



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES
Mention : *Zoologie et Biodiversité Animale*



Latimeria chalumnae

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
Diplôme de Master
Parcours : *Biologie et Conservation Animale*

**APERÇU DE LA BIOECOLOGIE ET REGIME ALIMENTAIRE DES
CHAUVES-SOURIS DANS LA RESERVE NATURELLE INTEGRALE
DE BETAMPONA, REGION ATSIANANA**

Présenté par :

Mlle Hajatiana RABARISON

Devant la commission d'examen composée de :

<i>Président</i>	Monsieur Hajanirina RAKOTOMANANA Professeur Titulaire
<i>Rapporteur :</i>	Monsieur Aristide ANDRIANARIMISA Professeur d'ESR
<i>Co-rapporteur:</i>	Monsieur Steven M. GOODMAN Docteur HDR
<i>Examineurs :</i>	Monsieur Zafimahery RAKOTOMALALA Maître de Conférences Monsieur Beza RAMASINDRAZANA Docteur

Soutenu publiquement le : 06 juin 2016



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES
Mention : *Zoologie et Biodiversité Animale*

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



Latimeria chalumnae

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU

Diplôme de Master

Parcours : *Biologie et Conservation Animale*

**APERÇU DE LA BIOECOLOGIE ET REGIME ALIMENTAIRE DES
CHAUVES-SOURIS DANS LA RESERVE NATURELLE INTEGRALE
DE BETAMPONA, REGION ATSIANANA**

Présenté par :

Mlle Hajatiana RABARISON

Devant la commission d'examen composée de :

Président : Monsieur Hajanirina RAKOTOMANANA
Professeur Titulaire

Rapporteur interne : Monsieur Aristide ANDRIANARIMISA
Professeur d'ESR

Rapporteur externe : Monsieur Steven M. GOODMAN
Docteur HDR

Examineurs : Monsieur Zafimahery RAKOTOMALALA
Maître de Conférences
Monsieur Beza RAMASINDRAZANA
Docteur

Soutenu publiquement le : 06 juin 2016



REMERCIEMENTS

C'est avec un grand plaisir que je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire :

- A Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences RAHERIMANDIMBY Marson, Professeur Titulaire pour avoir autorisé la soutenance de ce mémoire.
- A Monsieur Hajanirina RAKOTOMANANA, Professeur Titulaire au sein de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, qui a voulu présider le jury de ce mémoire.
- A Monsieur Aristide ANDRIANARIMISA, Professeur d'ESR au sein de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo ; qui accepte d'être mon rapporteur. Il m'a fournis toujours d'aides précieuses, de conseils et encouragement pendant la rédaction.
- A Monsieur Steven M. GOODMAN, Docteur Hdr au sein de l'Association Vahatra et de « Field Museum of Natural History » de Chicago ; qui m'a proposé le sujet de ce mémoire, devenu mon rapporteur externe. Il m'a beaucoup formé et partagé ses connaissances et techniques durant le terrain, j'accueillerai aussi ses critiques pour l'amélioration ainsi que la réalisation de ce mémoire.
- A Monsieur Zafimahery RAKOTOMALALA, Docteur, Maître de conférences au sein de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo et Monsieur Beza RAMASINDRAZANA, Docteur qui ont accepté d'être les membres de la commission de lecture et examinateurs.
- A Madame Balsama RAJEMISON, Responsable du laboratoire « California Academy of Science » du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza ; qui m'a assisté, m'a dirigé et m'a partagé ses connaissances pendant la détermination des restes d'arthropodes contenus dans les fèces. Sans elle ce travail n'aurait pas de sens.

- A tous les membres de l'Association Vahatra : le président le Professeur Achille RASELIMANANA, les membres scientifiques Docteur Marie Jeanne RAHERILALAO et Docteur Voahangy SOARIMALALA, ainsi que les secrétaires générales Madame Malalarisoa RAZAFIMPAHANANA et Madame Sabrina RAHARINIRINA. Ils m'ont bien accueillis et m'ont encouragé.
- A Monsieur Beza RAMASINDRAZANA, Docteur Ecologiste – Mammalogiste à l'Unité Peste de l'Institut Pasteur de Madagascar, Monsieur Andrinajoro Rianarivola RAKOTOARIVELO et à Mahandry Hugues ANDRIANARISOA pour ses aides précieuses.
- A tous les personnels de « Madagascar Fauna and Flora Group (MFG), en particulier Madame Maya MOORE, Directrice de MFG de Madagascar ; Monsieur Noël JEAN, Chef de la Station de Recherche Rendrirendry de la Réserve Naturelle Intégrale (RNI) de Betampona ; Monsieur Jean Honoré VELO, agent de MFG au sein de la RNI de Betampona.
- A tous les personnels, Enseignants et Administratifs de la Faculté des Sciences et plus particulièrement les personnels de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale de l'Université d'Antananarivo, dirigé par Monsieur Zafimahery RAKOTOMALALA, Maître de conférences ; qui m'ont beaucoup enseigné et formé dès la première année du second cycle.
- A tous les étudiants de l'Association Vahatra de m'avoir donné des aides et des encouragements durant les moments difficiles tout au long de la réalisation de ce mémoire.
- A toute ma famille qui m'a encouragé et soutenue moralement.
- Sans oublier « Critical Ecosystem Partnership Fund » qui a contribué pour le financement de mon mémoire.
- A tous les amis proches.

Je suis très reconnaissante envers vous tous, je vous remercie du fond du cœur.

RESUME

Pour la première fois, la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona (S 17°55' et E 49°12') et ses alentours dans la partie Est de Madagascar a fait l'objet d'un inventaire sur les espèces de chauves-souris du 10 au 21 novembre 2015, dans le but d'établir une liste de ces espèces existantes dans la RNI. L'objet de l'étude consiste à obtenir des informations sur le régime alimentaire et l'affinité de quelques espèces à la forêt dégradée. Différentes méthodes ont été adoptées pour les échantillonnages comme le filet japonais de 6 m et de 12 m, le piège harpe et capture à la main. Les captures ont été réalisés à travers les pistes de la RNI dominé par des *Ravenala madagascariensis* et *Psidium cattleianum*. En plus des cinq sites de capture, deux sites synanthropiques et un site traversant la rivière de Fontsimavo ont été choisis. Après un total de 2592 (fhm), 30 individus qui sont répartis en six espèces à savoir : *Hipposideros commersoni*, *Myotis goudoti*, *Mops leucostigma*, *Myzopoda aurita*, *Pteropus rufus* et *Rousettus madagascariensis* ont été recensées lors de la descente sur terrain. L'analyse des matières fécales ont permis de déterminer que cinq ordres d'arthropodes ont été toujours présents dans les pelotes fécales de chaque espèce analysée à savoir : Arachnides, Coléoptères, Diptères, Hémiptères et Lépidoptères. L'absence de la capture de *Myzopoda aurita* femelle a été mise en évidence. D'ailleurs, l'utilisation de la méthode de détection ultrasonique s'avère utile pour avoir une estimation concernant la richesse spécifique de la RNI de Betampona.

Mots clés : Basse altitude, Betampona, chauve-souris, forêt humide, inventaire, Madagascar, régime alimentaire

ABSTRACT

For the first time, the Réserve Naturelle Intégrale de Betampona (S 17°55' and E 49°12') and its surroundings in the eastern Madagascar has been an inventory of bat species from 10 to 21 november 2015, in order to establish a list of the bat species known from this lowland forest of eastern Madagascar. This study was undertaken to obtain new information on the diet of the locally occurring species and ability of certain species to adapt to degraded forests. Three sampling techniques were used: 6 m and 12 m mist nets, a harp trap and capture by hand. The capture was realized through the tracks of the RNI dominated by *Ravenala madagascariensis* and *Psidium cattleianum*. In addition to the five capture sites, synanthropic two sites and a site across the river from Fontsimavo were chosen. After the totally 2592 (fhm), 30 individual bats were captured, composed of six species: *Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti*, *Hipposideros commersoni*, *Mops leucostigma*, *Rousettus madagascariensis* and *Pteropus rufus*. Scat analyses allowed the identification of five orders of arthropods, consumed by the different bat species: Arachnida, Coleoptera, Diptera, Hemiptera and Lepidoptera. All of the *Myzopoda aurita* were males and no evidence of females at the site was obtained. Moreover, the use of ultrasonic detection is useful to get an estimate on the richness of the RNI Betampona.

Key words: Lowland, Betampona, bats, humid forest, inventory, Madagascar, diet

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. GENERALITES SUR LES CHAUVES-SOURIS DE MADAGASCAR	3
II. MATERIELS ET METHODES	5
II.1. Milieu d'étude	5
II.1.1 Aperçu de l'histoire forestière de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	5
II.1.2. Localisation géographique de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	5
II.1.3. Milieu abiotique de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	6
II.1.4. Milieu biotique de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	8
II.2. Choix et localisation des sites pour l'étude des chauves-souris dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona	9
II.2.1. Sites d'étude	9
II.2.2. Sites d'échantillonnage complémentaires	9
II.3. Capture des chauves-souris	9
II.3.1. Filet japonais	9
II.3.2. Piège harpe	10
II.3.3. Capture à la main.....	11
II.4. Manipulation des chauves-souris	11
II.4.1. Méthode de mensuration et de pesage.....	11
II.4.2. Méthode de détermination de sexe et de l'état de reproduction	12
II.4.3. Préparation des spécimens.....	12

II.5. Méthode d'étude du régime alimentaire	12
II.5.1. Echantillonnage des arthropodes	13
II.5.2. Collecte et analyse des fèces	13
II.6. Méthode d'étude de la dégradation du milieu	14
II.7. Méthode d'analyse des données	15
II.7.1. Diversité spécifique	15
II.7.2. Analyse de la période d'activité	15
II.7.3. Analyse des proies ingérées	15
II.8. Statistique analytique	16
II.8.1. Analyse morphométrique des chauves-souris	16
II.8.2. Analyse multidimensionnelle	16
II.8.3. Analyse de l'effet de la dégradation des habitats naturels sur les chauves-souris	16
II.8.4. Analyse de la préférence alimentaire	17
II.8.5. Analyse de similarité des sites	17
III. RESULTATS	20
III.1. Espèces capturées par piège	20
III.2. Richesse spécifique et abondance relative des chauves-souris	20
III.3. Analyses morphométriques des chauves-souris	22
III.4. Biologie des chauves-souris	23
III.4.1. Etat de reproduction des chauves-souris	23
III.4.2. Période d'activité de <i>Myzopoda aurita</i>	23
III.5. Régime alimentaire	24

