cette forêt est caractérisée par l'extrême variété des espèces aussi bien faunistiques que floristiques ; comme dans les autres forêts tropicales humides du monde, cette diversité est due en partie aux conditions de températures et de précipitations qui favorisent la croissance de la végétation (Pollock, 1987).

Pourtant la forêt humide de l'Est est sévèrement menacée par les activités anthropiques mettant en péril la survie de nombreuses espèces de lémuriens (Jenkins *et al.*, 2011 ; Rakotondravony et Rabenandrasana, 2011). Parmi ces activités, il y a la déforestation, l'agriculture ou encore l'orpaillage qui menacent indirectement la survie des lémuriens. Tandis que la chasse menace directement les espèces

animales. Par ailleurs, les lémuriens sont liés à des mythes et des contes au profit de la conservation d'une part et menaçant leur survie d'autre part. En outre, le statut conféré à un animal à Madagascar est fonction de divers critères tels que son apparence, son comportement et son rôle potentiel au sein de la vie quotidienne (Harpet, 2011). La plupart des communautés locales ignore l'intérêt de la conservation de ces lémuriens favorisant donc la chasse.

Les lémuriens, faunes emblématiques de Madagascar, sont divisés actuellement en 5 familles : Indriidae, Lemuridae, Cheirogalidae, Lepilemuridae et Daubentoniidae qui sont toutes représentés par quelques espèces dans la forêt humide de l'Est. Le genre *Avahi* est le seul lémurien nocturne appartenant à la famille des Indriidae. En effet, cette famille est autrefois composée par 3 sous-familles : Archaeolemurinae, Palaeopropithecinae, et Indriinae. Mais, les deux premières sont composées par des taxons déjà éteints. Ainsi, la famille des Indriidae est à présent représenté seulement par la sous-famille des Indriinae qui est composée par 3 genres : *Avahi*, *Indri* et *Propithecus* (Mittermeier *et al.*, 2008). Les 3 genres sont arboricoles et sont adaptés au saut vertical en utilisant leurs membres postérieurs plus longs et leurs cuisses puissantes pour faire des sauts spectaculaires entre les supports verticaux. A part d'être nocturne, *Avahi* est relativement petit par rapport à ces 2 autres genres qui sont diurnes (Harcourt, 1990). Le genre *Avahi* est classé parmi l'un des plus petits primates folivores (Harcourt, 1987). Les espèces de ce genre se nourrissent principalement des feuilles, mais aussi des fleurs, quelquefois des fruits et de l'écorce en petite quantité.

Les études morphologiques et surtout cytogénétiques ainsi que les génétiques moléculaires entraînent des changements majeurs dans la compréhension de la diversité, de la phylogénie et de la systématique des lémuriens, ainsi que l'identification de nombreuses nouvelles espèces (Fausser *et al.*, 2002 ; Mayor *et al.*, 2004 ; Ravoarimanana 2001 ; Rumpler, 2000, 2004). Autrefois, le genre *Avahi* était considéré comme ne contenant qu'une seule espèce, *Avahi laniger*, subdivisé en 2 sous-espèces : *Avahi laniger laniger* trouvé à l'Est de Madagascar et *Avahi laniger occidentalis*, trouvé au Nord-Ouest (Tattersall, 1982). Mais, suite à une étude génétique faite par Rumpler et ses collaborateurs en 1990, ces 2 sous-espèces sont séparées en 2 espèces bien définies : *Avahi laniger* et *Avahi occidentalis*. Et progressivement, quelques espèces ont été découvertes, actuellement le genre *Avahi* comporte 9 espèces répartissant dans différents types de forêt de la Grande île (Mittermeier *et al.*, 2008).

Avahi laniger (Gmelin, 1788) se trouve dans les forêts tropicales humides de la côte Est de Madagascar (Mittermeier *et al.*, 1994 ; Nowak, 1991) en particulier dans la région d'Andapa près de

Sambava jusqu'à Fort Dauphin (Petter *et al.*, 1979 ; Tattersall, 1982) mais aussi trouvé dans le massif d'Ankarana jusqu'au Sud-Ouest d'Anivorano Nord (Fowler *et al.*, 1989). Mais d'après les analyses cytogénétiques et génétiques moléculaires (cytochrome b mitochondrial) par Zaramody et ses collaborateurs (2006) et Andriaholinirina (2006), l'avahi laineux orientale anciennement regroupés sous le nom de *Avahi laniger*, pourrait être différencié en 3 groupes phylogéographiques : *Avahi laniger*, *Avahi pyrererasi* et *Avahi meridionalis*. Mais bien que la localité exacte de l'actuelle *Avahi laniger* soit inconnue, il doit se trouver au nord des rivières Mangoro/Onive (Zaramody *et al.*, 2006). *Avahi laniger* est l'espèce du genre *Avahi* présente dans la NAP d'Ambohidray. La position systématique et les noms vernaculaires de l'espèce sont présentés dans l'annexe 1.

Comme son nom l'indique, l'avahi laineux est couvert de poils en fourrure épaisse et laineux. Comme tous les avahis, il présente des taches blanches proéminentes sur la partie postérieure des cuisses qui contrastent avec la coloration généralement brune de l'ensemble du corps et servent de marques distinctives (Mittermeier *et al.*, 2008). . Mais elle possède également des caractères morphologiques qui la différencient des autres espèces du même genre et de genre différent. Elle a une face brune traversée par des taches blanches sur le front, autour des yeux, sur les joues et au niveau de la gorge (Tattersall, 1982) ; ce qui la différencie avec *Avahi occidentalis* qui a une face plus pâle, non colorée en brune. Typiquement l'espèce a une tête sphérique, des yeux larges et un museau court et leurs petites oreilles cachées dans la fourrure permettent de les distinguer des lépilémurs. La longueur totale de l'animal est en moyenne de 59 à 68 cm (Petter *et al.*, 1977). La tête et le corps mesurent respectivement 27 cm et 29 cm en moyenne. La queue est plus longue que le corps, elle mesure en moyenne 33 à 37 cm (Kappeler, 1991). Le poids de cet animal varie entre 900 et 1200 g (Ganzhorn *et al.*, 1985). Chez *Avahi laniger*, il n'existe pas de dimorphisme sexuel, les deux sexes sont similaires, il est donc impossible de distinguer les mâles des femelles.

Plusieurs études approfondies ont été déjà consacrées pour *Avahi laniger* dans d'autres localités telles que les études de la biologie de la population de l'espèce, la taxonomie et leur distribution géographique qui ont déjà été mentionnées précédemment, et les études sur l'écologie. La première tentative de l'estimation de sa densité ainsi que celles des autres lémuriens a été réalisée par Petter et Petter-Rousseaux en 1964 dans la forêt de Mahambo et celle du Périnet, Est de Madagascar. Les explorations se sont ainsi poursuivies dans différentes régions de l'île. Il y a une grande variation entre ces différentes estimations dans différentes localités allant de $13,37 \pm 2,55$ individus/ km² dans le site

Ramsar de Torotorofotsy, région Alaotra-Mangoro (Rakotondratsimba *et al.*, 2013) à 232 individus/km² dans la forêt de transition de bonne qualité de Ambatovy-Analamay, Est de Madagascar (Ralison, 2009). Faisant parti de l'écologie, des études antérieures consistant à suivre certains individus de l'espèce permettant de connaître leur comportement et ainsi de voir la relation des espèces entre elles et leur environnement ont aussi été conduites dans le passé. Ces études comportementales ont montré que, étant un lémurien nocturne, *Avahi laniger* est actif seulement la nuit, l'existence d'un « Tapetum lucidum » facilite leur vision nocturne (Harcourt, 1991). En général, leurs activités commencent vers 17h45 et se terminent vers 5 h30 du matin. Mais les heures exactes dépendent particulièrement de la saison (Razanahoera Rakotomalala, 1981 ; Harcourt, 1991). L'espèce vit en groupe de deux à cinq individus ; le groupe est composé en général de pair monogame et de leurs progénitures (Petter *et al.*, 1979 ; Albignac, 1981 ; Razanahoera Rakotomalala, 1981). Pendant la journée, les membres du groupe dorment ensemble, s'insérant côte à côte, les uns contre les autres dans un épais feuillage à une hauteur environ de 2 à 9 m. Leur domaine vital peut couvrir 1 à 2 ha (Albignac, 1981 ; Ganzhorn *et al.*, 1985). Elle atteint la maturité sexuelle un an après sa naissance. L'animal s'accouple au mois d'Avril et la durée de gestation varie de 120 à 150 jours (Klopfer *et al.*, 1979). Donc il met bas vers le mois d'Août et Septembre (Petter *et al.*, 1977 ; Ganzhorn *et al.*, 1985). Le pair monogame donne généralement un nouveau-né par an (Petter *et al.*, 1977) ; ce dernier s'accroche au ventre de sa mère pendant les premières semaines et ensuite elle le déplace sur son dos pendant le troisième et le quatrième mois qui suivent (Ganzhorn *et al.*, 1985 ; Harcourt *et al.*, 1990). Il devient totalement indépendant à 1 an mais il est à noter que la relation entre mère et petit reste relativement ferme pendant 2 à 7 ans (Harcourt, 1991). Et comme tous les avahis, elle est strictement folivore, mange ainsi les feuilles de certaines plantes de l'île.

Les réponses des lémuriens aux perturbations anthropiques sont très variables (Gardner, 2009 ; Irwin *et al.*, 2010) et les connaissances sur la façon dont ils sont capables de faire face à des habitats altérés sont encore limitées et nécessitent des recherches plus approfondies (Irwin *et al.*, 2010 ; Schwitzer *et al.*, 2013). Mais les rares études entreprises dans différentes localités indiquent que *Avahi laniger* tolère la perturbation anthropique, la fragmentation de l'habitat qui augmente la surface des lisières (Lehman *et al.*, 2006 ; Rakotondratsimba *et al.*, 2008 ; Miller *et al.*, 2018).

Malgré toutes ces études, aucune n'a été consacrée pour la NAP d'Ambohidray. Ainsi, manifeste l'intérêt de connaître la densité de population de *Avahi laniger*, de faire une étude écologique de la

population de cette espèce dans la NAP d'Ambohidray afin de produire des données scientifiques pour la conservation.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1- Description générale du milieu d'étude

La Nouvelle Aire Protégée (NAP) d'Ambohidray ($18^{\circ} 34'$ à $18^{\circ} 37'$ E ; $20^{\circ} 03'$ - $20^{\circ} 10'$ S) est une aire protégée de catégorie V ou « Paysages Harmonieux Protégés » gérée par la Mention Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et la communauté locale de base d'Ambohidray nommée VOI Miray. Elle se trouve à l'Est de Madagascar, dans la Province de Toamasina, Région Alaotra-Mangoro, District de Moramanga, Commune rurale de Morarano-Gare, Fonkotany d'Ambohidray. Située entre Moramanga et Ambatondrazaka, elle se trouve plus précisément à 40 km au Nord de Moramanga en parcourant la route nationale 44 (Figure 1). Composée par plusieurs blocs forestiers, sa superficie totale est de 1241 ha avec un périmètre de 22,15 km.

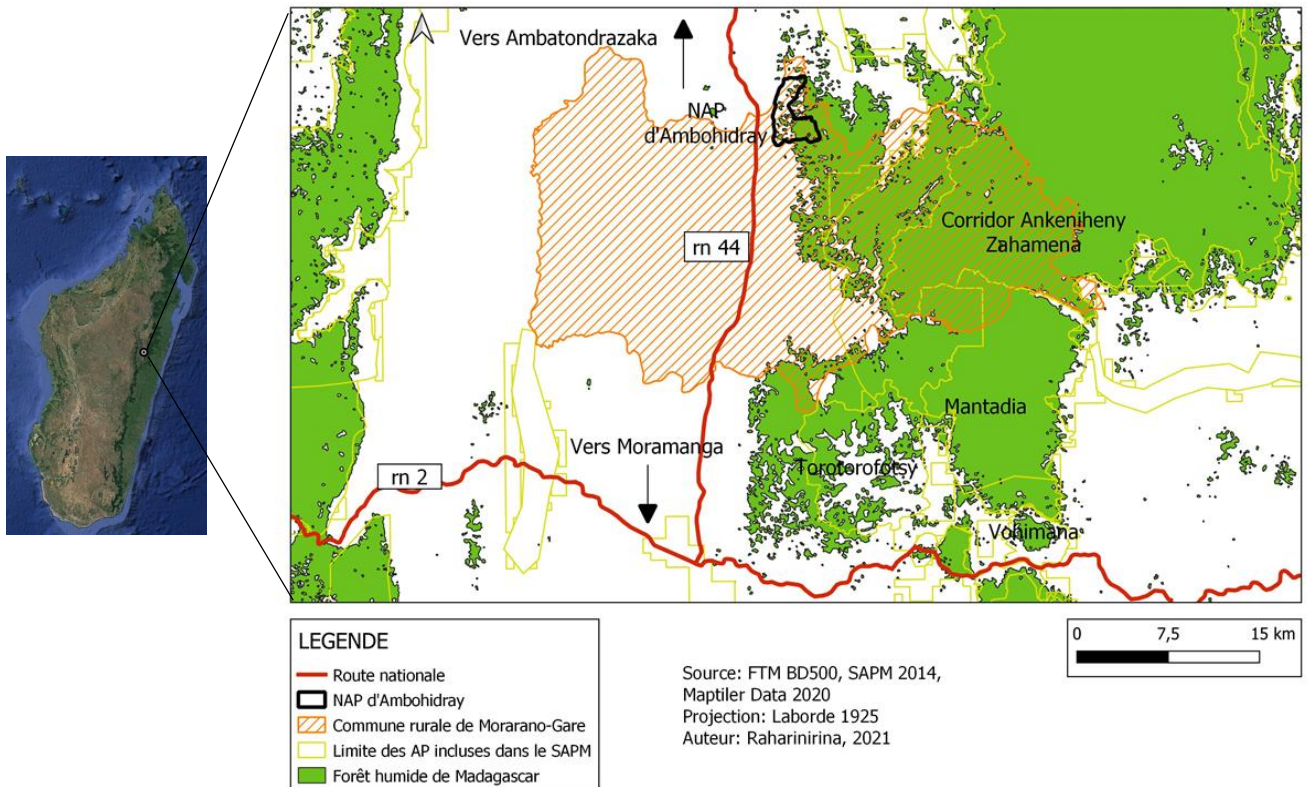


Figure 1: Carte de la localisation géographique de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray

Ambohidray fait partie de la région orientale, du domaine du centre (Humbert, 1965) ; les pluies y sont abondantes (1500 mm) pendant la saison chaude (15 Octobre au 15 Avril), (Petter et Petter-Rousseaux, 1958). Le climat est de type tropical, chaud et humide. La moyenne annuelle de température est de 18°C, avec des écarts saisonniers de 4 °C autour de la moyenne (Petter et Petter-Rousseaux, 1958).

Dans la partie Ouest de la NAP, le réseau hydrographique est beaucoup plus important. Dans la partie Nord, il y a le lac d'Ambolobe qui est un véritable atout touristique. Dans la partie sud, un canal venant du lac s'unit avec le canal de Marofoza pour former une rivière nommée Salanary s'écoulant jusqu'au village d'Ambohidray.