III.5.1. Proies disponibles dans les sites de capture	24
III.5.2. Pourcentage volume et pourcentage d'occurrence de chaque ordre d'arthropodes consommés par chaque espèce.....	25
III.5.3. Préférence alimentaire.....	28
III.6. Analyse biogéographique	28
III.7. Relation entre les densités de <i>Ravenala madagascariensis</i> et de <i>Myzopoda aurita</i>	30
IV. DISCUSSION.....	34
IV.1. Diversité spécifique	34
IV.2. Analyse morphométrique	35
IV.3. Biologie des chauves-souris	36
IV.3.1. Etat de la reproduction	36
IV.3.2. Mobilité de <i>Myzopoda aurita</i> à la chasse des proies	37
IV.4. Régime alimentaire et préférence alimentaire	37
IV.5. Analyse biogéographique	38
IV.6. Corrélation de <i>Myzopoda aurita</i> et <i>Myotis goudoti</i> entre la densité des <i>Ravenala mdagascariensis</i> et <i>Psidium cattleyanum</i>	39
CONCLUSION.....	41
RECOMMENDATIONS	42
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	43
ANNEXE.....	I
RESUME	XVI
ABSTRACT	XVI

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Richesse spécifique et nombre d'individus capturés par site des chauves-souris de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	21
Tableau 2. Valeurs de la probabilité (p) de l'analyse comparative des mensurations.....	22
Tableau 3. Sexe des chauves-souris capturées	23
Tableau 4. Effectif de proies potentielles inventoriées dans chaque site d'échantillonnage de chauves-souris dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	25
Tableau 5. Pourcentage volume (PV) et pourcentage d'occurrence (PF) de chaque ordre d'insecte consommés par <i>Myotis goudoti</i>	26
Tableau 6. Pourcentage volume (PV) et pourcentage d'occurrence (PF) de chaque ordre d'arthropodes consommés par <i>Myzopoda aurita</i> ayant 5 pelotes fécales.....	26
Tableau 7. Pourcentage volume (PV) et pourcentage d'occurrence (PF) de chaque ordre d'arthropodes consommés par un individu de <i>Mops leucostigma</i>	27
Tableau 8. Pourcentage volume (PV) et pourcentage occurrence (PF) de chaque ordre d'insecte consommés par un individu de <i>Hipposideros commersoni</i>	27
Tableau 9. Valeurs de l'indice d'électivité d'Ivlev (E) des chauves-souris capturées	28
Tableau 10. Liste des espèces inventoriées dans la forêt de basse altitude, Est de Madagascar	29
Tableau 11. Coefficient de similarité de Jaccard des sites aux alentours de Betampona dans la partie Est de Madagascar	30
Tableau 12. Valeur de corrélation de Spearman par permutation (n=1000) entre l'abondance des <i>Ravenala</i> , <i>Psidium</i> et des arbres autochtones avec <i>Myzopoda aurita</i> dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona.....	31
Tableau 13. Valeur de corrélation de Spearman par permutation (n=1000) entre l'abondance des <i>Ravenala</i> , <i>Psidium</i> et des arbres autochtones avec <i>Myotis goudoti</i> dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Limite de la RNI de Betampona avec les sites d'étude indiquée.....	6
Figure 2. Courbe ombrothermique du District Toamasina II de 2010-2014.....	7
Figure 3. Filet japonais déployé et piège harpe.....	10
Figure 4. Schéma montrant les différentes mensurations d'une chauve-souris.....	11
Figure 5. Photo de deux pièges Malaise montrant les deux stratifications.....	13
Figure 6. Schéma montrant un exemple d'emplacement des plots.....	14
Figure 7. Effectif cumulé des espèces capturées dans la RNI de Betampona.....	20
Figure 8. Traits morphologiques de trois espèces dans un plan multidimensionnel.....	22
Figure 9. Nombre d'individu de <i>Myzopoda aurita</i> en fonction de l'horaire de chasse dans la RNI de Betampona.....	24
Figure 10. Dendrogramme de similarité de peuplement des chauves-souris entre les sites localisés dans la forêt de basse altitude.....	30
Figure 11. Augmentation du nombre de <i>Myzopoda aurita</i> capturé en rapport avec les plantes envahissantes dans les sites d'échantillonnage dans la RNI de Betampona.....	31
Figure 12. Corrélation de <i>Myotis goudoti</i> avec les végétations existantes dans les sites d'échantillonnage dans la RNI de Betampona.....	32
Figure 13. Abondance de <i>Ravenala madagascariensis</i> dans les sites de capture dans la RNI de Betampona.....	33

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Rivières et ruisseaux permanents dans les versants Nord et Sud de la RNI de Betampona	I
Annexe 2. Liste des Mammifères primates connus dans la RNI de Betampona.....	I
Annexe 3. Liste des Mammifères non primates connus dans la RNI de Betampona.....	II
Annexe 4. Sites d'étude dans la RNI de Betampona.....	III
Annexe 5. Sites complémentaires dans le contexte de cette étude.....	IV
Annexe 6. Exemple de fiche de mesure des chauves-souris utilisé pendant l'inventaire dans la RNI de Betampona.....	V
Annexe 7. Les mesures morphométriques des chauves-souris de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona et ses alentours	VI
Annexe 8. Mensuration sur l'état de reproduction des cinq espèces de chauves-souris capturées dans la RNI de Betampona	VII
Annexe 9. Liste des ordres des insectes capturés avec les pièges Malaise dans les cinq sites de capture des chauves-souris dans la RNI de Betampona.....	IX
Annexe 10. Exemples des fragments d'insectes dans les pelotes des chauves-souris	X
Annexe 11. Photos de quelques espèces de chauves-souris capturées dans la RNI de Betampona	XI
Annexe 12. Photos du lieu de l'emplacement du filet montrant la végétation aux alentours	XII
Annexe 13. Photos montrant la dégradation de la forêt de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona	XIII
Annexe 14. Couverture forestière de Madagascar de 1950 en 2000.....	XIV
Annexe 15. Limite des zones à <i>Ravenala madagascariensis</i>	XV

INTRODUCTION

Les points chauds ou « hotspot » de la biodiversité sont définis comme des zones ayant une forte concentration exceptionnelle des espèces endémiques et un taux de perte des habitats naturels de plus de 70 % (Myers *et al.*, 2000). Madagascar compte parmi l'un des points chauds de la biodiversité (Mittermeier *et al.*, 1999). La biodiversité malgache est surprenante avec, par exemple, 182 espèces d'amphibiens, 333 espèces de reptiles et 71 espèces de lémuriers. En dépit de cette richesse, certains groupes taxinomiques sont encore relativement peu connus, c'est le cas des chauves-souris.

Les chauves-souris sont l'un des ordres des mammifères les plus répandus, représentant environ 25 % des espèces de mammifères dans le monde (Simmons, 2005). Des études concernant la relation systématique entre les espèces de chauves-souris existantes en Afrique, en Asie, en Australie et à Madagascar ont montré que Madagascar possède une famille endémique (la famille des Myzopodidae) ainsi que six familles d'origine africaine (Eger & Mitchell, 2003). Par ailleurs, l'île possède deux genres d'origine africaine (*Triaenops* et *Eidolon*) et trois genres d'origine asiatique (*Pteropus*, *Emballonura* et *Mormopterus*) (Eger & Mitchell, 1996). Sur la base de ces relations systématiques, la plupart des espèces de chauves-souris malgaches sont donc d'origine africaine, et ce, grâce à leur grande capacité à coloniser différents milieux (Kunz, 1982).

Les études approfondies des chiroptères malgaches ont débuté dans les années 1990. Elle se concentre surtout sur la taxinomie, la distribution et l'écologie (Goodman & Cardiff, 2004 ; Goodman *et al.*, 2006 ; Goodman *et al.*, 2007). La diversité des chauves-souris à Madagascar est inégale. La majorité des espèces de chauves-souris se trouve dans la partie occidentale de l'île grâce à la présence des formations karstiques de structures complexes pouvant abriter de larges colonies. Par contre, la diversité de la partie orientale est plus faible et moins connue. Les régions de basse altitude de l'Est de Madagascar subissent de fortes dégradations d'origine humaine, pouvant affecter l'habitat des chauves-souris (Ifticène *et al.*, 2005). Des études supplémentaires devraient alors y être entreprises. De ce fait, la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona ne possède pas encore des données concernant les chauves-souris, c'est pour cette raison est le choix de Betampona.

Cet inventaire a été fait dans le but de remplir les données sur la connaissance des chauves-souris dans la RNI de Betampona. Les objectifs spécifiques de cette étude étaient de :

- Recenser les espèces de chauves-souris dans la RNI de Betampona,
- Etudier la biologie et le régime alimentaire des chauves-souris,
- Comparer l'affinité des espèces de chauves-souris de la RNI de Betampona par rapport à celle d'autres localités dans les forêts orientales de basse altitude à Madagascar,
- Etudier l'impact de la dégradation du milieu sur les chauves-souris.

I. GENERALITES SUR LES CHAUVES-SOURIS DE MADAGASCAR

Les chiroptères sont des mammifères à sang chaud possédant quatre membres dont les membres antérieurs sont transformés en ailes. Les traits caractéristiques qui les différencient des autres mammifères, particulièrement les espèces insectivores, sont la possession d'une structure faciale étrange, des structures feuillettes au niveau du nez (Goodman, 2011). Ces caractéristiques sont associées à l'écholocation leur permettant de s'orienter (Goodman, 2011). Les chiroptères vivent en colonies parfois jusqu'à 50 000 individus comme le cas d'un gîte contenant *Hipposideros commersoni*, *Triaenops menamena* et *Triaenops furculus* (Olsson *et al.*, 2006).

Traditionnellement les chiroptères ont été divisés en deux sous-ordres : les Megachiroptera et les Microchiroptera. Cette division a été basée sur des traits morphologiques. De récentes études moléculaires suggèrent une nouvelle classification en divisant les chiroptères en deux sous-ordres : Yinpterochiroptera et Yangochiroptera (Jones & Teeling, 2006). A Madagascar, le premier sous-ordre regroupe la famille des Rhinonycteridae, des Hipposideridae et des Pteropodidae, et le second sous-ordre regroupe six autres familles qui restent.