L'aire protégée d'Ambohidray est composée de forêts naturelles, de savanes, de zones dégradées dues aux activités humaines, de peuplements d'*Eucalyptus*, des rizières et un lac. Avec une altitude qui varie de 900 m à 1052 m, le milieu appartient à la zone éco-floristique orientale de moyenne altitude de 800 à 1800 m (Faramalala et Rajeriarison, 1999). L'AP présente une forêt dense humide ombrophile de la série à *Weinmannia* (CUNONIACEAE) et à *Tambourissa* (MONIMIACEAE), une forêt complexe sempervirente, riche en espèces aux essences ligneuses, arbres et arbustes, et plus riche en plantes basses de la strate inférieure (Humbert, 1965). Les sous-bois sont aussi plus abondants, plus denses et plus difficilement pénétrables. Plusieurs espèces de fougères arborescentes y sont assez fréquentes.

La NAP d'Ambohidray abrite beaucoup d'espèces faunistiques (Annexe 1) qui constituent un véritable atout touristique et assurent un multiple rôle sur l'intégrité écologique. Les données concernant la liste faunistique sont encore insuffisantes.

II.2- Présentation des sites d'étude

La NAP d'Ambohidray a un plan de zonage bien défini depuis son installation :

Le noyau dur : une zone strictement protégée dont la conservation est une priorité. Se trouvant dans la partie Sud-Est de l'aire protégée, il est caractérisé par son habitat naturel, mais composé à la fois d'une zone dégradée par la plantation d'*Eucalyptus* et une zone d'ancienne orpaillage. Il s'étend sur une surface de 453 ha avec un périmètre de 9 km.

La zone tampon : une zone dont des activités y sont permises mais réglementées pour assurer la meilleure conservation de la biodiversité et la pérennisation de son utilisation. Elle se trouve à l'Ouest du Noyau Dur ; et est composée par une mosaïque de forêt naturelle et de savane, des terrains de cultures et

habitations, de zones dégradées et de peuplements d'*Eucalyptus*. Elle s'étend sur une surface de 408,5 ha avec 10,4 km de périmètre.

La zone écotouristique : une zone réservée aux visiteurs, présentant un atout touristique au niveau paysager, faunistique et floristique. Se trouvant dans la partie Nord de l'aire protégée avec un périmètre de 4,72 km et une superficie de 98 ha, elle est caractérisée par la présence du lac, de forêt naturelle et de savane.

L'étude s'est déroulée dans la partie Sud de la NAP d'Ambohidray, une zone formée par le noyau dur et la zone tampon. Et vu que la zone tampon est très fragmentée à cause des diverses activités économiques, elle est considérée comme lisière pour la présente étude, et le noyau dur comme l'intérieur de la forêt. La collecte des données a duré environ deux mois et demi, à partir du 26 Juin à 6 Septembre, une période correspondant à la saison sèche.

II.3-Méthodes de collectes de données

Les paramètres étudiés se catégorisent en paramètres biologiques et écologiques. Les paramètres biologiques comprennent toutes les informations concernant le nombre de groupes de *Avahi laniger* observé, l'abondance relative et la densité de la population. Tandis que les paramètres écologiques regroupent les données sur l'utilisation de l'habitat par l'espèce.

II.3.1- Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage résulte de l'impossibilité de collecter des données sur tous l'ensemble de la zone étudiée. Pour la présente étude, il est basé sur la mise en place des lignes de transects installés de façon à couvrir la majorité de la zone d'étude. Pour cela, cette zone d'étude a été divisée en deux zones d'échantillonnage, en suivant le zonage de l'aire protégée déjà établi : le noyau dur, une zone strictement protégée et la zone tampon, zone dont diverses activités économiques sont permises.

Des transects d'environ 1 km sont installés dans tous les blocs forestiers existants de façon plus ou moins parallèle en suivant la direction nord des boussoles. Chaque transect est distancé d'au minimum 200 m pour éviter l'erreur de comptage. Ainsi, 13 transects ont été obtenus dont 7 transects se trouvant dans le noyau dur et 6 transects dans la zone tampon (Annexe 2), donnant une longueur totale de 12,9 km. Les lignes de transects sont placées au moins 24 heures avant le début de la première observation afin d'éviter

toutes perturbations des animaux. Chaque 50 m de la ligne de transect a été marqué par un ruban coloré pour faciliter leur repérage et l'orientation lors des observations.

II.3.2-Méthode d'observation

La méthode d'observation suit la méthode de «Line-transect – distance sampling» (Salmona *et al.*, 2013; Viana-Meyler *et al.*, 2012; Marshall *et al.*, 2008; Buckland *et al.*, 2001; Burnham *et al.*, 1980), méthode utilisée pour estimer la densité de population animale. Il s'agit d'une observation directe le long des lignes de transect en tenant compte de la distance perpendiculaire.

Chaque transect a été visité 6 fois, 3 fois pendant le jour et 3 fois pendant la nuit, donnant un effort d'échantillonnage de 77,4 km. Les observations diurnes se sont déroulées entre environ 7h30 et 10h30 pour la matinée et de 14h30 et 17h30 pour l'après-midi. Et les observations nocturnes ont débuté vers 18h30, heure pendant laquelle les lémuriens nocturnes sont déjà actifs. Les observations ont été faites par une équipe de 3 personnes avec une allure lente d'environ 0,5 km/h. Lors des relevés nocturnes, les lémuriens ont été détectés avec des lampes frontales grâce aux reflets de leurs yeux. Les "tapetum lucidium" sur la rétine des animaux nocturnes reflètent ces lumières et facilitent ainsi leurs repérages. Ensuite l'observateur utilise des lumières plus puissantes pour déterminer l'espèce. La visite d'un même transect est distancée d'au minimum 2 jours pour minimiser quelque perturbation (Buckland *et al.*, 2001).

A chaque groupe de lémuriens trouvé, l'identité du transect, le point métrique et les coordonnées géographiques du point de détection, les données sur l'espèce trouvée, la distance perpendiculaire et les caractéristiques de la plante utilisée comme support de l'animal ont été notées (Annexe 4). Les plantes utilisées par *Avahi laniger*, l'espèce cible, comme support est ensuite marquée pour faciliter l'étude de la caractéristique de ces micro-habitats.

II.3-3- Caractérisation de l'habitat

Le plot botanique

L'hétérogénéité de l'habitat est l'une de l'origine de la variation de la densité chez les primates (Potts *et al.*, 2011). Ainsi, les caractéristiques de la végétation conditionnent la présence et l'abondance d'une espèce en fonction des exigences écologiques de cette dernière.

Dans cette étude, pour caractériser l'ensemble de la végétation et les micro-habitats de *Avahi laniger*, la méthode de placeau de Braun Blanquet (1965) a été choisie. Cette méthode permet de faire une analyse de la structure horizontale de la végétation. En effet, l'étude a été réalisée dans une surface de 50 m x 2 m par plot, malgré que la taille standard est de 50 m x 20 m. Ceci a pour but de bien pouvoir caractériser la végétation sur le long des lignes des transects car il est préférable d'échantillonner plusieurs petites parcelles plutôt que moins de grandes parcelles (Dengler, 2017). Le plot est ensuite subdivisé en 25 placettes de 2 m x 2 m dans le but d'obtenir des données fiables ainsi que de faciliter le travail.

A chaque 150 m de long de ligne de chaque transect, un plot est installé à 2 m de cette ligne, alterné de gauche et droite pour la caractérisation de l'ensemble de la végétation (Figure 2). Un plot de 50 m x 2 m est aussi installé à l'endroit où chaque groupe de *Avahi laniger* ont été observés. Ce plot est installé parallèlement à la ligne du transect avec la plante utilisée comme support (où l'espèce a été observée) au milieu du plot. Chaque plot réalisé pour chaque groupe de *Avahi laniger* rencontré est alors considéré comme un microhabitat de l'espèce.

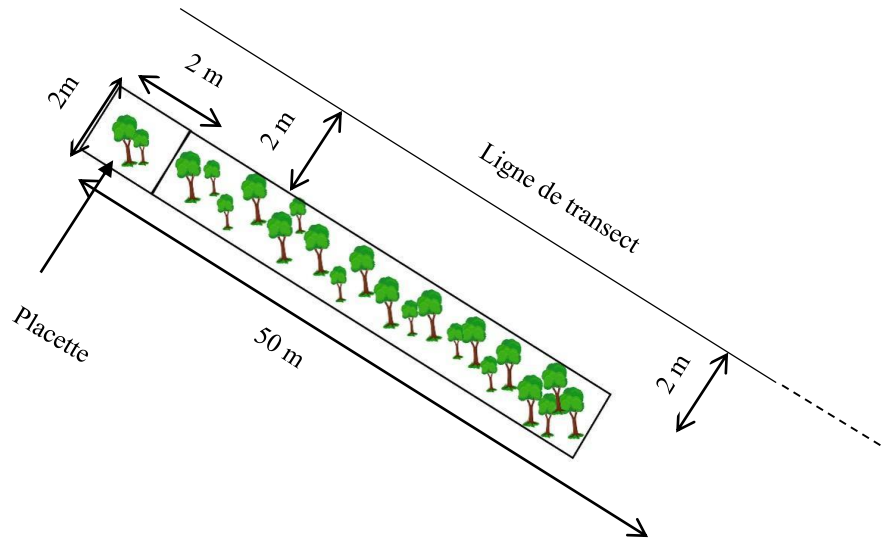


Figure 2: Schéma montrant le dispositif du plot botanique utilisé pour l'étude de l'habitat en utilisant la méthode de plateau de Braun Blanquet (1965)

Collectes des paramètres écologiques

Répartition des plantes selon la hauteur et le DBH

Au niveau de chaque plot, les individus de plantes ligneuses ayant une circonférence supérieure à 10 cm ont été comptés, leur nom vernaculaire noté et leur hauteur estimée. Les DBH s'obtient par le rapport entre les circonférences, mesurées à l'aide d'un mètre ruban, et le π (3,14).

Ces plantes ont été ensuite classés par intervalle de hauteur : [0-2[m, [2-4[m, [4- 8[m, [8-16[m, [16-32[m et ≤ 32 m, 6 classes de hauteur de Emberger *et al.*, 1968 et par intervalle de DBH : [0 – 2,5] cm,]2,5 – 5] cm,]5 – 10] cm,]10 – 20] cm,]20 – 30] cm et > 30 cm, classement de Rothe et ses collaborateurs en 1964. Le classement de DBH et de hauteur informe sur la disponibilité de l'habitat conforme à l'espèce étudiée.

Mesure du degré de couverture de la canopée

L'estimation du degré de couverture de canopée est important en étude de relation entre une espèce et son habitat (Goodenough et Goodenough, 2012). La méthode photographique est la méthode utilisée, qui est d'ailleurs parmi les méthodes les plus précises, pour avoir cette estimation (Paletto et

Tosi, 2009). Ainsi, les photos de la canopée ont été prises au milieu de chacun des 25 placeaux de chaque plot à l'aide d'un appareil photo numérique. Ces images ainsi obtenues sont après analysées avec le logiciel libre Canopydigi, logiciel développé par Goodenough et Goodenough (2012).

Les images prises au niveau des plots sont polychromes et de format JPEG, alors que le logiciel Canopydigi utilise des images monochromes aux différentes nuances de gris (256 nuances de gris allant de 0 pour noir à 255 pour blanc) et de format BMP. Donc, pour la conversion, le logiciel libre et gratuit ReaConverter Lite a été utilisé. Ces images monochromes sont converties en images en « fausses couleurs » par Canopydigi, dans laquelle les pixels sombres colorés en bleu représentent la canopée et les pixels clairs colorés en rouge représentent le ciel. L'utilisateur choisit alors un seuil qui se rapproche le plus à l'image monochrome correspondante. Enfin, le logiciel fait un calcul automatique et donne ainsi le pourcentage de couverture de la canopée à partir de ces images en fausse couleur (Annexe 5).

Les données obtenues sont interprétées à partir de l'échelle de recouvrement de la canopée par Ganzhorn et ses collaborateurs en 2007 (Tableau 1).

Tableau 1: Echelle de recouvrement de la canopée (Source : Ganzhorn *et al.*, 2007)

Couverture de la canopée (%)	Degré d'ouverture de canopée
≤ 20	Canopée ouverte
21 à 50	Canopée relativement ouverte
51 à 70	Canopée semi-ouverte
71 à 90	Canopée relativement fermée
> 90	Canopée fermée

II.4-Méthodes d'analyses et traitement des données

Les données brutes obtenues à partir des diverses méthodes utilisées sont saisies dans le logiciel Microsoft Excel 2016. Ce logiciel a également été utilisé pour les calculs des divers pourcentages et les représentations graphiques des résultats. Les données bien ordonnées sont ensuite soumises à différents tests statistiques sur le logiciel R Studio version 4.1.1 pour valider les hypothèses.

Le test Shapiro est utilisé pour tester la normalité de la distribution des données. Le seuil de probabilité d'erreur est pris en compte à $\alpha = 0,05$. Au-dessus de ce seuil, la distribution est normale et en dessous, elle ne l'est pas. Ce test est indispensable afin de déterminer le type de test statistique approprié : paramétrique pour les données ayant une distribution normale, et non paramétrique pour les données ayant une distribution qui n'est pas normale. Pour les deux cas, le même seuil $\alpha = 0,05$ a été pris. Ainsi, lorsque la valeur de la probabilité p obtenue est $\leq 0,05$, la différence est significative entre les variables comparées, et l'hypothèse nulle H_0 est rejetée. Dans le cas contraire où $p > 0,05$, la différence n'est pas significative et l'hypothèse nulle H_0 est retenue.

II.4.1- Estimation de la densité de la population de *Avahi laniger*

Les paramètres caractérisant les populations tels que la densité peuvent être estimés par une grande variété de techniques. Plusieurs ont été développés et sont souvent basés sur une estimation du nombre d'individus divisée par la superficie d'échantillonnage appelée aussi aire d'observation.

Les observations tout au long des transects ont permis d'obtenir le nombre total d'individus observés et les différentes distances perpendiculaires utiles pour l'estimation de la superficie d'échantillonnage. Pour la présente étude, c'est la méthode de CDS (Conventional Distance Sampling, Buckland *et al.*, 2001) qui est utilisée. Pour cette méthode, l'aire d'observation étant le produit de la longueur totale parcourue (LT) qui n'est que la longueur totale de tous les transects et de la largeur effective d'observation (ESW—Effective Strip Width) multiplié par deux.

Avec :

$$D = \frac{NT}{2LT*ESW}$$

- D : Densité de l'espèce
- NT : Nombre d'observation de l'espèce
- ESW : Largeur effective des observations
- LT : Longueur totale du transect

La méthode CDS consiste à ajuster une fonction de détection aux distances perpendiculaires dans le but d'estimer la largeur effective de comptage (ESW). Cette analyse a été effectuée dans le logiciel R en utilisant le package « distance » (Miller, 2017) avec des données tronquées à de 10% comme

recommandé par Buckland *et al.* (2001), afin d'éliminer les valeurs extrêmes. Le modèle est choisi en utilisant le critère d'information d'Akaike (AIC), celui qui a le plus faible AIC est le meilleur modèle. Le logiciel donne enfin une estimation de la densité de la population en nombre d'individus par km².