A Madagascar, 43 espèces de chauves-souris ont été documentées (Goodman, 2011). Par ailleurs, de récentes études ont permis de décrire cinq autres nouvelles espèces pour la science. *Miniopterus egeri* a été décrite dans la partie Est de Madagascar à une altitude de 0 à 550 m (Goodman *et al.*, 2011). Une nouvelle espèce de la famille des Emballonuridae a été décrite dans le Parc National d'Ankarana : *Coleura kibomalandy* (Goodman *et al.*, 2012a). Dans les régions montagneuses du Centre-est de Madagascar, une espèce de Vespertilionidae a été décrite : *Neoromicia robertsi* (Goodman *et al.*, 2012b). Dans la forêt humide du Parc National de la Montagne d'Ambre à des altitudes variant de 800 à 1600 m une autre espèce de Miniopteridae a été trouvée : *Miniopterus ambohitrensis* (Goodman *et al.*, 2015a). *Hypsugo bemaity* une espèce de Vespertilionidae, collectée récemment dans la forêt de Kirindy (CNFEREF) (Goodman *et al.*, 2015b), a été rajoutée à la liste. Ces diverses études permettent de donner quelques aperçus concernant la biologie et l'écologie des chauves-souris pour mieux établir des méthodes de conservation des chiroptères.

De plus, des études moléculaires plus récentes concernant les familles de Rhinolophidae et de Hipposideridae ont démontré une amélioration au sein de la classification des chiroptères (Foley *et al.*, 2015). Ces études évoquent que les *Paratriaenops auritus*, *Paratriaenops furculus* et *Triaenops menamena* de Madagascar anciennement dans la famille des Hipposideridae sont actuellement classés dans la famille des Rhinonycteridae. Seule *Hipposideros commersoni* est le représentant de la famille des Hipposideridae à Madagascar. D'après ces résultats, Madagascar possède actuellement neuf familles de chauves-souris.

Quant aux menaces, certaines espèces de chauves-souris à Madagascar ont toujours connues la chasse, notamment celles des frugivores (Jenkins & Racey, 2008 ; Cardiff *et al.*, 2009 ; Randrianandrianina *et al.*, 2010). Pareillement avec l'ensemble de la biodiversité malgache, la dégradation des milieux naturels affecte les chauves-souris. Dans certains endroits de Madagascar, les chauves-souris connaissent aussi la perturbation et la destruction des gîtes diurnes. Toutefois, les chauves-souris participent au maintien du fonctionnement de l'écosystème : pollinisateur (Andriafidison *et al.*, 2006), disséminateur de graines (Bollen *et al.*, 2004 ; Goodman, 2011), maillon de la chaîne alimentaire parfois associé à la réduction des insectes réservoirs de nombreuses maladies infectieuses (Goodman, 2011). Grâce à ces bienfaits, les chauves-souris ont récemment attiré l'attention vers leurs conservations. Par exemple, depuis 2006 une des plus importantes lois assigne leurs classements dans le contrôle de chasse (décret 2006-400 du 13 juin 2006).

La classification adoptée dans la présente étude est celle élaborée par Simmons (2005) et Foley *et al* (2015).

REGNE : ANIMALIA

EMBRANCHEMENT : VERTEBRA

CLASSE : MAMMALIA

ORDRE : CHIROPTERA

FAMILLES : PTEROPODIDAE

HIPPOSIDERIDAE

RHINONYCTERIDAE

EMBALLONURIDAE

NYCTERIDAE

MYZOPODIDAE

MOLOSSIDAE

VESPERTILIONIDAE

MINIOPTERIDAE

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Milieu d'étude

II.1.1 Aperçu de l'histoire forestière de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

C'est la première réserve naturelle de Madagascar qui a été établie en 1927. Au début, la Réserve Naturelle Intégrale (RNI) de Betampona était entourée par une zone tampon fondue dans une réserve forestière. La RNI de Betampona n'a cependant pas échappé à la perturbation humaine. Les défrichements ont déjà débuté pendant l'implantation des premiers habitants et dès 1903, l'exploitation de la forêt mais également la présence de *tavy* et leurs dangers étaient constatés (Andriamampianina, 1970). Même les gardiens forestiers exploitaient les bois d'ébènes et les autres bois (Birkinshaw, 2002) au point que très peu d'arbres de grande taille ont persisté. Le cyclone Geralda qui a frappé la réserve en 1993 a engendré des dégradations encore plus poussées de la forêt (Birkinshaw, 2002).

Pour préserver son avenir, la RNI de Betampona a été placée sous la surveillance de « Madagascar National Park » (MNP), en collaboration avec le « Madagascar Fauna and Flora Group » (MFG). L'objectif principal était de limiter les dégradations au sein de la réserve. Un effort d'essais de reforestation des plantes autochtones y est entrepris (Birkinshaw, 2002). Un autre objectif de MFG est de contribuer à la conservation d'espèces en danger (par exemple : *Varecia variegata variegata*).

II.1.2. Localisation géographique de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

La RNI de Betampona (S 17°55' et E 49°12') se trouve dans la partie Est de Madagascar (Figure 1), située à 40 km au Nord-ouest de Toamasina, dans les communes rurales de Sahambala et d'Ambodiriana. Sa superficie est de 2228 ha.

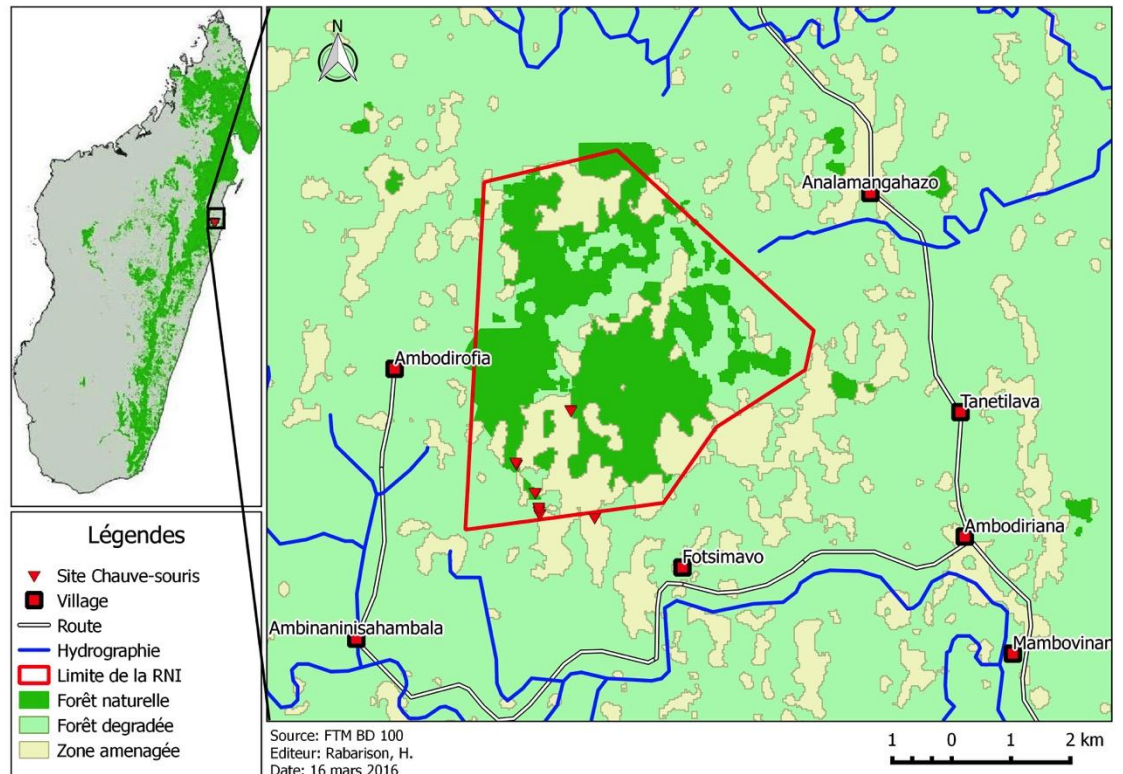


Figure 1. Limite de la RNI de Betampona avec les sites d'étude indiquée

(Adapté par Haja RABARISON, mars 2016.)

II.1.3. Milieu abiotique de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

II.1.3.a. Climat

La RNI de Betampona suit le régime du climat de l'Est chaud et humide, qualifié de perhumide (Cornet, 1974). C'est un régime qui est marqué par l'absence de saison sèche. La RNI de Betampona est aussi soumise à l'influence de l'Alizé venant du Sud-est. Cet alizé apporte une humidité constante dans la région et provoque des précipitations lorsqu'elle rencontre un relief assez élevé.

En l'absence de station météorologique dans la RNI de Betampona, les données du district de Toamasina II (Figure 2) ont été considérées. Ce sont, en effet, les seules données relatives aux alentours de la RNI et disponibles auprès du Service de la Météorologie Ampandrianomby, Antananarivo. D'après la courbe ombrothermique de Toamasina II, la température est relativement stable, variant de 21°C à 25°C, avec une valeur moyenne annuelle de 22,6°C. La précipitation annuelle est de 1238,8 mm. Elle varie beaucoup d'un

mois à l'autre, avec des précipitations mensuelles allant de 150 mm à 450 mm. Elle est la plus abondante du mois d'octobre au mois de mars.