II.4.2- Détermination de la distribution spatiale des individus de la population *Avahi laniger*

En vue d'obtenir de la distribution des individus de *Avahi laniger* dans les zones étudiées, une comparaison de l'abondance relative de l'espèce dans chaque transect entre le noyau dur et la zone tampon qui est considérée comme lisière pour l'étude a été réalisée. L'abondance relative de l'espèce dans un transect est le nombre total d'individus observés sur le long d'un transect pendant tout l'ensemble d'observation. Dans ce cas, l'hypothèse nulle serait que la population de *Avahi laniger* se distribue uniformément dans la partie Sud de la NAP d'Ambohidray, elle ne subit pas un effet de lisière. Pour vérifier cette hypothèse, le test t student a été effectué pour la comparaison vu que les données sont paramétriques. Le test statistique permet de définir la réponse de l'espèce aux lisières en utilisant les trois classes de réponses écologiques aux bordures de Ries et ses collaborateurs (2004). Une espèce qui a une densité plus élevée donc plus abondante dans les habitats de lisières présente une réponse positive à l'effet de lisière. Une réponse négative se produit lorsqu'une espèce a une plus forte densité donc plus abondante dans les habitats intérieurs. Et enfin, les espèces qui ne réagissent pas aux lisières, c'est-à-dire à une densité ou une abondance similaire dans les lisières et à l'intérieur, ont une réponse neutre.

Mais pour savoir la distribution plus précise de *Avahi laniger* par rapport aux bordures, une étude de corrélation entre les abondances relatives de l'espèce dans des intervalles de distance du point de détection de l'espèce par rapport aux bordures les plus proches et ces intervalles de distance proprement dit a été faite. En fait, les coordonnées GPS des points de détection lors des observations sont rentrées dans Google Earth pour avoir les distances entre les groupes d'individus trouvés et la bordure la plus proche. De manière générale, les auteurs s'accordent à positionner la limite de la zone de lisière entre 20 et 50 m de la bordure (Ranney *et al.*, 1981; Matlack, 1994; Piessens *et al.*, 2006). Le bord de la forêt se trouvant de 0 à 50 m de la bordure est alors considéré comme la véritable lisière forestière. Par conséquent, l'intervalle de distance choisi est de 50m. Dans ce cas l'hypothèse nulle serait que l'abondance de *Avahi laniger* ne varie pas selon la distance par rapport aux bordures. Le test de corrélation de Spearman a été utilisé pour vérifier l'hypothèse. Ce test consiste à calculer la valeur du

coefficient de corrélation notée « r_s ». Cette mesure est comprise entre -1 et +1 et a une signification comme suit :

- Si r_s est proche de +1, ceci signifie que les variables varient dans le même sens ;
- Si r_s est proche de -1, ceci signifie que les variables varient en sens inverse l'une de l'autre ;
- Si r_s est proche de 0, alors moins les variables sont corrélées. 0 signifie l'absence de corrélation entre les deux variables.

II.4.3- Détermination de la structure végétale dans les deux zones d'étude

Afin de déterminer l'homogénéité de la structure de la végétation dans le noyau dur et la zone tampon, une comparaison des différentes variables de l'habitat a été effectuée. Ces variables tels que la répartition des plantes selon la hauteur et le DBH et le degré de couverture de la canopée ont été obtenues lors de la réalisation des plots botaniques tous les longs de transects. L'hypothèse nulle serait que les variables caractéristiques des deux zones d'échantillonnage soient similaires. Pour vérifier cette hypothèse, le test de Wilcoxon a été utilisé.

II.4.4- Détermination des préférences écologiques en terme d'habitat de *Avahi laniger*

Pour évoquer les préférences écologiques en terme d'habitat de *Avahi laniger*, une analyse descriptive des caractéristiques des plantes utilisées par l'espèce comme support, des caractéristiques de ces micro-habitats et sa distribution verticale a été effectuée. Ces données sont obtenues grâce à la réalisation des plots botaniques à chaque point de détection de *Avahi laniger* pendant les observations.

Pour la caractérisation des plantes utilisées comme support, une détermination de la répartition de ces plantes selon la hauteur et le DBH a été réalisée. Pour la caractéristique des micro-habitats, les variables à analyser sont les degrés de couverture de la canopée et les positions topographiques de ces zones. Et enfin pour la distribution verticale, une moyenne et un écart-type des hauteurs de l'animal par rapport au sol à chaque détection ont été calculées.

II.4.5- Détermination de la relation entre les paramètres écologiques pris en compte et la distribution spatiale des individus de *Avahi laniger*

Pour déterminer l'influence des différentes variables écologiques prises en compte sur la distribution spatiale des individus de *Avahi laniger*, des études de corrélation entre chaque variable avec l'abondance relative de l'espèce dans chaque transect ont été effectuées. Ces variables écologiques prises en compte sont : l'abondance des arbres utilisés comme support par l'espèce, le degré de couverture de canopée, la densité des arbres, la hauteur des arbres et le DBH des arbres. Dans ce cas, l'hypothèse nulle serait que : ces variables écologiques prises ont des influences sur la distribution spatiale de la population de *Avahi laniger*. Le test de corrélation de Pearson pour les données paramétriques et celui de Spearman pour les non paramétriques ont été effectués pour vérifier l'hypothèse. L'interprétation des résultats du test de Spearman est similaire à celle du Pearson déjà expliquée précédemment.

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1- La densité de la population de *Avahi laniger* estimée

Au cours des visites des 13 transects, 43 groupes de *Avahi laniger* composés de 74 individus ont été observés. Le nombre d'observations (43 observations) qui est supérieur à 40 observations (Nombre minimum pour estimer de manière fiable l'ESW et la densité (Buckland *et al.*, 2001)) a permis de modéliser avec précision suffisante la fonction de détection. La méthode CDS (Conventional Distance Sampling, Buckland *et al.*, 2001) permet d'estimer une densité de 138 individus/ km² pour la zone étudiée (se= 0,00003 ; ddl=19,88).

III.2-La distribution spatiale des individus la population de *Avahi laniger*

Avahi laniger se retrouvent dans tous les transects élaborés, bien qu'il y en a qui abrite bien plus que d'autres (Annexe 3). Une différence entre l'abondance relative de l'espèce dans les deux zones d'échantillonnage est observée : 30 individus au total dans le ND, qui donne une moyenne de 4,28 par transect et 44 individus dans la ZT considérée comme lisière donnant une moyenne de 7,33 par transect (Figure 3). Le résultat du test t student ($t = -2,2$, $ddl = 10,86$, $p = 0,05$) a d'ailleurs relevé significatif, qui veut dire que cette différence d'abondance relative entre les deux zones est statistiquement significative. Ainsi, l'hypothèse nulle est rejetée, la population de *Avahi laniger* ne se répartit pas uniformément dans la NAP d'Ambohidray, et elle subit un effet de lisière. Mais l'effet de lisière est plutôt positif vu que l'espèce est abondante dans les habitats de lisières qu'à l'intérieur. Mais bien que l'espèce préfère la zone tampon au noyau dur, elle a une large distribution.

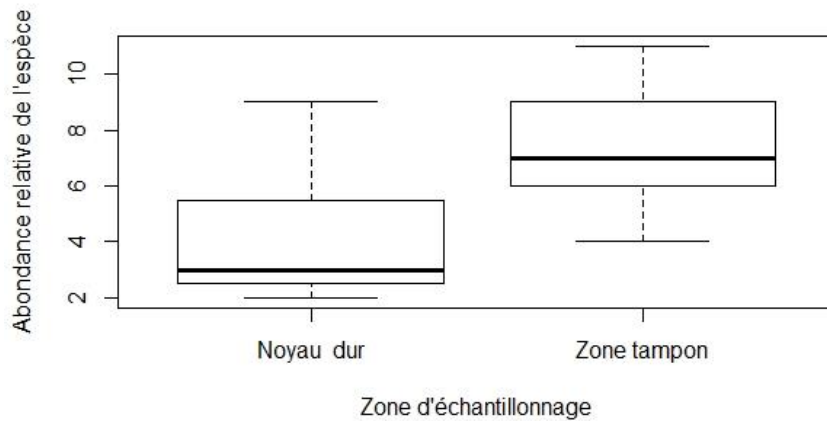


Figure 3: Comparaison de l'abondance relative de *Avahi laniger* dans le noyau dur et la zone tampon de la NAP d'Ambohidray

Et en ce qui concerne la distribution plus précise de *Avahi laniger* par rapport aux bordures existantes dans la NAP d'Ambohidray, la distribution de l'espèce est presque uniforme proche des bordures, entre 0 à 150 m et en s'éloignant des bordures, l'abondance de l'espèce diminue (Figure 4). D'ailleurs, les résultats du test de Spearman ont montré une forte corrélation qui varie du sens inverse ($p=0,01$, $ddl=5$, $r_s=-0,87$). Ce qui veut dire que l'abondance de l'espèce diminue vers l'intérieur de la forêt. Donc l'hypothèse nulle est rejetée, l'abondance de *Avahi laniger* varie selon la distance par rapport aux bordures.

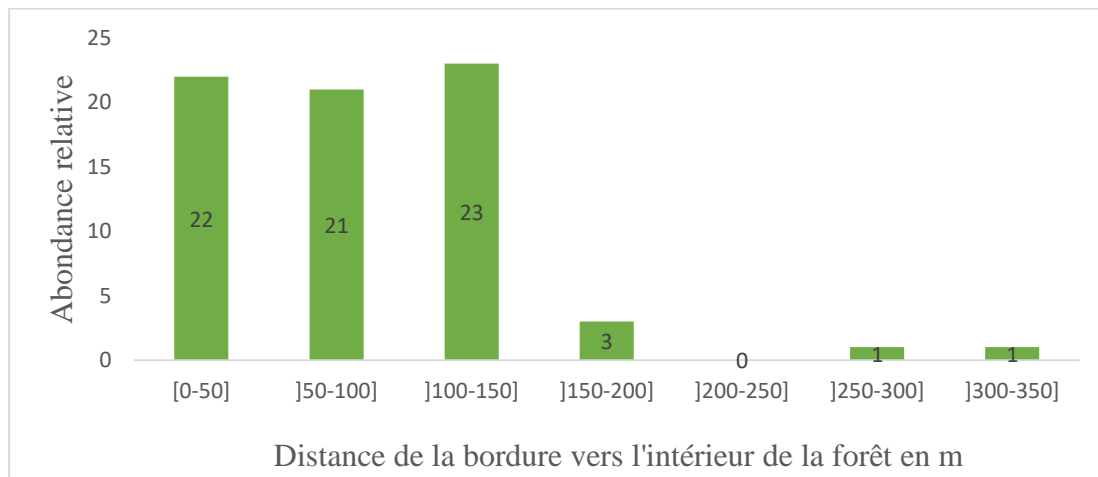


Figure 4 : Histogramme montrant la distribution de *Avahi laniger* de la bordure vers l'intérieur de la forêt

III.3- Structure de la végétation dans les deux zones étudiées : le noyau dur et la zone tampon

Le noyau dur aussi bien que la zone tampon de la NAP d'Ambohidray sont floristiquement riches avec un nombre élevé d'espèces (103) appartenant à de 49 familles (Annexe 6). Le nombre moyen de pieds d'arbres ayant un CHP ≥ 10 cm dans un transect, équivalent à 6 plots de 50 m*2m, pour le noyau dur est de 377 arbres contre 330 pour la zone tampon. Le noyau dur possède donc beaucoup plus de grands arbres que la zone tampon.

III.3.1- Répartition des arbres selon la classe de hauteur dans le noyau dur et la zone tampon

Une dominance des individus de hauteur [4-8 m[(60,7 % des arbres ayant un CHP ≥ 10 cm pour le ND et 61,3 % pour le ZT), une faible représentation des individus de [16-32[m (0,8 % pour les deux zones) et une absence des individus de ≥ 32 m pour les deux zones ont été constatés (figure 5). La faible représentation des individus de hauteur [2-4[m et l'absence des individus de hauteur [0-2[m ont été dues au fait que seuls les individus ayant un CHP ≥ 10 cm ont été notés. La répartition des arbres selon la classe de hauteur est à peu près le même dans les deux zones. D'ailleurs, aucune différence significative n'a été statistiquement démontrée (Test de Wilcoxon : $W= 18$, $p=1$). Ainsi, chez les deux zones, l'abondance des plantes de chaque classe de hauteur est similaire.

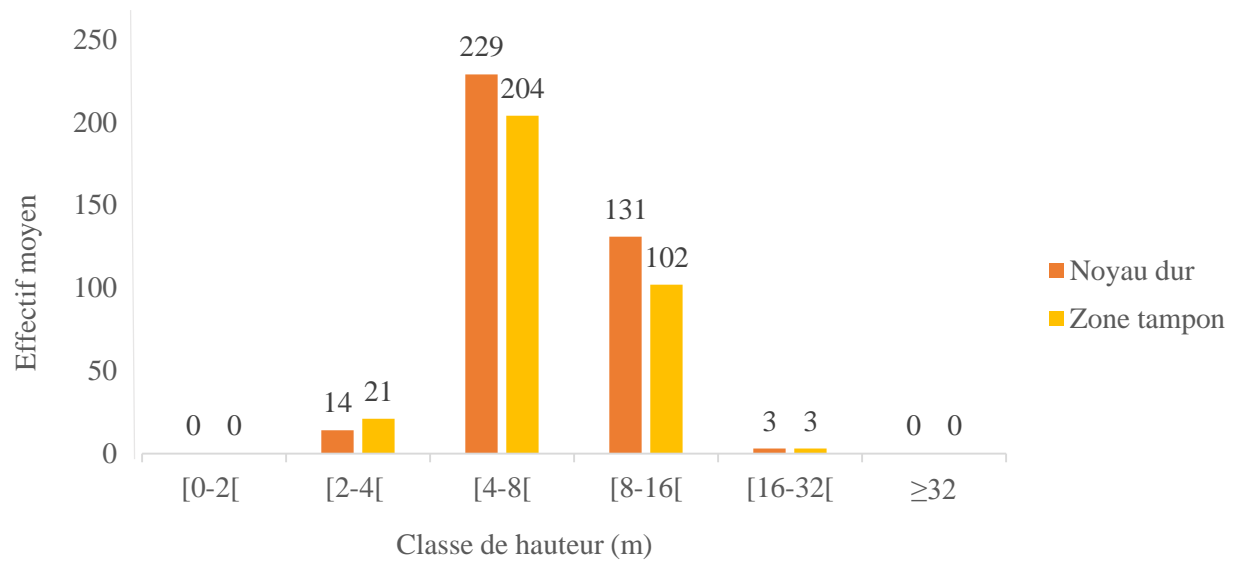


Figure 5: Histogramme de la répartition des arbres de chaque zone (Noyau Dur et Zone Tampon) selon la classe de hauteur

III.3.2- Répartition des arbres selon la classe de DBH dans le noyau dur et la zone tampon

Les plantes ayant un DBH de]2,5 – 5 cm] et]5 – 10 cm] sont abondantes dans les deux zones (41,7% pour le ND et 41,9 % pour le ZT pour]2,5 – 5] cm ; et 39,7% pour les deux zones pour]5 – 10] cm). Les plantes ayant un DBH]20 – 30] cm et > 30 cm sont les moins abondantes (2,4% pour les deux zones pour]20 – 30] cm et 0,4 % pour le ND et 0,6 % pour le ZT pour > 30 cm). Mais la répartition des plantes selon la classe de DBH est aussi similaire dans les deux zones (figure 5). Ceci est d'ailleurs statistiquement prouvé par le Test de Wilcoxon (W=13, p=1).

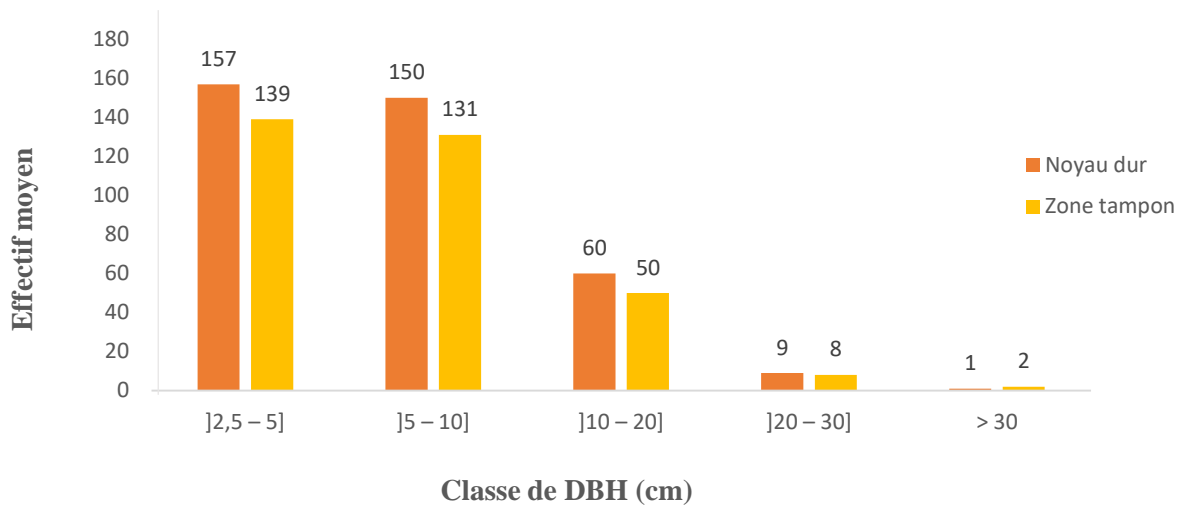


Figure 6: Histogramme de la répartition des arbres de chaque zone (Noyau Dur et Zone Tampon) selon la classe de DBH

III.3.3- Le recouvrement de la canopée

Concernant le pourcentage de couverture de la canopée, la moyenne de celui du noyau dur est de 64,2 % tandis que celui de la zone tampon est de 64,7 %. Les deux zones ont ainsi une canopée semi-ouverte. En comparant le degré de couverture de canopée de chaque transect dans le noyau dur et la zone tampon statistiquement, une différence non significative a été révélée (Test de Wilcoxon : $W=21$, $p=1$).

La structure de l'habitat des deux zones est donc homogène concernant la répartition des plantes en fonction de la classe de hauteur et de DBH et le degré de couverture de la canopée. L'hypothèse nulle stipulant l'uniformité de la structure végétale dans les deux zones est ainsi vérifiée.

III.4- Préférence écologique en terme d'habitat de *Avahi laniger*

Les caractéristiques des arbres supports de *Avahi laniger* et les plots botaniques réalisés dans les microhabitats de l'espèce ont permis d'évoquer ces préférences écologiques en termes d'habitat.

III.4.1- Caractéristique des plantes utilisées comme support par *Avahi laniger*

Les espèces utilisées comme support par *Avahi laniger*

Avahi laniger a été trouvé sur 20 espèces de plantes appartenant à 17 familles (Annexe 7). 6 groupes d'individus ont été trouvés sur *Eugenia emirnense* (Rotra), appartenant à la famille de MYRTACEAE ; 4 groupes sur *Pyrostria media* (Fatsikahitra), famille de RUBIACEAE, et aussi 4 groupes sur *Erythroxylum buxifolia* (Menahihy), famille de ERYTHROXYLACEAE. Sur les autres espèces de plantes restantes, 1,2 ou 3 groupes de *Avahi laniger* seulement ont été observés sur eux. Parmi ces espèces de plantes surtout celles qui *Avahi laniger* a utilisé comme support, il y a probablement des espèces de plantes consommées par l'espèce vu que ce sont des espèces folivores. Et les autres espèces de plantes peuvent aussi être utilisées par l'espèce pour le repos, le déplacement ou le toilettage.

Répartition de ces plantes par classe de hauteur et de DBH

82,92 % des individus ont été trouvés sur les arbres de hauteur [8-16 m [. L'espèce a été aussi trouvé sur les arbres de hauteur de [4-8[m et [16-32[m. Et aucun individu n'a été trouvé sur les arbres de hauteur [0-2[m, [2-4[m et ≥ 32 m. *Avahi laniger* peut se retrouver donc généralement sur les arbres ayant une hauteur ≥ 4 m.

Avahi laniger s'est retrouvé le plus fréquent sur les arbres ayant un DBH [5 – 10]cm (53,53 % de l'observation). Mais l'espèce s'est retrouvée également sur les arbres ayant un DBH > 5 cm.

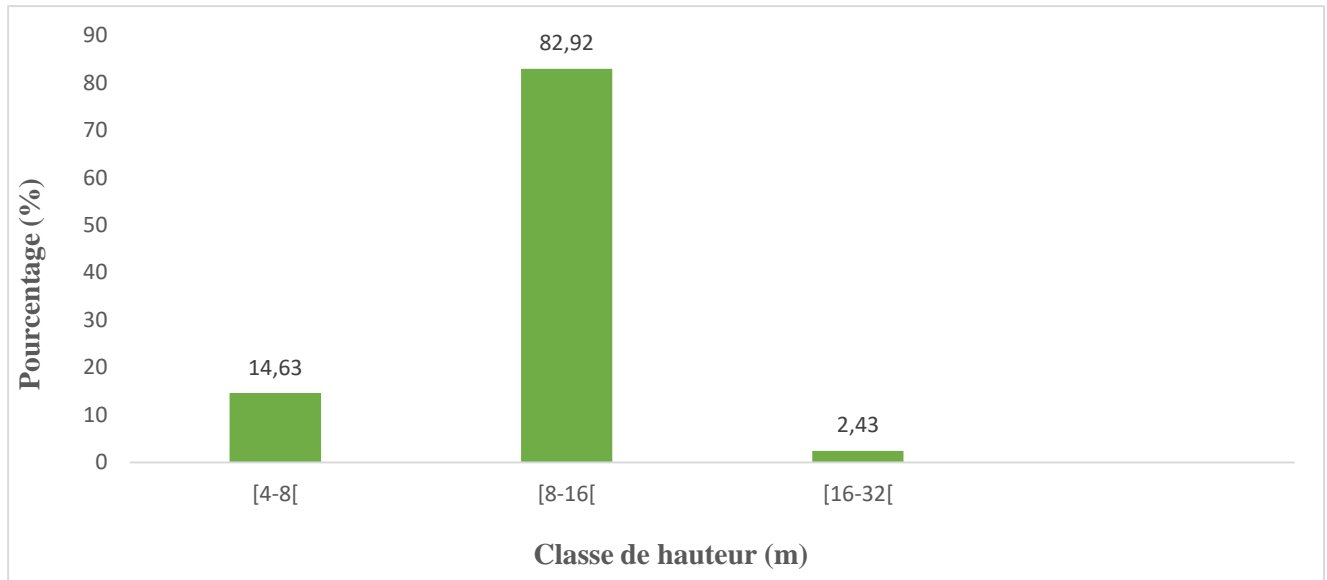


Figure 7: Histogramme montrant le pourcentage de la répartition des arbres supports de *Avahi laniger* selon la classe de hauteur

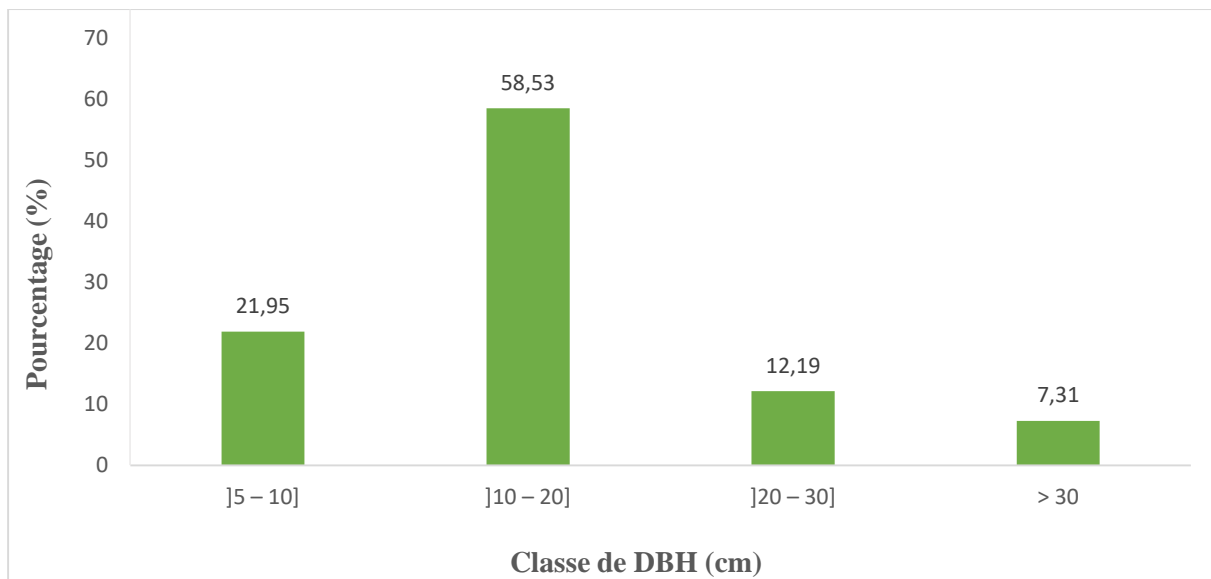


Figure 7: Histogramme montrant le pourcentage de la répartition des arbres supports de *Avahi laniger* selon la classe de DBH

Diamètre de la couronne des arbres

Avahi laniger s'est retrouvé sur les arbres ayant un diamètre de la couronne entre 1,5 m et 10m (Annexe). Mais la moyenne de ces diamètres de la couronne est de 4,5 m avec un écart-type de 1,66 m. Ce qui veut dire une large préférence en terme de diamètre de la couronne des arbres.

III.4.2- Caractéristique des micro-habitats de *Avahi laniger*

Degré de couverture de la canopée

La forêt de la NAP d'Ambohidray a en général une canopée semi-ouverte vu que le noyau dur aussi bien que la zone tampon ont aussi une canopée semi-ouverte. D'ailleurs, *Avahi laniger* préfère les zones avec une canopée semi-ouverte (70,73 % d'observation). Mais 21,96 % d'observations se sont trouvés également dans des zones ayant une canopée relativement ouverte (Figure 8) ; ceci peut être expliqué par le fait de trouver des individus de l'espèce sur les lisières : au bord des rizières, des routes, des zones dégradées.

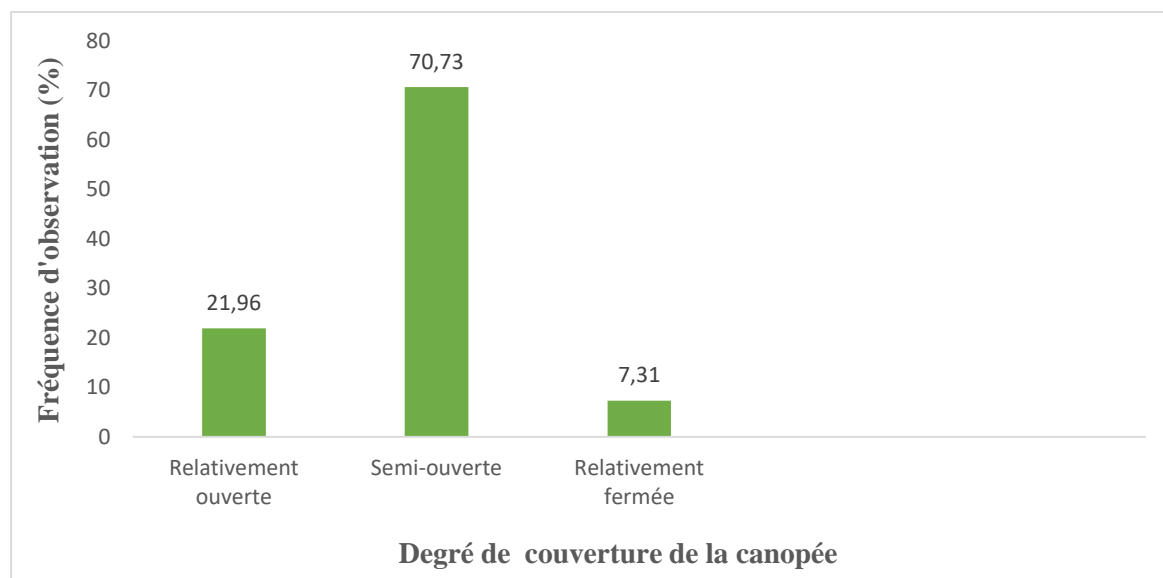


Figure 8: Histogramme montrant le degré de couverture de la canopée des micro-habitats de *Avahi laniger*

Position topographique de ces micro-habitats

74,41% des observations sont dans les versants allant de 980m à 1088m d'altitude. Mais *Avahi laniger* s'est retrouvé aussi dans les crêtes allant jusqu'à 1105m d'altitude et les vallées à 975m d'altitude minimum (18,6% et 7% d'observations). Ainsi, l'espèce peut se retrouver donc dans différents gammes d'altitude et dans les trois types de position topographique : vallée, crête et versant.

III.5- La relation entre les paramètres écologiques et la distribution spatiale de la population de *Avahi laniger*

Vu les résultats précédents, la population de *Avahi laniger* ne se distribue pas uniformément dans la partie Sud de la NAP d'Ambohidray. Elle préfère la zone tampon du noyau dur. Or une homogénéité de la structure de l'habitat entre ces deux zones a été aussi révélé. Aussi les résultats des tests de corrélation de Spearman et de Pearson n'ont montré qu'une très minime et une moyenne corrélation (Tableau 3). Ce sont la hauteur et le DBH des arbres qui influencent le plus l'abondance de l'espèce. Plus la moyenne de hauteur et de DBH dans les transects diminuent, plus les zones abritent plus d'individus. *Avahi laniger* préfère légèrement les micro-habitats avec des petits arbres. Les autres variables écologiques n'ont pas d'influence sur l'abondance de l'espèce.

Tableau 3: Corrélation entre l'abondance relative de *Avahi laniger* dans chaque transect avec les différentes variables écologiques prises en compte

Variabes	Test de corrélation	Coefficient de corrélation « rs »	Niveau de corrélation
Abondance des arbres supports	Spearman	0,08	Très faible corrélation de même sens
Degré de couverture de la canopée	Pearson	-0,07	Très faible corrélation de sens inverse
Hauteurs des arbres	Spearman	-0,43	Corrélation moyenne de sens inverse
DBH des arbres	Spearman	-0,35	Corrélation moyenne de sens inverse

IV. DISCUSSION

Densité de la population de *Avahi laniger*

La taille de la forêt semble agir comme un déterminant de la diversité des lémuriens (Ganzhorn *et al.*, 2000), alors que des facteurs à petite échelle comme la dégradation de l'habitat (Ganzhorn *et al.*, 1997 ; Herrera *et al.*, 2011 ; Knoop *et al.*, 2018) ou les effets de bordure (Harper *et al.*, 2005 ; Lehman *et al.*, 2006) peuvent influencer l'abondance des espèces donc la densité de leur population. Pour la population de *Avahi laniger* de la NAP d'Ambohidray, une densité de 138 individus/km² a été estimée.