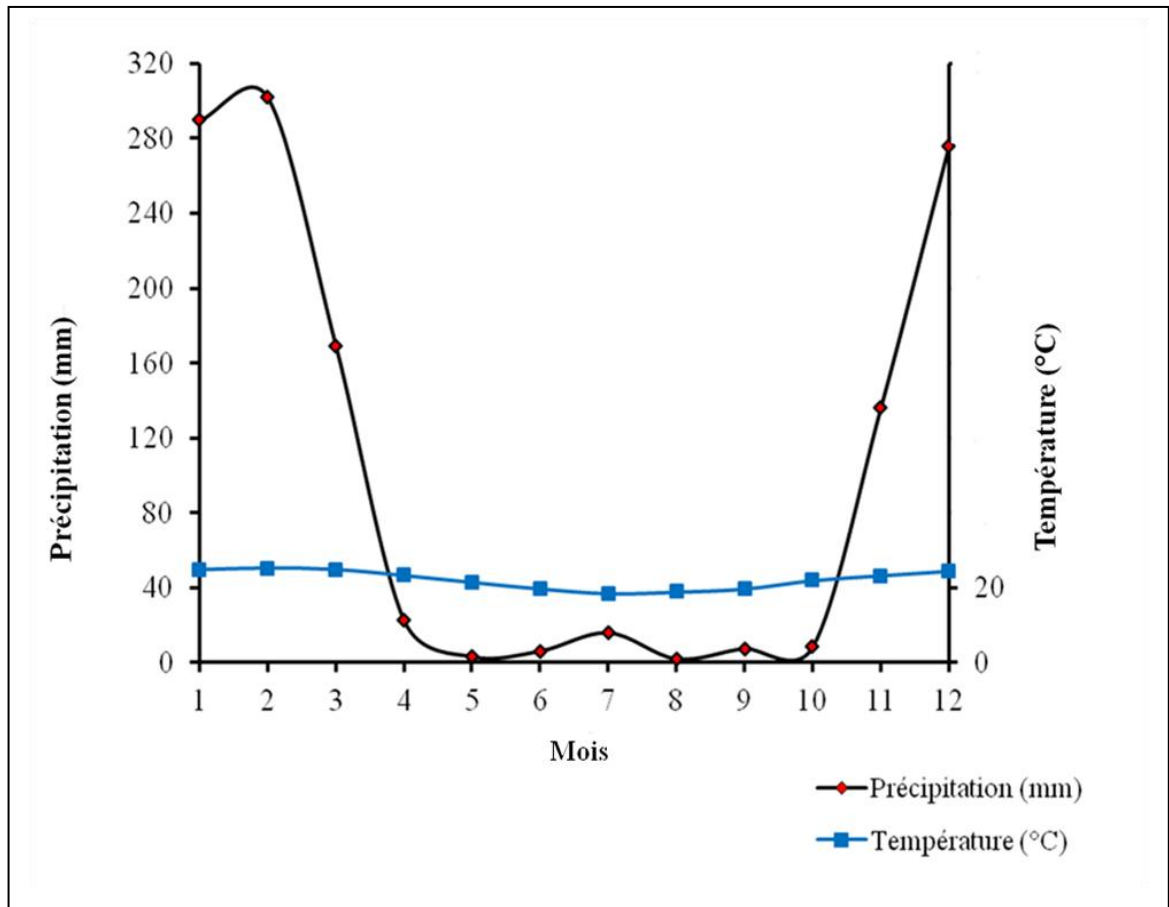


Figure 2. Courbe ombrothermique du District Toamasina II de 2010 à 2014

(Source : Service de la Météorologie, Ampandrianomby, Antananarivo.)

II.1.3.b. Hydrographie

La RNI de Betampona constitue un réservoir important et un distributeur d'eau potable pour la population environnante. Le réseau hydrographique, composé de 21 ruisseaux qui constituent 12 rivières (Annexe 1), est réparti sur deux versants. Le versant nord abrite huit ruisseaux et cinq rivières permanentes tandis que le versant sud abrite 13 ruisseaux et sept rivières permanentes (MFG, 2008). Ces ruisseaux et rivières sont à l'origine des deux fleuves de la région : Ifontsy dans la partie nord et Ivoloïna dans la partie sud.

II.1.4. Milieu biotique de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

II.1.4.a. Faune

La RNI de Betampona présente une grande diversité faunistique (Birkinshaw, 2002). Elle héberge 11 espèces de lémuriers (Annexe 2) : cinq espèces diurnes et six espèces nocturnes. En outre, elle abrite aussi sept espèces de micromammifères (dont deux espèces sont introduites), cinq espèces de carnivores et une espèce d'artiodactyle (introduites) plus 86 espèces d'oiseaux (Britt *et al.*, 2003) (Annexe 3). Elle présente par ailleurs une herpétofaune d'une grande richesse, y compris *Paroedura masobe* qui, d'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature ou UICN, est menacé (EN).d'extinction (Bora *et al.*, 2011).

II.1.4.b. Flore

La RNI de Betampona est marquée par une diversité floristique élevée caractérisée par la présence de plusieurs espèces montrant une aire de distribution restreinte. En effet, parmi les 12 000 à 14 000 d'espèces de plantes existant à Madagascar (Conservation International, 2014), certaines espèces sont endémiques locales de Betampona comme : *Melanophylla madagascariensis*, *Pentachlaena betamponensis* et *Rhodolaena leroyana* (trois espèces menacés d'extinction), *Chassalia betamponensis*, *Coffea betamponensis*, *Dypsis betamponensis*, *Dypsis pervellei*, *Dypsis schatzii*, *Mapouria betamponensis* et *Secamone betamponensis* (Birkinshaw, 2002).

Le massif forestier de Betampona est caractérisé par une forêt dense humide sempervirente de basse altitude. La forêt est donc marquée par la persistance des feuilles toujours vertes. La canopée est cependant ouverte avec une hauteur des arbres variant de 5 à plus de 30 m (Britt *et al.*, 2003).

Comme toutes les forêts de basses altitudes de Madagascar, celle de Betampona est aussi affectée par les tavy (Green & Sussman, 1990 ; Grubb, 2003). Une étude menée à Betampona en 2004 a montré que seulement 23 % des arbres ont un DBH supérieur à 5cm (Armstrong *et al.*, 2011). Par ailleurs, l'abondance élevée des *Ravenala madagascariensis* dans la réserve (Andriamampianina, 1970 ; Armstrong *et al.*, 2011) témoigne aussi de l'étendue de la dégradation (Lowry *et al.* 1997).

II.2. Choix et localisation des sites pour l'étude des chauves-souris dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

II.2.1. Sites d'étude

Des prospections ont été faites pour identifier les sites les plus favorables et probables aux passages des chauves-souris puisque les chauves-souris fréquentent différents types d'habitats (en allant des milieux ouverts à des milieux fermés, et même au bord des rivières), des prospections ont été faits afin d'identifier.

Pour maximiser la chance de capture, cinq sites d'échantillonnage ont été choisis dans la RNI de Betampona (Site 1 à 5, Annexe 4) en tenant compte de la présence ainsi que l'abondance des *Ravenala madagascariensis* et de *Psidium cattleianum* dans chaque site. Ceci peut se référer à l'effet de la dégradation du milieu. Les Sites 1 à 3 sont dominés par *Ravenala* et *Psidium* tandis que les Sites 4 et 5 sont dépourvues de ses deux espèces envahissantes et sont classés comme des sites témoins.

II.2.2. Sites d'échantillonnage complémentaires

Pour compléter l'effort d'échantillonnage, suite à des enquêtes préliminaires, trois sites ont été rajoutés à la liste des sites échantillonnés : Ambodirafia, Fontsimavo et Andratambe (Annexe 5). En effet, d'après les villageois, ces sites abritent des Chiroptères synanthropiques.

II.3. Capture des chauves-souris

II.3.1. Filet japonais

Pour capturer les chauves-souris, trois filets japonais (deux de 6 m et un de 12 m) ont été utilisés. Ce sont des matériels de capture efficace. Ces filets sont fabriqués en nylon, haut de 2,6 m, avec des mailles de 24 mm, tendus de manière de manière à former des poches. Lors de la capture, les filets étaient tenus par deux poteaux droits et rigides fixés par une corde à des arbres (Figure 3). La corde située de chaque côté du poteau devait former un angle de 45° pour bien stabiliser le filet.

Les filets étaient utilisés successivement dans les Site 1 à Site 5. Dans les quatre premiers sites (Tableau 1), les filets ont été installés en tenant compte des mouvements des chauves-souris. Ainsi, ils étaient déployés à travers la piste principale traversant la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona. Un tel emplacement a en effet une grande influence sur la probabilité de succès de capture (Kunz & Kurta, 1988). Par contre, dans le Site 5, les

filets ont été déployés en pleine forêt. Dans tous les sites, les filets étaient ouverts pendant une durée de trois heures le soir (de 17h30-20h30) et de deux heures le matin (03h-05h) pendant 14 nuits. Chaque nuit, les filets étaient vérifiés toutes les 15 mn durant leur ouverture.

II.3.2. Piège harpe

Un piège harpe était aussi utilisé pour capturer les chauves-souris. Ce piège est composé de fils en nylon tendus verticalement et espacés de 2,5 cm et soutenus par un cadre métallique (Figure 3). Il contient un sac formant une grande poche et servant à la réception des chauves-souris qui glissent le long des fils (Kunz & Kurta, 1988). L'ensemble est supporté par quatre pieds réglables. Ce dispositif constitue une méthode tout aussi pratique mais plus passive et moins stressante pour les chauves-souris ; moins de manipulation est nécessaire pour faire sortir les chauves-souris d'un piège harpe que d'un filet japonais.

Dans cette étude, le piège harpe a été installé dans les sites 1 à 5, au même moment et dans le même alignement que les filets japonais, bloquant le passage des chauves-souris à la sortie de leurs gîtes.