Le genre *Avahi* a été souvent abondant dans son habitat par rapport aux autres espèces de lémuriens depuis le premier dénombrement des lémuriens réalisé par Petter et Petter-Rousseaux en 1964 dans la forêt de Mahambo, Est de Madagascar. 33 avahis contre 20 microcèbes et 6 cheirogales ont été dénombrés pour cette première tentative d'estimation des densités de peuplement des lémuriens malgaches. Cependant, cette densité estimée pour la NAP d'Ambohidry est très élevée par rapport à la plupart des travaux effectués par d'autres chercheurs aux alentours de la région centrale. Une étude réalisée par Rakotondratsimba et ses collaborateurs en 2013 a révélé une estimation de $13,37 \pm 2,55$ individus/ km² pour la population de *Avahi laniger* du site Ramsar de Torotorofotsy, région Alaotra-Mangoro. Une densité de $31,98 \pm 9,05$ individus/km² a été également estimée par Rakotomalala et ses collaborateurs en 2010 dans la Forêt Classée d'Ankadivory (Tsinjoarivo-Ambatolampy), du Domaine central du Haut Plateau. Ces deux précédentes études ont été calculées en utilisant la formule de Whitesides et ses collaborateurs (1988), un calcul se basant sur le même principe que la présente étude mais avec ESW est égale au moyenne de distance perpendiculaire. Pour la population de *Avahi laniger* de la réserve d'Ambodiriana Manompana, Nord Est de Madagascar, une densité de 41 individus/km² a été calculée en utilisant la même méthode que la présente étude (Sabin *et al.*, 2013). D'ailleurs, les densités de population de *Avahi laniger* répertoriées dans d'autres régions variant de 70 à 100 individus/ km² (Mittermeier *et al.*, 2010; Garbutt, 2007) ne dépassent pas celle d'Ambohidray. Il existe quand bien même certaines forêts qui abritent beaucoup plus de *Avahi laniger* que celle d'Ambohidray, comme celle de la forêt de transition de bonne qualité de Ambatovy-Analamay, Est de Madagascar qui a une densité de 232 individus/km² (Ralison, 2009).

Bref, la population de *Avahi laniger* de la NAP d'Ambohidray a une densité très élevée. Cependant, cette estimation n'est pas invraisemblable qui peut être prouvée par la rencontre très fréquente avec l'espèce sur les transects et sur les routes, constatée lors de la descente sur le terrain

pendant la présente étude (Raharinirina, H., observation personnelle). Certes, cette densité élevée de la population de *Avahi laniger* dans la NAP d'Ambohidray et cette variation de la densité dans les différentes aires protégées sont liées à la variation de la structure forestière ou à d'autres facteurs écologiques et/ou anthropogéniques.

Distribution spatiale des individus de la population de *Avahi laniger*

Des recherches rapportent que l'effet de bordure est observé quand les modifications de l'environnement physique des habitats de lisières ou proches des zones ouvertes de la forêt deviennent un milieu non propice à une population animale et limite son abondance (Murcia, 1995).

Pour la NAP d'Ambohidray, le noyau dur abrite moins d'individus de *Avahi laniger* par rapport à la zone tampon : 33 individus observés dans le noyau dur par rapport à 44 individus dans la zone tampon. Ceci montre une tolérance sinon une préférence de l'espèce étudiée pour la zone tampon qui est une zone beaucoup plus dégradée à canopée semi-ouverte et dans certains endroits complètement ouvertes (absence d'arbre), considérée aussi comme lisière pour l'étude. Donc *Avahi laniger* semble avoir une réponse positive pour les lisières. L'étude a même révélé que l'espèce habite plus fréquemment dans les zones plus proches des bordures.

Le résultat de cette étude est similaire pour les cas de *Avahi laniger* de l'aire protégée de Makira, et du site Ramsar de Torotorofotsy tous les deux se trouvant dans le Nord-Est de Madagascar. *Avahi laniger* n'est que moyennement menacée par les différentes pressions existantes dans ces forêts (Rakotondratsimba *et al.*, 2008, 2013). Il est de même pour la forêt primaire et la forêt secondaire régénérée après quelconque utilisation pour l'agriculture dans la forêt de corridor de Alan'Antanetivy à Manompana, Nord-Est de Madagascar. L'estimation des densités des lémuriens de ces forêts a révélé que *Avahi laniger* a une densité élevée dans la forêt secondaire que la forêt primaire : $48 \pm 12,24$ individus/km² contre $10 \pm 3,21$ individus/km² (Miller *et al.*, 2018). Cependant comparés à une étude faite par Lehmann et ses collaborateurs en 2006 dans la Forêt de Vohibola III, Est de Madagascar, *Avahi laniger* de la NAP d'Ambohidray présente une forte tolérance aux lisières par rapport à celui de cette forêt. Aucun effet de lisière a été trouvé chez la population de *Avahi laniger* de la Forêt de Vohibola III montré par une similarité de l'abondance de l'espèce dans les lisières et à l'intérieur de la forêt alors que pour la NAP d'Ambohidray, un effet plutôt positif est constaté.

En effet, des espèces de lémuriens sont sensibles et vulnérables aux changements de leurs niches écologiques, alors que d'autres peuvent s'adapter et résister à cette variation (Rakotondratsimba *et al.*, 2008). Et en général, *Avahi laniger* a pu s'adapter aux différentes perturbations humaines donc à habiter dans les lisières chez la NAP d'Ambohidray aussi bien chez certaines localités. Ce qui signifie l'existence des facteurs ou un ensemble de facteurs pouvant expliquer cette adaptation ou tolérance qui a changé en une préférence.

Caractéristique de l'habitat des deux zones étudiées : le noyau dur et la zone tampon

La variation d'abondance observée dans les aires de répartition des espèces est liée surtout aux réponses de fitness de l'espèce face à la variation des variables caractéristiques de son habitat (Martinez-Meyer *et al.*, 2013). Or, les résultats de la présente étude montrent que la structure de la végétation est similaire dans les deux zones : le noyau dur et la zone tampon. Les répartitions des arbres selon la hauteur et le DBH n'ont pas de différence significative pour les deux zones. Les deux zones ont également un même degré de couverture de la canopée, une canopée semi-ouverte.

La végétation est l'effet du milieu, en particulier du climat ; elle est un fait écologique (Emberger, 1971). Les deux zones d'étude, le noyau dur et la zone tampon subissent en général la même condition climatique vu qu'elles appartiennent à la même zone géographique. Donc la similarité de la structure de la végétation est très probable. Cependant, les modifications des facteurs abiotiques engendrées par les lisières à cause de l'accès d'utilisation de la zone tampon pour des activités économiques doivent provoquer des conséquences directes sur la structure et la composition des communautés végétales (Jules et Rathcke, 1999; Tomimatsu et Ohara, 2004; Verheyen et Hermy, 2004). Ce qui a incité à comparer la structure de la végétation du noyau dur et de la zone tampon et aucune différence n'a été constatée. De manière générale, les effets de lisière sont caractérisés par deux critères : leur magnitude ou amplitude et leur étendue spatiale ou profondeur d'influence (Chen *et al.*, 1995; Cancino, 2005; Harper *et al.*, 2005; Ewers & Didham, 2006b). La magnitude se définit par l'écart entre les valeurs minimale et maximale de la variable de réponse, mesurée de la bordure vers l'intérieur du bois. Et, la profondeur d'influence est la distance sur laquelle des changements de la variable de réponse sont observés. Par conséquent, soit les effets de lisière dans la NAP d'Ambohidray a une faible magnitude et profondeur d'influence

homogénéisant la structure végétale dans le noyau dur et la zone tampon. Soit, ils ont une grande ampleur, donc les conséquences de la perturbation anthropique parviennent dans le noyau dur.

La structure de l'habitat est uniforme dans la NAP d'Ambohidray. Cependant, la distribution spatiale des primates tels *Avahi laniger* et les autres espèces de lémuriens de la NAP d'Ambohidray (Annexe) montre une préférence d'une zone chez certaines espèces et de l'autre zone chez d'autres espèces. Ce qui veut dire l'existence probable d'autres effets indirects des lisières pouvant influencer la distribution des lémuriens.

Préférence écologique en terme d'habitat de la population de *Avahi laniger*

L'utilisation qu'un animal fait de son environnement est le cœur de l'étude de l'écologie animale précisément, les types d'aliments qu'il consomme et les variétés d'habitats qu'il occupe (Johnson, 1980). De nombreuses analyses descriptives ont été effectuées pour traiter les données sur l'utilisation de *Avahi laniger* de son environnement, aux fins de déterminer la "préférence."

Caractéristiques des plantes utilisées par *Avahi laniger* comme support

Les différentes espèces de plantes

Avahi laniger s'est retrouvé sur 20 espèces de plantes lors des observations (Annexe). Selon les études précédentes, 7 parmi ces 20 espèces s'avèrent être des plantes consommées par *Avahi laniger*. Ce dernier consomme les feuilles de *Eugenia emirnense* (Rotra) famille des MYRTACEAE, *Pyrostria media* (Fatsikahitra) famille des RUBIACEAE, *Erythroxylum buxifolia* (Menahihy) famille des ERYTHROXYLACEAE, *Vepris* sp. (Ampody) famille des RUTACEAE, *Harungana madagascariensis* (Harongana) famille des CLUSIACEAE, *Cryptocaria crassinoides* (Tavolo) LAURACEAE et *Dombeya lucida* (Hafotra) famille des MALVACEAE (Harcourt, 1991 ; Ganzhorn *et al.*, 1985 ; Faulkner et Lehman, 2005). *Harungana madagascariensis* est d'ailleurs l'espèce la plus consommée par *Avahi laniger*, considérée comme nourriture de base de cette espèce (Harcourt, 1991). 4 autres espèces trouvées dans la NAP d'Ambohidray font aussi parti du régime alimentaire de l'espèce étudiée selon également les deux précédentes études. Il s'agit de *Gaertnera madagascariensis* (Mararidehoatra) famille des RUBIACEAE, *Ocotea cymosa* (Varongy) famille des LAURACEAE, *Dombeya* sp. (Hafotra) famille des MALVACEAE et *Ficus baronii* (Voara) famille des MORACEAE. Les autres espèces de

plantes peuvent être utilisées par l'espèce pour le repos ou juste pour le déplacement. Mais certaines espèces peuvent également faire parties du régime alimentaire de *Avahi laniger* mais cela nécessite une étude approfondie du comportement alimentaire de l'espèce.

Hauteur, DBH et diamètre de la couronne de ces plantes utilisées comme support

Avahi laniger utilise fréquemment les arbres ayant une hauteur [8-16 m [, 82,92 % des observations. Les arbres ayant cette classe de hauteur sont aussi abondants dans les deux zones, environ 30% des arbres ayant une CHP supérieur à 10cm. Ces plantes appartiennent à une gamme de DBH différente, mais seulement supérieur à 5cm. Le diamètre de la couronne de ces plantes varie aussi largement, 1,5 à 10 m. *Avahi laniger* se repose pendant la journée dans un arbre de 3 à 13 m de hauteur, avec un DBH entre 7 à 19 cm et une couronne de 2,5 à 5 cm de diamètre. Cependant, pendant ses activités nocturnes, il peut se trouver sur des arbres beaucoup plus grands allant jusqu'à 17m de hauteur, de 78 cm de DBH et une couronne de 10 m de diamètre (Annexe 10).

Les études antérieures mentionnent que *Avahi laniger* se repose pendant la journée sur le tronc vertical supporté par une fine branche d'un arbre de 2 à 9 m de hauteur avec une couronne de 1 à 8 m de diamètre. (Ganzhorn, 1985 ; Harcourt, 1990). Les plantes consommées par l'espèce sont en général de 2 à 9 m également, mais avec une couronne de 1 à 5 m de diamètre (Harcourt, 1990). L'étude faite par Ganzhorn en 1989 indique que les arbres sur lequel *Avahi laniger* peuvent se retrouver ont un DBH moyenne de 15, 62 cm, de hauteur moyenne de 9,17 et de couronne moyenne de 3,11 m de diamètre. Les arbres utilisés comme supports par *Avahi laniger* dans la NAP d'Ambohidray n'ont pas des caractéristiques particulières ; elles sont similaires à celles d'autres localités.

Caractéristiques des micro-habitats de *Avahi laniger*

Avahi laniger préfère en général les zones ayant une canopée semi-ouverte pour la NAP d'Ambohidray. C'est aussi la moyenne du degré de couverture de canopée des deux zones. La méthode photographique utilisant le logiciel Canopydigi donne une meilleure estimation du degré de couverture de canopée. Mais ce qui peut légèrement fausser les résultats c'est le défaut sur les prises d'images sur le terrain. Une distance régulière entre l'appareil et la canopée à prendre en photo est nécessaire. Or 60% des arbres ayant une CHP \geq 10cm pour la forêt de la NAP d'Ambohidray ont une hauteur [4-8[m, sans considérer les arbres ayant une CHP inférieure à 10 cm avec une variation de la topographie allant de

900 à 1052 m. Ces faits rendent les prises de photos difficiles. Cependant, les résultats trouvés sont très probables vu le haut niveau de fragmentation des forêts de l'aire protégée.

Avahi laniger peut se trouver dans les vallées, les crêtes ou bien dans les versants, mais pendant la journée, il se repose seulement dans les versants dans la NAP d'Ambohidray (Annexe 10). Cela peut être due au fait que les crêtes et les vallées de l'aire protégée sont bordées par les routes, les rizières et les peuplement d'*Eucalyptus* (Observation personnelle), donc plus proches des perturbations anthropiques. Ce qui veut dire que pendant ses activités, *Avahi laniger* se retrouve près des bordures tandis qu'il se réfugie à l'intérieur des forêts pour se reposer le jour.

La relation entre les paramètres écologiques et la distribution spatiale de la population de *Avahi laniger*

Une niche écologique est ce qui décrit l'écologie d'une espèce, ce qui peut signifier son rôle dans l'écosystème et son habitat. Il existe donc obligatoirement des facteurs influençant la présence, l'absence ou l'abondance d'une telle espèce dans une zone particulière que ce soit écologiques ou anthropogéniques. Les paramètres écologiques prises n'ont pas d'influence étroite avec la distribution spatiale de la population de *Avahi laniger* vu que la structure de l'habitat est similaire. Cette préférence écologique est liée à son régime alimentaire, à ses exigences concernant aux différents caractéristiques de l'habitat, mais aussi aux autres facteurs tels que la compétition interspécifique pour la nourriture et l'occupation spatiale, à la prédation et au niveau d'adaptation des différentes perturbations humaines.

Les lisières sont plus exposées à la lumière que l'intérieur du bois, la température de l'air varie de 1 à 3°C entre la lisière et l'intérieur du bois (Jose *et al.*, 1996) modifiant la qualité des feuilles, nourritures des espèces folivores. Lehman et ses collaborateurs en 2006 ont mis comme hypothèse que la qualité des feuilles des lisières de la forêt de Vohibola III est meilleure que celle de l'intérieur de la forêt. Cela est justifié par le fait que l'intensité lumineuse qui entre dans les forêts près des lisières est plus élevée que dans l'intérieur de la forêt. Et la photosynthèse augmente avec cette intensité permettant les feuilles d'élaborer beaucoup plus d'amidons et de protéines. Et cela est également probablement évident pour la NAP d'Ambohidray.

La nocturnité des espèces peut être la conséquence des compétitions interspécifiques pour la nourriture (Charles-Dominique, P., 1975). Les deux espèces d'Indriidae folivores, *Avahi laniger* et *Indri indri* utilisent des micro-habitats similaires pour se nourrir et se reposer (Ganzhorn, 1989). Elles peuvent

donc cohabiter ensemble grâce à la différence de leurs rythmes d'activités. Mais, 4 individus de *Lepilemur edwardsi* ont été observés dans le noyau dur lors des observations. C'est une espèce nocturne et folivore comme *Avahi laniger*, c'est d'ailleurs le seul lémurien nocturne folivore sympatrique avec *Avahi laniger* (Porter, 1995). Les études de Ganzhorn (1985) montrent que les lépilémurs ne sont pas capables de vivre dans une forêt très exploitée à cause de l'absence des supports nécessaires d'un arbre à un autre. Donc *Avahi laniger* pourrait donc aussi vouloir éviter la concurrence et se rendre vers des habitats plus fragmentés donc dans les lisières. Une similarité de la structure de l'habitat du noyau dur et de la zone tampon a été observée mais cela n'empêche que la zone tampon possède des habitats plus fragmentés à cause de la présence des zones dégradées, des rizières, et des peuplements d'*Eucalyptus*. En plus, il y a aussi la compétition sur la qualité de la nourriture entre ces deux espèces qui est mesurée par le rapport entre la teneur en protéines et la teneur en fibres contenus dans les feuilles (Ganzhorn, 1993). Ce qui exige *Avahi laniger* à se rendre vers les lisières.

Aussi la NAP d'Ambohidray est très petite, 1241 ha, or la densité de la population d'*Avahi laniger* est très élevée pour la NAP, ainsi la taille de la population est très élevée. Cette tolérance aux différents types d'habitat y compris les lisières peut être aussi due à la compétition intra-spécifique chez l'espèce. Il existe une sorte de compétition territoriale entre les différents groupes, ceci est prouvé lors de l'étude comportementale de l'espèce réalisée par Harcourt en 1990 qui concluent que lorsqu'un groupe rencontre un autre groupe, tous les individus de deux groupes émettent des cris interprétés comme cris d'alarmes selon Petter et Charles-Dominique (1979). Ceci incite probablement l'espèce à s'adapter à différents sortes d'habitat, à tolérer toutes sortes de perturbations humaines et donc habiter dans les lisières.

Enfin, la prédation est une des principaux facteurs influençant la distribution des espèces. Le prédateur le plus connu de *Avahi laniger* est *Accipiter henstii* (ou vautour de Henst) (Harcourt *et al.*, 1990 ; Goodman *et al.*, 1993). Le prédateur qui pourrait éventuellement être capable d'attraper *Avahi laniger* est le fossa (*Cryptoprocta ferox*) qui est probablement présent dans la NAP selon les communautés locales et aussi selon des bruits entendus lors des observations. Rasolonandrasana (1994) a indiqué qu'en termes de pourcentage de biomasse, les lémuriens étaient le taxon prédominant dans le régime alimentaire des fossas. Mais ceci nécessite une autre étude approfondie.

Ces différents facteurs expliquent la préférence de *Avahi laniger* pour la zone tampon, et un effet positif de bordure et aussi la forte densité de sa population dans la NAP d'Ambohidray, une aire protégée composée de forêts très fragmentées.

CONCLUSION

L'objectif de la présente étude a été d'apporter des connaissances sur la bio-écologie de *Avahi laniger* de la NAP d'Ambohidray. Elle consiste à donner une estimation de la densité de la population, à déterminer la répartition spatiale des individus, à évoquer les préférences écologiques en terme d'habitat de *Avahi laniger* et à déterminer la réponse de l'espèce à l'effet de lisière.

Les travaux ont été effectués dans deux zones d'échantillonnage, le noyau dur et la zone tampon de l'aire protégée dont la végétation a été caractérisée en collectant les données écologiques dans les plots botaniques installés. Des investigations diurnes et nocturnes ont été menées dans la forêt de la NAP d'Ambohidray en suivant les lignes des transects élaborées pour dénombrer l'espèce cible et pour trouver ses microhabitats afin d'en déduire ses préférences écologiques en terme d'habitat.

Au total, 74 individus de *Avahi laniger* ont été observés dont 30 dans le noyau dur et 44 dans la zone tampon permettant d'estimer une densité de 138 individus/km². Cette étude a montré donc que *Avahi laniger* a une préférence pour la zone tampon de l'aire protégée. Ainsi, l'hypothèse nulle stipulant la répartition uniforme des individus n'est pas vérifiée, malgré la même structure végétale dans les deux zones d'échantillonnage. Concernant, la préférence écologique en terme d'habitat de l'espèce, elle est large, l'espèce peut se retrouver dans différents gommages d'habitat, elle est ainsi omniprésente. La similarité de la structure végétale du noyau dur et de la zone tampon et l'hétérogénéité de l'abondance relative dans les deux zones indiquent l'existence des paramètres qui influencent cette distribution dans chaque transect. Mais les résultats montrent qu'il n'y a que des très faibles et moyennes corrélations entre l'abondance de l'espèce et les paramètres écologiques prises en compte. Cependant, l'hypothèse nulle stipulant l'existence d'une corrélation entre certaines variables écologiques et la distribution de l'espèce est donc vérifiée. Les variables de l'habitat qui influencent le plus la distribution de *Avahi laniger* dans l'aire protégée sont les hauteurs et les DBH des arbres. Et enfin, l'influence de lisière chez la population de *Avahi laniger* est neutre, l'espèce peut se retrouver tant les bords des lisières qu'à l'intérieur des forêts.

Ainsi, de par ces informations, cette étude constitue une base pour des recherches approfondies sur l'écologie de l'espèce, l'évaluation spatio-temporelle de sa population et les conséquences de la fragmentation de son habitat. Elle permet également d'aider à la prise de décision concernant la conservation. Par conséquent, les études ultérieures devraient s'orienter vers des études beaucoup plus

approfondies de la structure de la population de *Avahi laniger* en fonction de la classe d'âge et du sex-ratio et une étude comportementale de l'espèce. En outre, il serait également nécessaire de faire une étude de distribution spatiale des individus de *Avahi laniger* et des autres espèces de lémuriens dans la zone écotouristique de l'aire protégée permettant de construire des circuits touristiques. D'ailleurs autres études sur les autres espèces de lémuriens de la NAP d'Ambohidray telles que les *Propithecus diadema*, *Indri indri*, *Eulemur fulvus* et *Microcebus lehilahytsara* sont déjà actuellement en cours. Ces études concernent sur les contraintes écologiques de ces quatre espèces de lémuriens en étudiant les conséquences du système d'utilisation des terres par les communautés locales sur la santé de la population de ces lémuriens.

Même si *Avahi laniger* a pu s'adapter aux fragmentations de l'habitat, d'autres espèces de lémuriens ou d'autres espèces faunistiques endémiques ne pourraient probablement pas. Donc afin de préserver la forêt de la NAP d'Ambohidray, des campagnes de sensibilisations pour stopper les feux de brousses, l'orpaillage les chasses aux lémuriens se déroulant même dans le noyau dur de l'aire protégée (Annexe), et des projets d'éducation environnementale doivent être menées. Afin d'y parvenir, ces actions doivent montrer aux communautés locales l'intérêt de la conservation de la forêt et ses composantes par les services écologiques qu'elles leurs offrent et l'atout économique que ces lémuriens peuvent apporter.

REFERENCES CITEES

- Albignac, R., 1981.** Variabilité dans l'organisation territoriale et l'écologie de *Avahi laniger* (Lémurien nocturne de Madagascar). *Compte rendu, Académie Science Paris*, 292 Série III : 331-334.
- Andriamalala, G. & Gardner, C. J. 2010.** L'utilisation du dina comme outil de gouvernance des ressources naturelles : leçons tirés de Velondriake, sud-ouest de Madagascar. *Tropical Conservation Science*, 3 (4): 447-472.
- Andriantompohavana, R., Lei, R., Zaonarivelo, J. R., Engberg, S. E., Nalanirina, G., McGuire, S. M., et al. 2007.** Molecular phylogeny and taxonomic revision of the woolly lemurs, genus *Avahi* (Primates : Lémuriformes). Museum of Texas Tech University. *Special Publication*, 51: 1-59.
- Beaucent, S., Fayolle, M. 2007.** Étude de la communauté de lémuriens de la forêt d'Ambodiriana, Nord-Est Madagascar. *Lemur News*,13: 28-32.
- Braun-Blanquet, J., 1965.** The study of plant communities. In *Plant sociology*. p. 439. Masson, New York and London.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., Thomas, L. 2001.** Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, USA.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R., Laake, J. L. 1980.** Estimation of density from line transects sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*,72: 3-202.
- Charles-Dominique, P., 1975.** Ecology and Behaviour of Nocturnal Primates. Columbia Univ. Press, New York.
- Dengler, J., 2017.** Phytosociology. In *The International Encyclopedia of Geography*, eds. D. Richardson, N. Castree, M.F. Goodchild, A. Kobayashi, W. Liu, R.A. Marston. John Wiley & Sons, Ltd.
- Emberger, L., Godron, M., Daget, P. 1968.** Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. CNRS. Paris. 292p.
- Faramalala, M. H., et Rajeriarison, C., 1999.** Nomenclature des formations végétales de Madagascar. p.43. ANGAP et Conservation Internationale, Madagascar.

- Faulkner, A. 2005.** The relationship between leaf chemistry and feeding patterns in a small-bodied nocturnal primate (*Avahi laniger*). M. Sc. Thesis, University of Toronto, Toronto.
- Fowler, S. V., Chapman, P., Checkley, D., Hurd, S., McHale, M., Ramangason, G.-S., et al. 1989.** Survey and management proposals for a tropical deciduous forest reserve at Ankarana in northern Madagascar. *Biological Conservation*, 47: 297-313.
- Ganzhorn, J. U. 1989.** Niche separation of seven lemur species in the eastern rainforest of Madagascar. *Oecologia*, 79: 279-286.
- Ganzhorn, J.U. 1993.** Flexibility and Constraints of *Lepilemur* Ecology. In Lemur Social Systems and Their Ecological Basis, eds P.M. Kappeler & J.U. Ganzhorn, pp 153-165. Plenum Press, New York.
- Ganzhorn J. U., Abraham J. P., Razanahoera Rakotomalala M. 1985.** Some aspects of the natural history and Food selection of *Avahi laniger*. *Primates*, 26 (4): 452- 463.
- Ganzhorn, J. U., Andrianasolo, T., Andrianjazalahatra, T., Donati, G., Fietz, J., Lahann, P. & Norscia, I. E. A. 2007.** Lemurs in evergreen littoral forest fragments. In Biodiversity, ecology and conservation of littoral ecosystems in southeastern Madagascar, eds. J. U. Ganzhorn, S. M. Goodman & M. Vincelette, pp. 223-236. Smithsonian Institution, Washington D.C.
- Ganzhorn, J.U., Konstant, W.R., Glander, K., Tattersall, I., Groves, C., Rylands, A.B., Hapke, A., Ratsimbazafy, J., Mayor, M.I., Louis Jr, E.E., Rumpler, Y., Schwitzer, C., Rasoloarison, R.M. 2008.** Lemur Diversity in Madagascar. *International Journal of Primatology*, 29: 1607-1656.
- Goodenough, A. E. & Goodenough, A. S. 2012.** Development of a rapid and precise method of digital image analysis to quantify canopy density and structural complexity. *ISRN Ecology*, 2012: 11.
- Goodman, S. M., O'Conner, S., Langrand, O., 1993.** A review of predation on lemurs: Implications for the evolution of social behavior in small, nocturnal primates. In Lemur Social Systems and their Ecological Basis. eds Kappeler, P. M. & Ganzhorn, J. U. pp. 51-66. Plenum Press, New York.
- Fowler S. V., Chapman P. D., Checkley S., Hurd M., Mc Hale G., Ramangason J. E., et al. 1989.** Survey Management Proposals for Tropical Deciduous Forest Reserve at Ankerana in Northern Madagascar. *Biological Conservation*, 47: 297-313.

- Harcourt, A.H., 1987.** Dominance and fertility among female primates. *Journal of Zoology*, 213: 471-487.
- Harcourt, C. S., 1991.** Diet and Behaviour of a nocturnal lemur, *Avahi laniger*. *The wild Journal of Zoology*, 223: 667-674.
- Harcourt, C. S., Thornback J. 1990.** Lemurs of Madagascar and the Comoros: The IUCN Red Data Book. Cambridge, U.K.: IUCN.
- Harper, K. A., Mascarua-Lopez, L., Macdonald, S. E. & Drapeau, P. 2007.** Interaction of edge influence from multiple edges: examples from narrow corridors. *Plant Ecology*, 192: 71-84.
- Herndon, N. 1988.** Sauvons les lémuriens, Topic, n° 179, pp. 57-59.
- Humbert, H. & Cours Darne, G. 1965.** Notice de la carte de Madagascar. *Institut français de Pondichéry. Travaux de la Section Scientifique et Technique*. Hors-série, 6.
- Jenkins, R. K. B., Keane, A., Rakotoarivelo, A. R., Rakotomboavonjy, V., Randrianandrianina, F. H., Razafimanahaka, H. J., Ralaiarimalala, S. R., Jones, J. P. G. 2011.** Analysis of patterns of bushmeat consumption reveals extensive exploitation of protected species in eastern Madagascar. *PloS one*, 6 (12), e27570.
- Joly, M. 2011.** Tsidy, Rehapaka sy Fotsife: 15 years research on nocturnal lemurs in the Ankarafantsika National Park, Madagascar. *Revue de primatology*, 3: 1-18.
- Kappler, P. M. 1991.** Patterns of sexual dimorphism in body weight among prosimian primates. *Folia Primatology*, 57: 132-146.
- Klopfer P. H., Boskoff K. J. 1979.** Maternal behaviour in prosimian. In *The Study of Prosimian Behavior*, eds. G.A. Doyle & R.D. Martin, pp. 123-157. Academic Press: New York.
- Lehman, S. M., Rajaonson, A. & Day, S. 2006.** Edge effects and their influence on lemur density and distribution in Southeast Madagascar. *American journal of physical Anthropology*, 129: 232-241.
- Lehman, S. M., Wright, P.C. 2000.** Preliminary description of the conservation status of lemur communities in the Betsakaf- andrika region of eastern Madagascar. *Lemur News*, 5: 23-25.