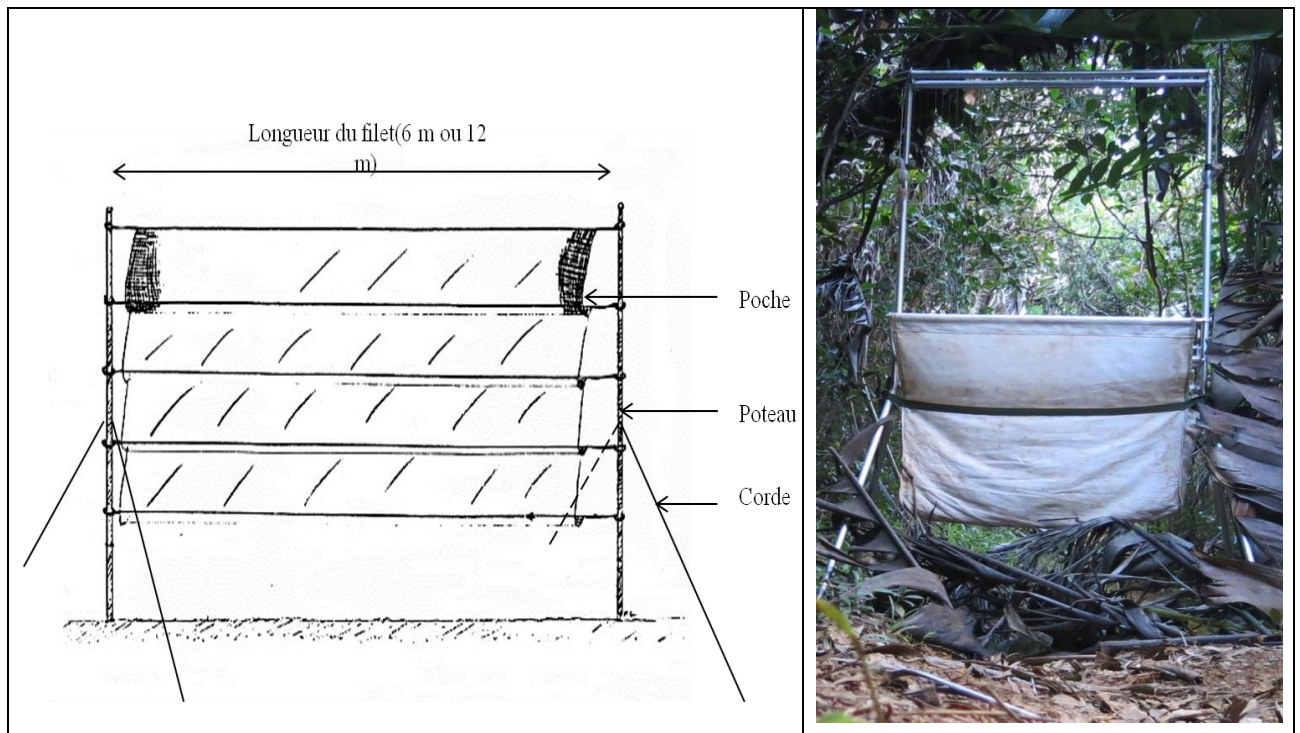


Figure 3. Filet japonais déployé (gauche) et piège harpe (droite)

Source : Hajatiana RABARISON, novembre 2015

II.3.3. Capture à la main

Pendant le jour, la capture directe des chauves-souris synanthropiques a été effectuée à la main avec une grosse pince dans les gîtes identifiés à Ambodirafia, Fontsimavo et Andratambe. Certaines espèces de chauves-souris utilisent en effet des infrastructures humaines comme gîte diurne. Les conditions dans ces gîtes sont proches des conditions naturelles (Goodman, 2011).

II.4. Manipulation des chauves-souris

II.4.1. Méthode de mensuration et de pesage

Les chauves-souris capturées ont été pesées à l'aide d'une balance électronique de précision et d'un Pesola. Elles ont été aussi mesurées à l'aide d'une règle graduée à double décimètre (Annexe 7). Différentes mensurations ont été effectuées sur chaque individu capturé (Figure 4) :

- LT (longueur total) : longueur entre le museau et la dernière vertèbre caudale,
- LQ (longueur de la queue) : longueur des vertèbres caudales,
- LP (longueur du pied) : longueur entre le talon et le tarse, sans les griffes,
- OR (longueur de l'oreille) : longueur entre la base de l'oreille et l'extrémité supérieur de l'oreille,
- T : longueur du tragus (pour les Vespertilionidae uniquement),
- AB (longueur de l'avant-bras) : longueur du coude jusqu'au poignet pliant.

Seules les espèces de chauves-souris dont plus de deux individus ont été capturés sont considérées dans la présente étude.

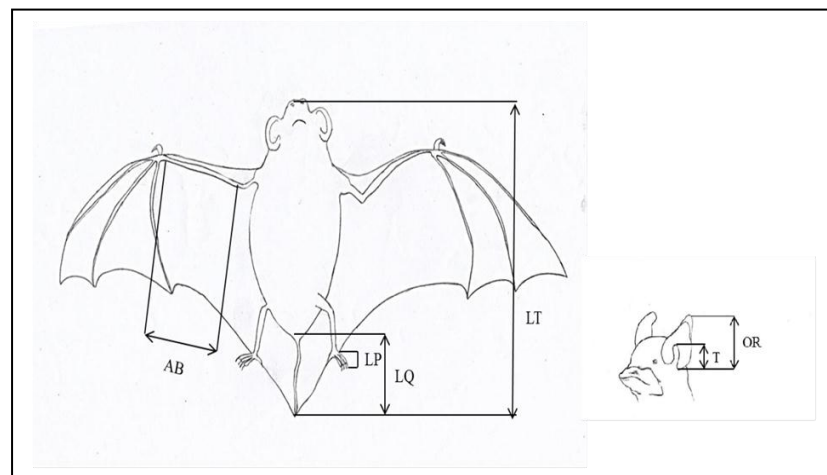


Figure 4. Schéma montrant les différentes mensurations effectuées sur une chauve-souris (D'après Hajatiana RABARISON, février 2016.)

II.4.2. Méthode de détermination de sexe et de l'état de reproduction

Le sexe des chauves-souris a été identifié par des caractéristiques externes. Les mâles ont un pénis avec deux testicules positionnés, soient abdominale ou scrotale tandis que les femelles ont un vagin et des mamelons (Racey, 1988).

La détermination de l'état de reproduction était effectuée différemment suivant le sexe. Chez les mâles, la position des testicules était utilisée comme référence : une position abdominale pour les mâles juvéniles mais scrotale pour les mâles matures. De plus, une dissection était menée pour observer l'état de l'épididyme : épididyme non contourné chez les mâles juvéniles mais contourné chez les mâles matures. Chez les femelles, les juvéniles présentent des poils autour des mamelons tandis que les femelles matures n'en ont plus. A la dissection, la présence ou l'absence d'embryon était aussi vérifiée.

II.4.3. Préparation des spécimens

Certains individus capturés ont été préparés pour des spécimens muséologiques. Pendant la descente sur terrain, cinq individus par espèces ont été ramenés pour servir d'échantillons de référence dans la salle de collection du Département de Biologie Animale. Les crânes et les cadavres sont préservés dans du formol et les tissus provenant de ces animaux sont placés dans des tubes Nunc avec de l'EDTA pour des études moléculaires. Des prélèvements des muscles pectoraux et du sang ont été effectués et ont été placés sur des « sérobuard » pour des études concernant les maladies des chauves-souris. De plus, des collectes d'ectoparasites ont été effectuées puis placés dans des tubes d'Eppendorf contenant de l'éthanol 70°.

II.5. Méthode d'étude du régime alimentaire

Les insectes ainsi que d'autres arthropodes sont les principales sources d'alimentation des chiroptères (Kunz & Fenton, 2003). Des restes des arthropodes consommés mais non totalement digérés peuvent se retrouver dans les pelotes fécales des chauves-souris ; en particulier des fragments d'antennes, élytres, ailes et pattes (Shiel *et al.*, 1997). Pour l'étude de la préférence alimentaire des chauves-souris, des collectes d'arthropodes ont été faites, combinée à des collectes et analyses de fèces de chauves-souris.

II.5.1. Echantillonnage des arthropodes

Pour collecter des arthropodes, deux pièges Malaise étaient étalés à côté des filets japonais. Pour favoriser l'échantillonnage des arthropodes des basses et moyennes strates (Rasoanoro *et al.*, 2015), un des pièges Malaise était installé au ras du sol tandis que l'autre était au-dessus du premier à environ 2 m (Figure 5). Un bocal contenant de l'éthanol à 70° et placé à l'extrémité supérieure du piège permettait de récolter les arthropodes collectés.



Figure 5. Photo de deux pièges Malaise montrant les deux stratifications

(Cliché par Hajatiana RABARISON, novembre 2015.)

II.5.2. Collecte et analyse des fèces

Pour collecter les fèces, chaque chauve-souris capturée était immédiatement placée dans des pochons individuels en coton pendant la nuit. Les pelotes collectées étaient conservées dans des tubes préalablement remplis d'éthanol à 70° pour être analysées au laboratoire après le terrain.

Dans cette étude, certaines pelotes n'étaient pas analysées. Étant donné qu'une pelote fécale présente moins de variation en fragments d'invertébrés (Whitaker, 2004), plusieurs pelotes ont dû être analysées par individu. S'inspirant de l'étude de Rakotoarivelo *et al.* (2007), quand moins de cinq pelotes étaient collectées par individu, elles étaient aussi exclues. De même, les pelotes non intactes n'étaient pas analysées.

Une fois au laboratoire, les pelotes intactes étaient placées dans des boîtes de pétri et attendries avec de l'éthanol pendant 15 mn. Elles étaient ensuite observées à la loupe binoculaire. Les fragments d'arthropodes identifiables étaient identifiés jusqu'au niveau Ordre, utilisant des clés de détermination procurés par différentes sources (Whitaker, 1988 ; Borror *et al.*, 1989 ; Shiel *et al.*, 1997).

II.6. Méthode d'étude de la dégradation du milieu

Pour l'étude de l'impact de la dégradation du milieu sur les chauves-souris, la densité de *Myzopoda aurita* et de *Myotis goudoti* ont été étudiées en relation avec celles des espèces de plantes indicatrices de dégradation dans les Sites 1 à 3 (sites fortement dégradés). Par contre, dans les Sites 4 et 5, considérées comme sites témoins (sites intactes), ce sont les espèces d'arbres autochtones qui ont été considérées.

Pour le comptage des pieds de *Ravenala madagascariensis*, de *Psidium cattleyanum* et des autres arbres autochtones, des plots de 10 x 10 m (100 m²) ont été considérés (Figure 6). Dans chaque site, deux plots ont été choisis et placés à une distance de 2 m partant du filet et 3 m partant de la piste.