- Lei, R., Engberg, S. E., Andriantompohavana, R., McGuire, S. M., Mittermeier, R. A., Zaonarivelo, J. R., et al. 2008.** Nocturnal lemur diversity at Masoala National Park. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, 53: 1-41.
- Marshall, A. R., Lovett, J. C., White, P.C.L. 2008.** Selection of line transect methods for estimating the density of group living animals lessons from the primates. *American Journal of Primatology*,70: 452-462.
- Matlack, G. R. 1994.** Vegetation dynamics of the forest edge - Trends in space and successional time. *Journal of Ecology*, 82: 113-123.
- Miller, A., Mills, H., Ralantoharijaona,T., Andriaholinirina, V. N., Misandeau, C., Chikhi, L., Bencini, R., Salmona, J. 2018.** Forest Type Influences Population Densities of Nocturnal Lemurs in Manompana, Northeastern Madagascar. *International Journal of Primatology*, 39(4), 646-669.
- Mittermeier, R. A., Ganzhorn, J. U., Konstant, W. R., Glander, K., Tattersall, I., Groves, C. P., Rylands, A. B., Hapke, A., Ratsimbazafy, J., Mayor, M.I., Louis Jr, E.E., Rumpler, Y., Schwitzer, C. & Rasoloarison, R. M. 2008.** Lemur diversity in Madagascar. *International Journal of Primatology*, 29 (6): 1607-1656.
- Mittermeier, R. A., Louis, E. E., Richardson, M., Schwitzer, C., Langrand, O., Rylands, A., Hawkins, F., Rajaobelina, S., Ratsimbazafy, J., Rasoloarison, R., Roos, C., Kappeler, P.M. &MacKinnon, J. 2010.** Lemurs of Madagascar: Third Edition. Conservation International, Washington, DC.
- Mittermeier R. A., Tatersall W. R., Konstant, W. R., Meyers D.M. & Mast R. B. 1994.** Lemur of Madagascar. Conservation International, Washington, DC.
- Murcia, C. 1995.** Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree*, 10 (2): 58-62.
- Paletto, A. & Tosi, V. 2009.** Forest canopy cover and canopy closure: comparison of assessment techniques. *European Journal of Forest Research*, 128: 265-272.
- Pearson, R. G. & Raxworthy, C. J. 2009.** The evolution of local endemism in Madagascar: Watershed versus climatic gradient hypotheses evaluated by null biogeographic models. *Evolution*, 63-4: 959-967.

Petter J. J., Albignac R. & Rumpler, Y. 1977. Mammifères Lémuriens (Primates prosimiens). Faune de Madagascar n° 44. ORSTOM – CNRS, Paris.

Petter, J. J. & Charles-Dominique P. 1979. Vocal communication in prosimians. In *The Study of Prosimian Behavior*, eds. G.A. Doyle & R.D. Martin, pp. 247-306. Academic Press: New York.

Petter, J.J. & Petter-Rousseaux, A. 1958. Les lémuriens malgaches et leur protection. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*, hal-03531679 : 45-68.

Petter, J.J. & Petter-Rousseaux, A. 1964. Première tentative d'estimation des densités de peuplement des Lémuriens malgaches. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*, hal-03531544 : 427-435.

Piessens, K., Honnay, O., Devlaeminck, R. & Hermy, M. 2006. Biotic and abiotic edge effects in highly fragmented heathlands adjacent to cropland and forest. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 114: 335-342.

Pollock, J. 1987. Etat de conservation et distribution des Lémuriens dans les forêts de L'Est de Madagascar. In *Priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar*, eds. R.A. Mittermeier, L.H. Rakotavao, V. Randrianasolo, E.J. Sterling, D. Devitre, pp.63-69. Antananarivo, Madagascar.

Porter, L., 1995. Influence sur la distribution du lémurien sportif dans le Parc National de Ranomafana. Programme de Doctorat en Sciences Anthropologique SUNY Stony Brook, Département d'Anthropologie, Stony Brook, New York.

Potts, K. B., Watts, D. P. & Wrangham, R. W. 2011. Comparative feeding ecology of two communities of chimpanzees (*Pan troglodytes*) in Kibale National Park, Uganda. *International Journal of Primatology*, 32 : 669- 690.

Rakotondravony, R. & Rabenandrasana, M. 2011. Inventaire des lémuriens dans la zone de Pointe à Larrée, Soanierana Ivongo, Région Analanjirifo, Madagascar : implication pour la conservation. *Lemur News*, 16 : 43-49.

Ranney, J. W., Bruner, M. C. & Levenson, J. B. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. In: *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*, eds. R. L. Burgess & D. M. Sharpe, pp. 67-95. New York, USA: Springer Verlag.

Rasolonandrasana, B. P. N. 1994. Contribution a` l`étude de l`alimentation de *Cryptoprocta ferox* Bennett (1833) dans son milieu naturel. D.E.A. thesis, Universite d`Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.

Razanahoera Rakotomalala, M., 1981. Les adaptations alimentaires comparées de 2 lémuriens folivores sympatriques : *Avahi* (Jourdan, 1834), *Lepilemur* (Geoffroy, 1851). Unpublished PHD Thesis University of Antananarivo, Madagascar.

Rothe, P. L., 1964. Régénération naturelle en forêt tropicale : le *Dipterocarpus dyeri* (vau) sur le versant cambodgien du golfe de Siam. *Bois et Forêt des Tropiques*, 8. pp. 386-397.

Rumpler, Y., et al., 1990. Chromosomal evolution in Malagasy lemurs, XII chromosomal banding study of *Avahi laniger occidentalis* (syn: *Lichanotus laniger occidentalis*) and cytogenetic data in favor of its classification in a species apart- *Avahi occidentalis*". *American Journal of Primatology*, 21(4) : 307-316.

Sabin, E., Delarue, C., Misandeau, C., Besse, P., Salmona, J., Chikhi, L. 2013. Taille de la population d`*Avahi laniger* dans la réserve d`Ambodiriana-Manompana, Nord-est de Madagascar. *Lemur News*, 17: 70-72.

Salmona, J., Rasolondraibe, E., Jan, F., Besolo, A., Rakotoarisoa, H., Viana-Meyler, S., Wohlhauser, S. Rabarivola, C., Chikhi, L. 2014. Conservation status and abundance of the Crowned Sifaka (*Propithecus coronatus*). *Primate Conservation*, 28: 73-83.

Tattersall, I. 1982. The Primates of Madagascar. Columbia University Press, New York.

Tattersall I., And Sussman R. W. 1975. Observations on the ecology and behaviour of the mongoose Lemur *Lemur mongoz mongoz* Linnaeus (Primates, Lemuriformes) at Ampijoroa, Madagascar. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*, 52 (4): 195-216.

Thalmann, U., & Geissmann, T. 2000. Distribution and geographic variation in the western woolly lemur (*Avahi occidentalis*) with description of a new species (*A. unicolor*). *International Journal of Primatology*, 21: 915-941.

Thalmann, U., & Geissmann, T. 2005. New species of woolly lemur *Avahi* (Primates: Lemuriformes) from Bemaraha (Central Western Madagascar). *American Journal of Primatology*, 67: 371-376.

Terborgh, J., Janson, C.H. 1986. The socioecology of primate groups. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 17: 11-35.

Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R. B., Marques, T. A., Bumham, K. P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47: 5-14.

Viana-Meyler, S., Salmona, J., Ibouroi, M.T., Besolo, A., Rasolondraibe, E., Radespiel, U., Rabarivola, C., Chikhi, L. 2012. Density estimates of two endangered nocturnal lemur species from Northern Madagascar: new results and a comparison of commonly used methods. *American Journal of Primatology*, 74: 414-422.

Zaramody, A., Fausser, J.L., Roos, C., Zinner, D., Andriaholinirina, N., Rabarivola, C., et al. 2006. Molecular phylogeny and taxonomic revision of the eastern woolly lemurs (*Avahi laniger*). *Primate Report*, 74: 9-22.

ANNEXES

Annexe 1 : Position systématique et noms vernaculaires de *Avahi laniger*

REGNE : ANIMALIA

EMBRANCHEMENT : VERTEBRATA

CLASSE : MAMMIFERA

ORDRE : PRIMATES (Linnaeus, 1758)

SOUS ORDRE : STREPSIHRINI (Illiger, 1758)

INFRA ORDRE : LEMURIFORMES (Gregory, 1915)

SUPER FAMILLE : INDRIOIDEA (Mivart, 1864)

FAMILLE : INDRIIDAE (Burnett, 1828)

SOUS FAMILLE : INDRIINAE (Burnett, 1828)

GENRE : *Avahi* (Jourdan, 1834)

ESPECE : *laniger* (Gmelin, 1788)

Noms vernaculaires

Malgache : Fotsife, Avahy, Fotsiefaka, Ampongy

Anglais : Eastern woolly lemur

Français : Avahi laineux orientale

Annexe 2 : Liste des espèces faunistiques appartenant à ces 5 groupes taxinomiques (Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Micromammifères, Primates) rencontrées dans la partie Sud de la NAP d’Ambohidray avec leur statut de conservation des espèces selon l’UICN (LC : moins préoccupante, NT : quasi-menacée, VU : vulnérable, CR : En danger critique)

Groupe taxinomique	Famille	Espèce	Statut (IUCN)
Primates	INDRIIDAE	<i>Avahi laniger</i>	VU
		<i>Indri indri</i>	CR
		<i>Propithecus diadema</i>	CR
	LEMURIDAE	<i>Eulemur fulvus</i>	VU
		<i>Hapalemur griseus</i>	VU
	LEPILEMURIDAE	<i>Lepilemur edwarsi</i>	
CHEIROGALEIDAE	<i>Microcebus sp.</i>	***	
Amphibiens	MANTELLIDAE	<i>Boophis idae</i>	LC
		<i>Guibemantis liber</i>	LC
Reptiles	CHAMAELEONIDAE	<i>Brookesia therezieni</i>	LC
		<i>Brookesia thieli</i>	LC
		<i>Calumma nasutum</i>	LC
	GEKKONIDAE	<i>Ligodactylus guibei</i>	NT
		<i>Uroplatus sikorae</i>	LC
Micromammifères	MURIDAE	<i>Eliurus tanala</i>	LC
		<i>Eliurus majori</i>	LC
		<i>Eliurus webbi</i>	LC
		<i>Rattus rattus</i>	LC
	NESOMYIDAE	<i>Nesomys rufus</i>	LC
Oiseaux	ACCIPITERIDAE	<i>Buteo brachypterus</i>	LC
		<i>Polyboroides radiatus</i>	LC
	ALCEDINIDAE	<i>Alcedo atthis</i>	LC
	BERNIERIDAE	<i>Bernieria madagascariensis</i>	LC
		<i>Randia pseudozosterops</i>	LC
		<i>Xanthomixis zosterops</i>	LC
	CAMPEPHAGIDAE	<i>Coracina cinerea</i>	LC
	CAPRIMULGIDAE	<i>Caprimulgus</i>	LC
		<i>madagascariensis</i>	
	CISTICOLIDAE	<i>Neomixis tennela</i>	LC
	COLUMBIDAE	<i>Nesoenas picturatus</i>	LC
		<i>Streptopelia picturata</i>	LC
	CUCULIDAE	<i>Cuculus rochii</i>	LC
		<i>Centropus toulou</i>	LC
		<i>Coua caerulea</i>	LC
		<i>Coua reynaudii</i>	LC
	DICRURIDAE	<i>Dicrurus forficatus</i>	LC
MEROPIDAE	<i>Merops superciliosus</i>	LC	
MONARCHIDAE	<i>Terpsiphone mutata</i>	LC	

	NECTARINIIDAE	<i>Nectarinia souimanga</i>	LC
	PLOCEIDAE	<i>Ploceus nelicouvri</i>	LC
	PSITTACIDAE	<i>Coracopsis nigra</i>	LC
	PYCNONOTIDAE	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	LC
	VANGIDAE	<i>Calicalicus madagascariensis</i>	LC
		<i>Newtonia brunneicauda</i>	LC
	ZOSTEROPIDAE	<i>Zosterops maderaspatanus</i>	LC

Annexe 3 : Carte représentant les différentes zones de la NAP d'Ambohidray avec les transects élaborés

Annexe 4 : Fiche de relevé lors des observations diurnes et nocturnes

Données collectées	Description
Date	Date du relevé avec l'heure du début et de la fin de la visite du transect
Observateurs	Noms des observateurs
Temps	Description générale du climat du moment et du dégagement des nuages : <ul style="list-style-type: none">- Ensoleillé/ pluvieux/ nuageux/ bruineux- Nébulosité : (Valeur/4)
Site	Site du relevé : Ankasina
Transect	Numéro du transect visité : T1 à T13
Longueur du transect	Longueur exacte du transect en mètre
Horaire	Heure à laquelle un animal est détecté
Point métrique	Intervalle de distance de point de détection par exemple dans 0-50m du transect
Espèce	Nom scientifique de l'animal détecté
Détection	Mode de détection de l'animal : <ul style="list-style-type: none">- Visuel : observation directe- Audition : Cri
Nombre d'individus observés	Nombre d'individus trouvés à chaque classe d'âge : Adulte/ Sub-adulte/ Juvénile/ Indéterminé
Hauteur de l'animal (m)	Hauteur approximative du premier individu observé, mesurée en mètre
Hauteur de l'arbre (m)	Hauteur approximative de la plante utilisée par le premier individu observé, mesurée en mètre
CHP (cm)	CHP de la plante, mesurée en centimètre
Nom de la plante	Nom vernaculaire et/ou scientifique de la plante
Distance perpendiculaire	Distance perpendiculaire du premier individu observé par rapport au transect mesurée en mètre, estimée par les chercheurs qui ont été formés auparavant
Coordonnées géographiques	Latitude, longitude et altitude du point de rencontre avec l'animal
Commentaires	Activités de l'animal/ remarques importantes...

Annexe 5: Illustration de la méthode photographique pour estimer le degré de couverture de canopée en utilisant le logiciel Canopydigi (Goodenough & Goodenough, 2012)



Image polychrome de format JPEG
(cliché par Raharinirina, H., 2021)

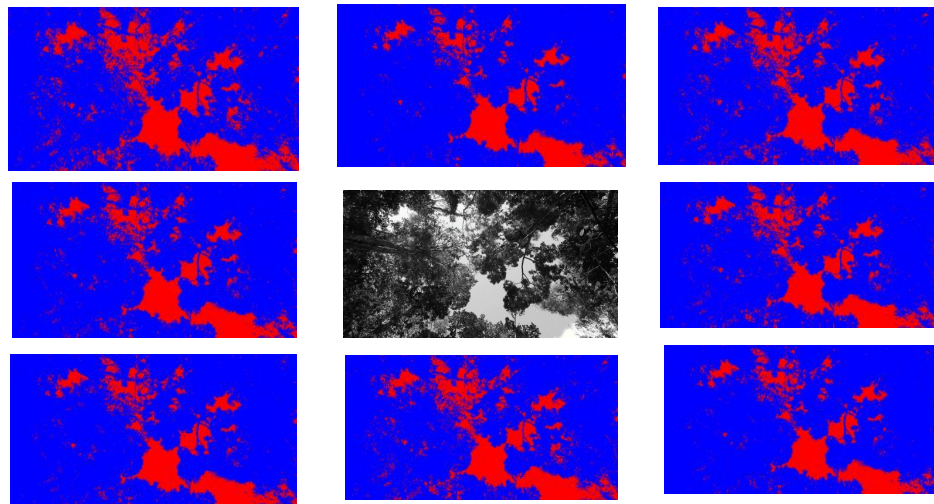
ReaConverter lite



Image monochrome de format BMP

- Ciel
- Canopée

Canopydigi



Variation des images en fausses couleur en fonction du seuil



Choix de l'image en fausse couleur le plus conforme à l'image monochrome



Calcul automatique du degré de couverture de la canopée

Annexe 6 : Liste des espèces floristiques de la partie Sud de la NAP d'Ambohidray