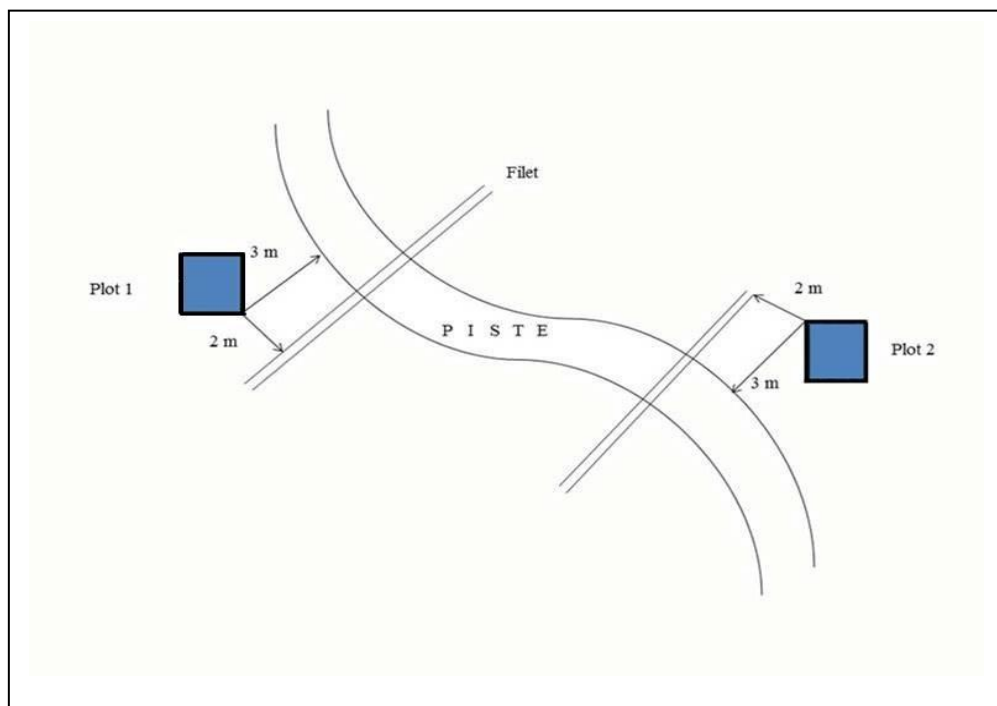


Figure 6. Schéma montrant un exemple d'emplacement de plots

(D'après Haja RABARISON, février 2016.).

II.7. Méthode d'analyse des données

II.7.1. Diversité spécifique

- Richesse spécifique

La richesse spécifique exprime le nombre des espèces connues dans un milieu donné. Dans cette étude, elle était calculée à partir du nombre total des espèces capturées dans l'ensemble des cinq sites d'échantillonnage (Site 1 à 5) et celui des trois sites supplémentaires de capture dans les villages aux alentours de Betampona.

- Abondance relative

L'indice d'abondance a été choisi pour exprimer la taille de population de chaque espèce recensée. Pour chaque espèce de chauves-souris, il était calculé à partir du nombre des individus selon la formule suivante (McGill *et al.*, 2007) :

$$Ar = \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce}}{\text{Nombre total des individus recensés}} \times 100$$

II.7.2. Analyse de la période d'activité

Les périodes d'activité étaient inférées à partir des heures de capture par filets japonais. Seules les espèces pour lesquels il y avait plus de deux individus capturés étaient considérées.

II.7.3. Analyse des proies ingérées

Pour analyser les données issues des proies ingérées, deux descripteurs étaient choisis : le pourcentage volume (Whitaker, 2004) et le pourcentage de fréquence (Black, 1974). Ces deux descripteurs sont fréquemment utilisés dans l'évaluation du régime alimentaire chez les chauves-souris (Thomas *et al.*, 2004 ; Moosman *et al.*, 2012).

Le pourcentage volume est donné en totalisant les fragments identifiables d'un Ordre d'arthropodes divisé par le nombre total des fragments identifiables observé, le tout multiplié par 100. Ceci permet d'avoir une bonne estimation sur l'abondance relative d'un Ordre donné parmi les proies ingérées (Whitaker, 1988). Le pourcentage volume se calcule par la formule suivante :

$$PV = \frac{v}{V} \times 100$$

PV : Pourcentage volume

v : Nombre de fragments identifiables dans un ordre donné

V : Nombre total de fragments identifiables observés

Le pourcentage de fréquence d'un Ordre d'arthropodes s'obtient en divisant le nombre d'échantillons de pelote fécale comprenant l'Ordre en question par le nombre total d'échantillons analysés, le tout est à multiplier par 100. Le pourcentage de fréquence se calcule par la formule suivante :

$$PF = \frac{n}{N} \times 100$$

PF : Pourcentage fréquence

n : Nombre d'échantillon comprenant un Ordre

N : Nombre total d'échantillons analysés

II.8. Statistique analytique

II.8.1. Analyse morphométrique des chauves-souris

L'analyse de variance multivariée (MANOVA) était utilisée pour voir si les espèces recensées peuvent être distinguées par les mensurations morphométriques. L'intérêt de cette analyse repose sur le fait que cela pourrait apporter des éléments d'explication sur la biologie de chacune des espèces en termes de fonctionnalité : habitat, régime alimentaire, etc. Etant donné le nombre limité des données, l'analyse a été faite avec le test de permutation du « package Vegan » (Oksanen *et al.*, 2016) du logiciel libre R par la fonction « adonis » avec 10000 nombre de permutation.

II.8.2. Analyse multidimensionnelle

Cette analyse visait surtout à inspecter s'il existe des chevauchements de traits morphologiques entre les différentes espèces de chauves-souris. L'avantage d'une telle approche repose sur la représentation graphique dans un espace multidimensionnel, rendant plus facile l'appréciation de différence. Cette analyse était faite avec le « package MASS » du logiciel libre R (Venables & Ripley, 2002) par la fonction « lda » avec 10000 nombre de permutation.

II.8.3. Analyse de l'effet de la dégradation des habitats naturels sur les chauves-souris

La régression non-paramétrique de type kernel donne des résultats plus détaillés que les approches classiques telles que la régression linéaire quand les données sont non-paramétriques et de nombre réduit (Li & Racine, 2007). Ainsi, la régression non-paramétrique de type kernel était utilisée pour explorer la relation entre l'abondance de chauves-souris d'une part et celles des plantes d'autre part : abondance de *Ravenala*

madagascariensis et *Psidium cattleianum* dans les milieux dégradés (Lowry *et al.*, 1997 ; Armstrong *et al.*, 2011) et celles des arbres autochtones dans les sites témoins. L'analyse donne le coefficient de régression de Spearman par permutation où sa valeur proche de 1 signifie une forte relation entre le nombre de chauve-souris et celui des plantes. De plus, la valeur de la probabilité de signification inférieure à 0,05 traduit une forte relation. Le « package np » du logiciel libre R (Hayfield & Racine, 2008) a permis de mener une telle analyse.

II.8.4. Analyse de la préférence alimentaire

L'indice d'Ivlev (Ivlev, 1961) était choisi dans cette étude pour déterminer la préférence alimentaire des chauves-souris. Il décrit la préférence du prédateur (chauves-souris) pour un groupe de proie (ordre des insectes), en rapport avec la disponibilité de proies dans l'environnement (Jacobs, 1974 ; Strauss, 1979 ; Guertzou *et al.*, 2012). L'indice d'Ivlev n'est qu'une modélisation de type chi-deux de la quantité des proies ingérées par rapport à la quantité de ces proies ingérées disponibles dans le milieu (Gras & Saint-Jean, 1982). Cet indice est calculé selon la formule suivante :

$$Ei = \frac{ri - pi}{ri + pi}$$

Avec *ri* : pourcentage volume des proies contenues dans les pelotes
pi : pourcentage de ces proies ingérées (*ri*) disponibles dans l'environnement

Cet indice est compris entre -1 et 1. Lorsque la valeur obtenue varie entre 0 et 1, cela indique une préférence ; si elle varie de 0 et -1, cela suppose un évitement de proie ; mais si elle est nulle le prédateur n'a pas de préférence exacte.

II.8.5. Analyse de similarité des sites

Pour comparer l'affinité des espèces de chauves-souris de la RNI de Betampona par rapport celle d'autres localités dans les forêts orientales de basse altitude à Madagascar, leurs richesses spécifiques et l'affinité de leurs communautés étaient considérées.

La richesse spécifique entre les sites était comparée par le test chi-deux avec l'hypothèse nulle d'égalité de nombre d'espèce. Le coefficient de similarité de Jaccard a été utilisé pour connaître l'affinité des communautés des chauves-souris à d'autres localités.

Le coefficient de Jaccard se calcule par la formule suivante :

C_j : Coefficient de similarité de Jaccard

$$C_j = \frac{j}{(a+b-j)}$$

j : Nombre d'espèces communes aux deux sites

a : Nombre d'espèces présentes dans le site 1

b : Nombre d'espèces présentes dans le site 2

Les indices de similarités de Jaccard ainsi obtenus étaient utilisés pour dresser le dendrogramme de similarité exprimant la distance euclidienne de chaque localité par rapport aux autres. La distance euclidienne exprimée en unité métrique euclidienne (u.m.e) reflète le degré de similarité entre les différentes localités : plus les localités sont proches et regroupées, plus elles sont similaires. La réalisation de telle analyse étaient faite avec le « package cluster » du logiciel libre R.

Le coefficient de Jaccard se base sur les données de présence et absence des chauves-souris déjà publiées pour les localités suivantes :

- la station forestière d'Ivoloina (Ramasindrazana, 2009),
- la forêt de Tampolo (Ifticène *et al.*, 2005),
- la forêt littorale de Tolagnaro (Jenkins *et al.*, 2007), et
- la presqu'île de Masoala (Eger & Mitchell, 2003).

La station forestière d'Ivoloina fait aussi partie de la Région Atsinanana. Elle est située à 12 km au Nord de Toamasina, aux environs de 18°02' - 18°04' S et 49°20' - 49°21' E (Ramasindrazana, 2009) avec une altitude variant de 10 à 100 m du niveau de la mer. La pluviométrie moyenne annuelle est de 3055,7 mm. La température moyenne annuelle est de 24,2°C. Cette station de 282 ha est dominée par des rizières, des formations secondaires constituées par des *Ravenala madagascariensis* et *Typhonodorum lindleyanum*. L'inventaire fait par Ramasindrazana (2009), décrit cinq espèces de chauves-souris dans cette station forestière.

La forêt de Tampolo appartient à la région Analanjirofo, située à 10 km au Nord-ouest de Fenoarivo Atsinanana en passant de 17°17' S et 49°25' E. Son altitude est comprise entre 5 et 10 m du niveau de la mer (Ratsirarson & Goodman, 1999). La température moyenne est de 24°C. La station a une superficie de 675 ha qui s'étend sur 10 km le long de la côte et sur 2 km de large. Elle est constituée par des formations forestières au bord de la mer dominées par *Pandanus dauphinensis*, *Cycas thouarsii*, *Calophyllum inophyllum*, *Terminalia catappa* et *Casuarina equisetifolia*. De plus, elle est constituée par quatre types de forêts : la forêt temporairement inondée, la forêt littorale proprement dite, la forêt enrichie et la forêt de marécages. Dans cette station forestière, six espèces de chauves-souris ont été recensées (Ifticène *et al.*, 2005).

La forêt littorale de Tolagnaro est située dans la Région d'Anosy. La précipitation annuelle est marquée par un gradient abrupt, la pluviométrie moyenne annuelle située entre Sainte Luce et Mandena est de 1600 mm. La température moyenne annuelle est de 23,7°C (Vincelette *et al.*, 2007). Dans la forêt littorale de Tolagnaro, les fragments forestiers inclus dans l'étude des populations de chauves-souris étaient la forêt littorale de Sainte Luce et la forêt littorale de Mandena. Dans ces diverses stations, neuf espèces de chauves-souris ont été inventoriées (Jenkins *et al.*, 2007).

La presqu'île de Masoala se trouve dans la Région de SAVA et s'étend sur une surface de 4200 km² (Kremen, 2003). Les pluies sont abondantes du mois de janvier au mois de mars, pour que la pluviométrie dans la station de recherche d'Andranobe atteigne en moyenne 5900 mm par an entre 1993 et 1996. Son altitude varie de 0 à 1400 m. Historiquement, la presqu'île de Masoala devait être couverte de formations forestières différentes (Kremen, 2008). Selon Schatz & Rasolohery (2007), la presqu'île de Masoala est caractérisée par des forêts humides. Au total, 14 espèces de chauves-souris a été inventoriées par Eger & Mitchell (2003).

III. RESULTATS

III.1. Espèces capturées par piège

Lors de cette présente étude quatre espèces de chauves-souris ont été capturées par les pièges comme le piège harpe et les filets japonais (Figure 7).

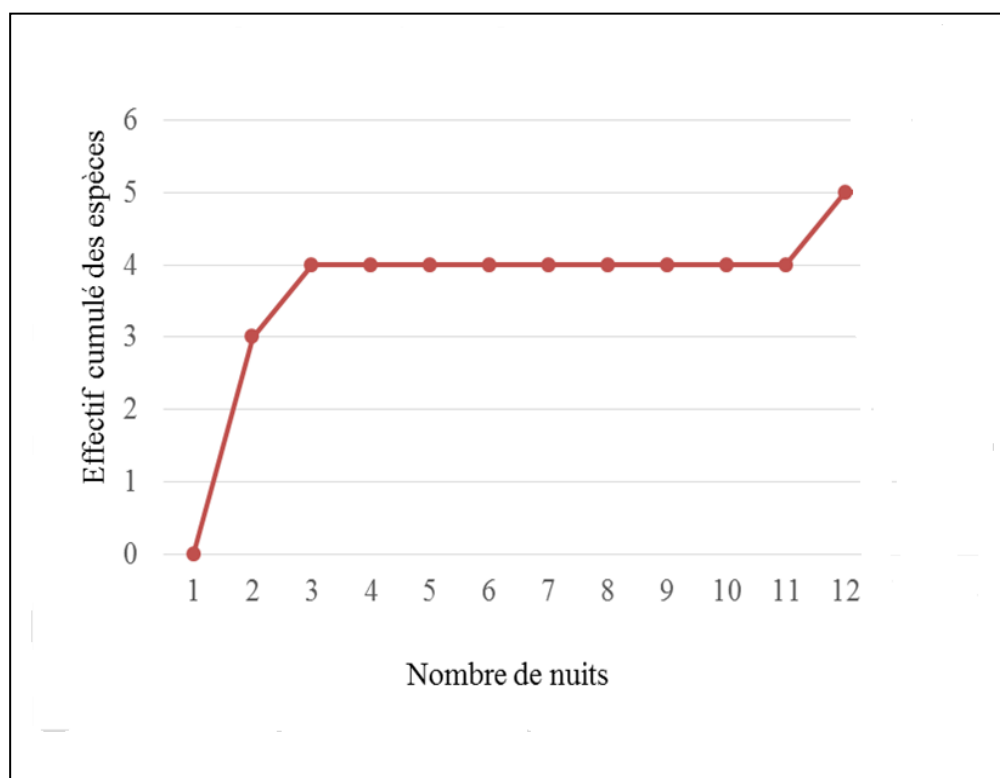


Figure 7. Effectif cumulé des espèces capturées dans la RNI de Betampona

L'augmentation du nombre d'espèces capturées dans l'ensemble des sites se présente par palier. Lors des premières nuits de capture, trois espèces de chauves-souris ont été capturées, à savoir *Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti* et *Hipposideros commersoni*. Entre les 3^{ème} et 11^{ème} nuits de capture, aucune nouvelle espèce n'a été capturée entre ces intervalles de temps. Pendant la 12^{ème} nuit de capture, *Rousettus madagascariensis* a été capturé.

III.2. Richesse spécifique et abondance relative des chauves-souris

Durant la présente étude, 30 individus appartenant à six espèces de chauves-souris et correspondant à cinq familles ont été inventoriées dans la RNI de Betampona (Tableau 1). Tous les individus de *Myotis goudoti* ont été capturés par piège harpe, sauf un individu

capturé par filet japonais. L'individu d'*Hipposideros commersoni* et de *Rousettus madagascariensis* ainsi que tous les individus de *Myzopoda aurita* ont été capturés à l'aide de filets japonais. Par contre, les individus de *Mops leucostigma* ont été capturés à la main dans les gîtes synanthropiques. Par ailleurs, un individu de *Pteropus rufus* a été observé en plein vol.

Concernant l'abondance relative de différentes espèces de chauves-souris, *Myotis goudoti*, *Myzopoda aurita* et *Mops leucostigma* atteint chacun jusqu'à 30 % de la totalité des individus capturés et observés (Tableau 1).

Le nombre d'espèces capturées par site varie de 0 à 4. *Myzopoda aurita* était l'espèce la plus représentée dans les quatre premiers sites, suivi de *Myotis goudoti*. Aucune espèce de chauves-souris n'était capturée dans le Site 5.

Tableau 1. Richesse spécifique et nombre d'individus capturés par site des chauves-souris de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

Famille	Espèces	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Autres Site	Total	Ar
PTEROPODIDAE	<i>Pteropus rufus*</i>	1	0	0	0	0	0	1	3,30%
	<i>Rousettus madagascariensis</i>	0	0	0	0	0	1	1	3,30%
HIPPOSIDERIDAE	<i>Hipposideros commersoni</i>	1	0	0	0	0	0	1	3,30%
MYZOPODIDAE	<i>Myzopoda aurita</i>	3	3	1	2	0	0	9	30,00%
VESPERTILIONIDAE	<i>Myotis goudoti</i>	3	0	5	2	0	0	10	33,30%
MOLOSIDAE	<i>Mops leucostigma**</i>	0	0	0	0	0	8	8	26,70%
TOTAL		8	3	6	4	0	9	30	

* : espèce observée seulement en plein vol ;

** : espèce capturée à la main dans les villages.

III.3. Analyses morphométriques des chauves-souris

Cette analyse concerne les trois espèces de chauves-souris dont le nombre des individus capturés est supérieur à 2, à savoir : *Myotis goudoti*, *Myzopoda aurita* et *Mops leucostigma*. Le résultat du test MANOVA a indiqué que les caractères morphologiques considérés dans cette étude peuvent différencier les trois espèces ($p < 0,01$: probabilité par espèce), alors qu'aucune différence notable n'est décelable entre mâle et femelle de la même espèce ($p > 0,05$: probabilité par sexe) (Tableau 2). Ce résultat peut signifier que ces caractères présentent donc peu de variation pour les trois espèces considérées.

Tableau 2. Valeurs de la probabilité (p) de l'analyse comparative des mensurations

Partie du corps	p par espèces	p par sexe
LT : longueur totale	<0,001	0,49
LQ : longueur de la queue	0,01	0,26
LP : longueur du pied	<0,001	0,42
OR : longueur de l'oreille	<0,001	0,89
AB : longueur de l'avant-bras	<0,001	0,39
WT : poids	<0,001	0,12

Pour séparer les trois espèces, l'analyse multidimensionnelle a montré que les traits morphologiques considérés ont expliqué jusqu'à 83,1% la différence entre *Myotis goudoti*, *Myzopoda aurita* et *Mops leucostigma* (Figure 8). Les trois espèces étaient alors réparties dans des zones diamétralement opposées. La variation intraspécifique était plus réduite pour *Myzopoda aurita* ; représentée ici par une aire plus réduite que celles de deux autres espèces.

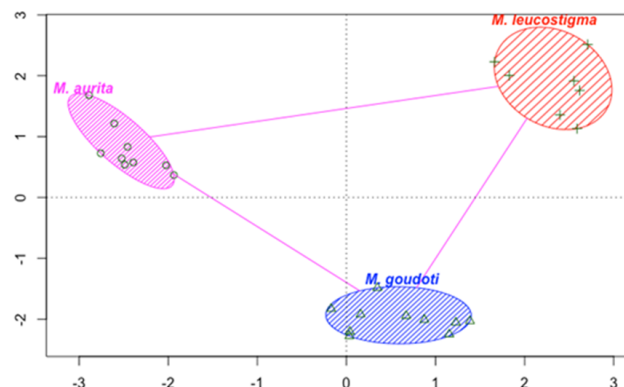


Figure 8. Traits morphologiques de trois espèces dans un plan multidimensionnel

III.4. Biologie des chauves-souris

III.4.1. Etat de reproduction des chauves-souris

Les sexes et les états de reproduction des chauves-souris ont tous été déterminés (Tableau 3). Par exemple, parmi les neufs individus mâles de *Myzopoda aurita*, six avaient des testicules en position scrotale et des épидидymes contournés, indiquant un état de maturité. Par contre, trois mâles avaient des testicules en position abdominale et des épидидymes non contournés, indiquant une capacité de se reproduire.