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
ANACARDIACEAE	<i>Abrahamia ditimena</i>	Ditimena
	<i>Rhus taratana</i>	Vorehitra
ANNONIACEAE	<i>Xylopia geraldii</i>	Hazoambo
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theaeformis</i>	Fandramanana
APOCYNACEAE	<i>Plectaneia thouarsii</i>	Vahimainty
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>	Hazondrano
ARALIACEAE	<i>Polyscias ariadnes</i>	Voatsilana
ARECACEAE	<i>Pandanus aculeatus</i>	Tsirimboalavo
	<i>Phloga polystachya</i>	Anivona
ASPARAGACEAE	<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina
ASTERACEAE	<i>Apodocephala pauciflora</i>	Tsiramiramy
	<i>Brachylaena ramiflora</i>	Merana
	<i>Erigeron naudini</i>	Maitsoririnina
	<i>Helichrysum cirrhosum</i>	Ramanjavona
	<i>Psiadia altissima</i>	Dingadingana
ASTEROPEIACEAE	<i>Asteropeia micraster</i>	Manoka
BIGNONIACEAE	<i>Phyllarthron madagascariense</i>	Zahana
BURSERACEAE	<i>Canarium madagascariensis</i>	Ramy
CANELLACEAE	<i>Cinnamosma fragrans</i>	Mandravasarotra
	<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Sakarivohazo
CELASTRACEAE	<i>Brexiella cymosa</i>	Ranga
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum milvum</i>	Vintanina
	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana
	<i>Sarcolaena multiflora</i>	Vaondraozana
	<i>Symphonia fasciculata</i>	Kijy madinidravina
	<i>Symphonia tanalensis</i>	Kijy
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rutembergii</i>	Lalona

EBENACEAE	<i>Diospyros perrieri</i>	Maitimpototra
ERICACEAE	<i>Vaccinium fasciculatum</i>	Voaramontsina
	<i>Philippia</i> sp.	Ampana
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum buxifolia</i>	Menahihy
EUPHORBIACEAE	<i>Croton noronhae</i>	Fotsiavadika
	<i>Croton</i> sp.	----
	<i>Domohinea perrieri</i>	Hazondomohina
	<i>Euphorbia pachysantha</i>	Samata
	<i>Macaranga boutonioides</i>	Mokaranana
	<i>Uapaca louvelii</i>	Voapaka
FABACEAE	<i>Albizia gummifera</i>	Volomborona
	<i>Cadia ellisiana</i>	Famamo
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voamboana
	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>	Famolambo
	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy
	<i>Phylloxylon ensifolius</i>	Harahara
	<i>Phylloxylon</i> sp.	Tsirika
GENTIANACEAE	<i>Anthocleista amplexicaulis</i>	Lendemy
HERNANDICEAE	<i>Hernandia voyroni</i>	Hazomalany
HYPERICACEAE	<i>Psorospermum arongampanihy</i>	Harongampanihy
LAURACEAE	<i>Cryptocarya perrieri</i>	Tavololavaravina
	<i>Cryptocarya</i> sp.	Tavolosatry
	<i>Cryptocarya thouvenotii</i>	Tavolomanitra
	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy
	<i>Ravensara laevis</i>	Tavolopigna
	<i>Ravensara peraleolata</i>	Tavolomenalaingo
LOGANIACEAE	<i>Nuxia oppositifolia</i>	Valanirana
MALVACEAE	<i>Dombeya lucida</i>	Hafotra
	<i>Dombeya oblongifolia</i>	Hafobalo
	<i>Dombeya</i> sp.	Hafotramena

MELASTOMATACEAE	<i>Memecylon danguyanum</i>	Tsimahamasatsokina
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa thouvenotii</i>	Ambora
MORACEAE	<i>Ficus baronii</i>	Voara
	<i>Ficus melleri</i>	Nonoka
	<i>Ficus soroceoides</i>	Ampaly
	<i>Streblus dimepate</i>	Tsipatika
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus</i> sp.	Kininina
	<i>Eugenia bernieri</i>	Rotrafotsy
	<i>Eugenia emirnense</i>	Rotra
PANDANACEAE	<i>Pandanus utilis</i>	Vakoana
PHAGELLARIACEAE	<i>Rothmannia tolagninia</i>	Tolagnana
PINACEAE	<i>Pinus</i> sp.	Hazo kesika
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum ochrosiifolium</i>	Fatsikala
	<i>Pittosporum verticillatum</i>	Ambovitsika
POACEAE	<i>Ochlandra</i> sp.	Volo
PROTEACEAE	<i>Dilobeia thouarsii</i>	Vivaona ou riana
PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes madagascariensis</i>	Ampotsinanahary
RHAMNACEAE	<i>Colubrina faraloatra</i>	Faraloatra
RUBIACEAE	<i>Coffea perrieri</i>	Fisatendro
	<i>Gaertnera madagascariensis</i>	Mararidehotra
	<i>Hyperacanthus madagascariensis</i>	Tambahay
	<i>Ixora regalis</i>	Lavaravina
	<i>Noronhia grandifolia</i>	Tsilaitra
	<i>Psychotria macroclamys</i>	Sorokofika
	<i>Psychotria</i> sp./ <i>Coffea</i> sp.	Kafeala
	<i>Pyrostria madagascariensis</i>	Fatsikahitra
	<i>Saldinia acuminata</i>	Tsilaibato
	<i>Tarenna grevei</i>	Molompangady ou molotrangaka

RUTACEAE	<i>Euodia balankazo</i>	Fatraina
	<i>Vepris</i> sp.	Ampody
	<i>Zanthoxylum tsihanimposa</i>	Tsianihimposa
SALICACEAE	<i>Homalium lucidum</i>	Marankoditra
SAPINDACEAE	<i>Filicium decipiens</i>	Elatrangidina ou hazompoza
	<i>Stadmannia glauca</i>	Fanazava
	<i>Tina chapelieriana</i>	Ramendafy
	<i>Tina striata</i>	Longotra
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona
	<i>Faucherea thouvenotii</i>	Natoravimboanjo
	<i>Faucherea parvifolia</i>	Nato, natojirika
	<i>Faucheria</i> sp.	Natoberavina
SARCOLAENACEAE	<i>Leptolaena gautieri</i>	Anjananjana
	<i>Leptolaena multiflora</i>	Fotona
SELASTREACEAE	<i>Salacia madagascariensis</i>	Voamasoandro
SOLANACEAE	<i>Solanum auriculatum</i>	Bakobako
STRELITZIACEAE	<i>Ravenala madagascariensis</i>	Ravinala
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	Radrika

Annexe 7: Liste des plantes utilisées comme supports par *Avahi laniger* avec sa fréquence de fréquentation sur ces plantes (Nombre de groupes de *Avahi laniger* trouvés sur ces plantes) et les valeurs des différentes variables caractéristiques de ces plantes

(NV : Nom vernaculaire, NS : Nom scientifique, Fa : Famille, Fr : Fréquence d'observation de *Avahi laniger* sur chaque espèce de plante, H : Hauteur total de l'arbre mesurée en m, D : DBH mesuré en cm, DC : Diamètre de la couronne de l'arbre mesuré en m, P : Position topographique de la zone soit Ve = versant, soit Va = vallée soit Cr = crête, D/N : Observation diurne = D ou nocturne = N)

NV	NS	F	Fr	H	D	C	P	D/N
Ampody	<i>Vepris sp.</i>	RUTACEAE	1	10	13,6	2,5	Ve	D
Fatsikahitra	<i>Pyrostria media</i>	RUBIACEAE	4	10	11,4	5	Ve	D
				12	16,7	4	Ve	N
				9	12,8	6	Ve	N
				8,5	11,4	3	Ve	N
Hafotra	<i>Dombeaya lucida</i>	MALVACEAE	2	11	17,8	6	Ve	N
				16	27,3	3	Ve	N
Harongana	<i>Harungana madagascariensis</i>	CLUSIACEAE	1	5	6,3	4	Va	N
Hazoambo	<i>Xylopia geraldii</i>	ANNO-NIACEAE	2	10	14,9	3,5	Ve	N
				11	17,8	5	Ve	D
Hazompoza	<i>Tina chapelieriana</i>	SAPINDACEAE	2	16	38,1	10	Ve	N
				17	19	6	Ve	N
Hazondomohina	<i>Domohinea perrieri</i>	EUPHOR-BIACEAE	1	13	18,4	4	Ve	D
Kijy	<i>Symphonia tanalensis</i>	CLUSIACEAE	1	8	9	2	Ve	N
Maintsoririnina	<i>Erigeron naudini</i>	ASTERACEAE	2	11	12,8	3	Ve	N
				8	14,9	6	Ve	N
Manoka	<i>Asteropeia micraster</i>	ASTERO-PEIACEAE	1	8	10,9	4	Cr	N

NV	NS	F	Fr	H	D	C	P	D/N
Menahihy	<i>Erythroxylum buxifolia</i>	ERYTHRO- XYLACEAE	4	13	15,9	7	Cr	N
				8	12,7	3	Cr	N
				9	12,1	3	Ve	N
				12	19,7	6	Ve	N
Merampamelona	<i>Brachylaena humbertii</i>	ASTERACEAE	1	11	14,9	4	Ve	N
Nato	<i>Faucherea parvifolia</i>	SAPOTACEAE	1	12	8,1	6	Ve	N
Ramy	<i>Canarium madagascariensis</i>	BURSERACEAE	1	17	77	10	Cr	N
Rotra	<i>Eugenia emirnense</i>	MYRTACEAE	5	10,5	10,8	3	Ve	D
				5	7,3	3,5	Ve	D
				8	9,3	4	Ve	D
				16	13,8	4	Ve	N
				9,5	25,4	3	Ve	N
Tambahay	<i>Clerodendrum eucalycinum</i>	LAMIACEAE	1	12	10	4,5	Va	N
Tavolo	<i>Cryptocaria crassinoides</i>	LAURACEAE	1	8	6,6	2,5	Ve	D
Tsivakimbaratra	<i>Trema orientalis</i>	CANNA- BACEAE	1	6	9	3	Ve	N
Valanirana	<i>Nuxia capitata</i>	STILBACEAE	1	7	13,8	2,5	Ve	N
Voapaka	<i>Uapaca louvelii</i>	EUPHOR- BIACEAE	4	13	46,6	10	Ve	N
				14	22,1	8	Cr	N
				13	16,1	8	Cr	N
				9,5	9,8	6	Ve	N
Volomborona	<i>Albizia gummifera</i>	FABACEAE	1	8	8,7	2,5	Va	N

Annexe 8: Liste de toutes les espèces de lémuriens trouvées dans la partie Sud de la NAP d’Ambohidray avec leur statut de conservation UICN (EN : En danger ; VU : Vulnérable ; CR : En danger critique) et les nombres d’individus trouvés dans le noyau dur et la zone tampon (Source : IUCN, 2021)

Espèce	Famille	Mœurs	Statut de conservation UICN	Nombre d’individus trouvés dans le ND	Nombre d’individus trouvés dans le ZT
<i>Avahi laniger</i> (Gmelin, 1788)	INDRIIDAE	Nocturne	VU	30	44
<i>Propithecus diadema</i> (Bennett, 1832)	INDRIIDAE	Diurne	CR	6	3
<i>Indri indri</i> (Gmelin, 1788)	INDRIIDAE	Diurne	CR	3	0
<i>Hapalemur griseus</i> (Link, 1795)	LEMURIDAE	Cathémérale	VU	7	1
<i>Eulemur fulvus</i> (Geoffroy, É., 1796)	LEMURIDAE	Diurne	VU	4	1
<i>Lepilemur edwarsi</i> (Forsyth, M., 1894)	LEPILEMURIDAE	Nocturne	EN	4	0
<i>Microcebus lehilahytsara</i> (Roos & Kappeler, 2005)	CHEIROGALEIDAE	Nocturne	VU	8	12

Annexe 9 : Illustrations des différentes pressions pesant sur la forêt de la NAP d'Ambohidray et une photo de *Avahi laniger*



Photo 1 : Arbres abattus pour le charbonnage



Photo 2 : Trou abandonné après orpaillage



Photo 3 : Etat de la végétation au voisinage de la rizière



Photo 4 : *Avahi laniger* prise pendant son sommeil

Titre : Densité, distribution spatiale et étude écologique de la population de *Avahi laniger* dans la partie Sud de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray

RESUME : Les lémuriers sont parmi les éléments clés de la conservation pour Madagascar. Or la biologie et l'écologie de certaines espèces de lémuriers surtout les lémuriers nocturnes tel que *Avahi laniger* demeurent encore peu documentées . Pour cela une étude biologique et écologique de la population de *Avahi laniger* a été réalisée dans Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray . L'étude a été effectuée dans deux zones : le noyau dur et la zone tampon considérée comme lisière pour l'étude dont la végétation a été caractérisée par la méthode de plateau de Braun-Blanquet. Des observations directes nocturnes et diurnes sur les lignes de transects ont été menées en utilisant la méthode de distance sampling. 74 individus de *Avahi laniger* dont 30 dans le noyau dur et 44 dans la zone tampon ont été observés et ont permis d'estimer une densité de 138 individus/ km². L'espèce ne se distribue donc pas uniformément dans les deux zones, marquée par l'effet positif de lisière alors que la structure de leur végétation est similaire. *Avahi laniger* occupe surtout la strate de 8-16m avec une gamme de DBH différente mais supérieur à 5cm et préfère en général les zones avec une canopée semi-ouverte. Des très faibles et moyennes corrélations sont observées entre l'abondance relative de l'espèce et les paramètres écologiques pris en compte : abondance des arbres utilisés comme supports par l'espèce, hauteur et DBH et degré de couverture de la canopée. Ceci explique l'existence probable d'autres facteurs écologiques ou anthropiques influençant la distribution. Il en ressort de ce travail que *Avahi laniger* a pu s'adapter à la fragmentation de l'habitat ce qui explique la forte valeur de la densité de sa population et sa préférence pour la zone tampon.

Mots clés : *Avahi laniger*, lémuriers, densité, répartition spatiale, effet de lisière, Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray

ABSTRACT: Lemurs are among the key elements of conservation for Madagascar. However, the ecology and biology of several lemur species especially nocturnal lemurs are still poorly documented. For that a biological and ecological study for the population of *Avahi laniger* of the New Protected Area (NPA) were studied in this present manuscript. The study was carried out within two areas of the NPA: the core conservation and the buffer zones considered as edge where the vegetation was characterized by a botanical plot method. Direct nocturnal and diurnal surveys were performed to collect data using the distance sampling method. 74 individuals of *Avahi laniger* were observed, 30 founds in the core conservation area and 44 in the buffer zone and a density of 138 individuals/ km² was estimated. The species seems to not be uniformly distributed in the two studied areas, marked by positive edge effect although the structure of their vegetation is similar. *Avahi laniger* mostly used the stratum between 8 to 16m with a different range of DBH which is higher than 5cm. This study shows that this species prefers in general areas with a half-open canopy. Furthermore, very little correlation was observed between the relative abundance of the species and the different studied ecological parameters: abundance of trees supporting the species, trees height and DBH and the degree of canopy cover. Therefore, there could be existence of other ecological or anthropogenic factors influencing *Avahi laniger* distribution in an area. The results of this study suggest that *Avahi laniger* seems to adapt to the fragmentation of the habitat which may explain a high value of the density and its slight preference to the buffer zone.

Keywords: *Avahi laniger*, lemurs, density, spatial distribution, edge effect, New Protected Area of Ambohidray

Encadreur

Docteur RATSOAVINA Fanomezana Mihaja
Mention Zoologie et Biodiversité Animale,
Faculté des Sciences,
Université d'Antananarivo

Imprétrant

Hanitriniaina RAHARINIRINA
Lot II S 30 ter AA Anjanahary
+261 34 88 488 59
hanitrabio@gmail.com