Tableau 3. Sexe des chauves-souris capturées

Espèces	Mâles		Femelles	
	Mâtures	Juvéniles	Mâtures	Juvéniles
<i>Rousettus madagascariensis</i>	0	1	0	0
<i>Hipposideros commersoni</i>	0	0	1	0
<i>Myzopoda aurita</i>	6	3	0	0
<i>Myotis goudoti</i>	0	5	5	0
<i>Mops leucostigma</i> **	1	2	4	1

** : espèce capturée à la main

Chez les femelles, certaines étaient en gestation avec des embryons de différentes tailles variant de 10 à 20 mm pour les cinq femelles de *Myotis goudoti*, de 15 à 20 mm pour les quatre femelles de *Mops leucostigma* et 37 mm pour la seule femelle d'*Hipposideros commersoni*. Les détails concernant l'état de reproduction de tous les individus capturés sont donnés en Annexe 8.

III.4.2. Période d'activité de *Myzopoda aurita*

L'analyse de la période d'activités n'a pu être possible que pour *Myzopoda aurita*. En effet, les individus des autres espèces n'avaient pas assez d'individus capturés ou étaient capturés par des méthodes autres que les filets japonais.

Les individus de *Myzopoda aurita* ont été capturés, soit entre 18 h 30 au moment de la sortie du gîte pour aller chasser, soit au retour au gîte vers 03 h 30 et 04 h 30 du matin (Figure 9).

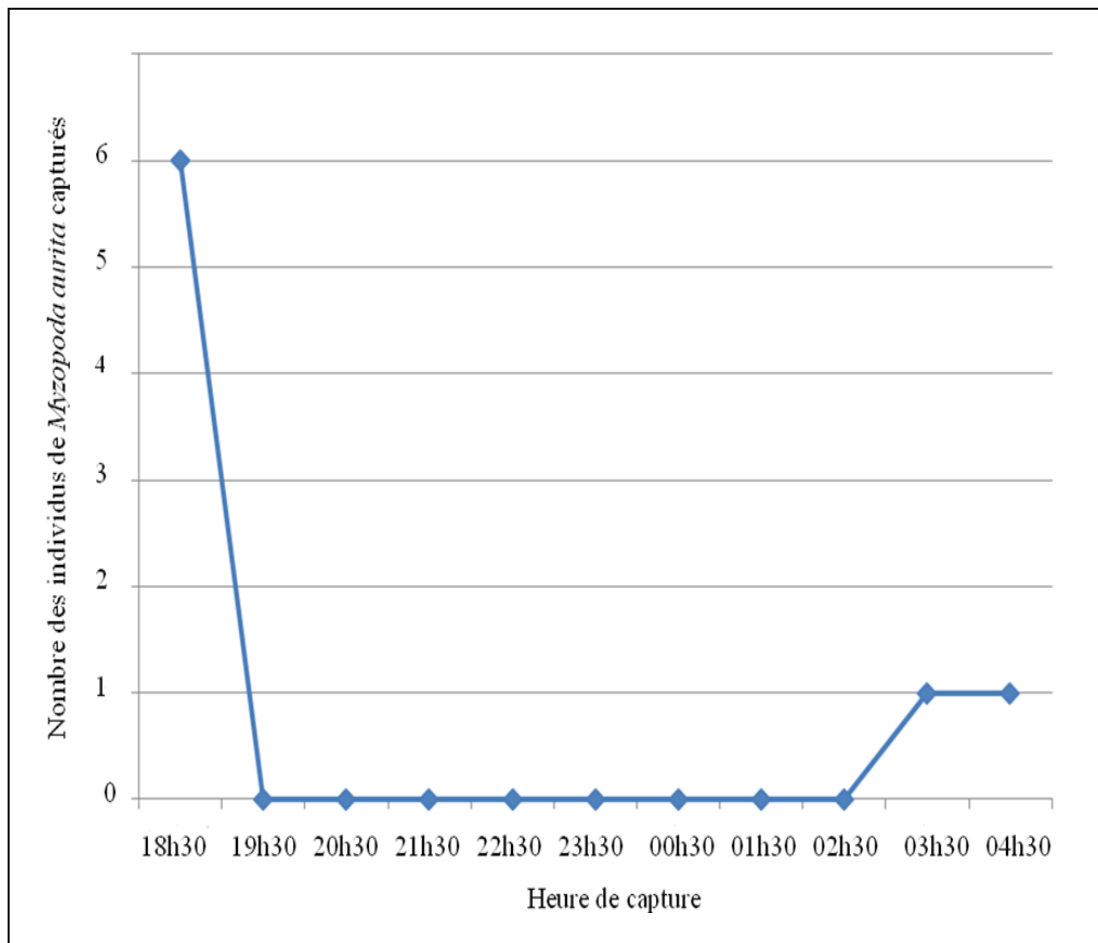


Figure 9. Nombre d'individu de *Myzopoda aurita* capturé en fonction de l'horaire de chasse dans la RNI de Betampona

III.5. Régime alimentaire

III.5.1. Proies disponibles dans les sites de capture

Durant l'échantillonnage avec les pièges Malaise, douze Ordres d'arthropodes (Tableau 4) ont été identifiés au laboratoire dont les Collemboles et les Diptères dominant en effectif : respectivement de 41,7 % et de 29,3 %. Les autres ordres ont été faiblement représentés, ne dépassant pas 10 individus à l'exception des Coléoptères, Homoptères et Lépidoptères.

Tableau 4. Effectif de proies potentielles inventoriées dans chaque site d'échantillonnage de chauves-souris dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

Arthropodes	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	TOTAL
Arachnides	3		3			6
Blattoptères	3		1	2		6
Chilopodes				1		1
Coléoptères	14	7	14	10	3	48
Collemboles	23	17	29	68	28	165
Diptères	27	12	28	13	36	116
Hémiptères	1					1
Homoptères	9	2	3	1	1	16
Hyménoptères	5	2			1	8
Lépidoptères	10	3	7	3	1	24
Orthoptères				1		1
Psocoptères	3		1			4
TOTAL	98	43	86	99	70	396

III.5.2. Pourcentage volume et pourcentage d'occurrence de chaque ordre d'arthropodes consommés par chaque espèce

Cinq Ordres (Arachnides, Coléoptères, Diptères, Hémiptères et Lépidoptères) sont toujours présents dans les pelotes des chauves-souris capturés. Quatre autres Ordres ont été absents dans toutes les pelotes analysées à savoir : les Chilopodes, Collemboles, Homoptères et Orthoptères. En outre, les Ordres des Trichoptères, Neuroptères et Ephéméroptères ont été présentes dans les restes des fragments d'arthropodes contenus dans les pelotes, mais avec un faible pourcentage volume.

- Cas de *Myotis goudoti* (n = 6)

Il consomme sept Ordres d'insectes dont la majorité est des Coléoptères avec 62 % de pourcentage volume et 96,7 % de pourcentage d'occurrence. Les restes ne dépassent pas 10 % du pourcentage volume à part les Lépidoptères (Tableau 5).

Tableau 5. Pourcentage volume (PV) et pourcentage d'occurrence (PF) de chaque ordre d'insecte consommés par *Myotis goudoti*

Arthropodes	PV ± SE (%)	PF (%)
Arachnides	5,8 ± 1,54	63,3
Coléoptères	61,5 ± 6,34	96,7
Diptères	2,5 ± 1,12	23,3
Lépidoptères	19,3 ± 4,73	93,3
Hémiptères	7,5 ± 1,71	50
Neuroptères	0,8 ± 0,83	10
Trichoptères	2,5 ± 1,12	23,3

PV : pourcentage volume exprimé en (%), PF : pourcentage fréquence exprimé en (%),
SE : standard erreur

Myotis goudoti est une espèce généraliste (Rakotoarivelo, 2007), et se nourrit de variétés d'arthropodes à savoir : Lépidoptères, Coléoptères, Hémiptères, Trichoptères, Neuroptères, Arachnides et Diptères.

- **Cas du *Myzopoda aurita*** (n = 5)

Les Lépidoptères dominent presque le 2/3 des proies consommées par *Myzopoda aurita* avec 82,40 % du pourcentage volume et de 100 % du pourcentage fréquence. Les autres arthropodes tels Coléoptères et les, Diptères ne dépassent pas 10 % du pourcentage volume (Tableau 6).

Tableau 6. Pourcentage volume (PV) et pourcentage d'occurrence (PF) de chaque ordre d'arthropodes consommés par *Myzopoda aurita* ayant 5 pelotes fécales

Arthropodes	PV ± SE (%)	PF (%)
Arachnides	4,4 ± 1,16	5,5
Blattoptères	1,0 ± 1,00	20
Coléoptères	6,0 ± 1,76	32,2
Diptères	2,4 ± 1,50	16,3
Ephéméroptères	1,8 ± 1,80	4
Hémiptères	1,0 ± 1,00	8,3
Lépidoptères	82,4 ± 3,37	100
Orthoptères	1,0 ± 1,00	4

- **Cas du *Mops leucostigma*** (n = 1)

Une forte consommation des Coléoptères à un taux de 67 % du pourcentage volume et de 100 % du pourcentage d'occurrence a été observée dans les pelotes de *Mops leucostigma* (Tableau 7).

Tableau 7. Pourcentage volume (PV) et pourcentage d'occurrence (PF) de chaque ordre d'arthropodes consommés par un individu de *Mops leucostigma*

Arthropodes	PV ± SE (%)	PF (%)
Coléoptères	67	100
Diptères	5	60
Ephéméroptères	5	40
Hémiptères	6	80
Hyménoptères	6	40
Lépidoptères	6	80
Trichoptères	5	40

- **Cas d'*Hipposideros commersoni*** (n = 1)

Il consomme beaucoup des Coléoptères avec un taux de 70 % du pourcentage volume et de 100 % du pourcentage d'occurrence dans les pelotes. Les autres Ordres comme Lépidoptères et Diptères sont tous représentés aux environs de 5 % (Tableau 8).

Tableau 8. Pourcentage volume (PV) et pourcentage occurrence (PF) de chaque ordre d'insecte consommés par un individu de *Hipposideros commersoni*

Arthropodes	PV (%)	PF (%)
Lépidoptères	5	400
Coléoptères	70	100
Hémiptères	5	80
Arachnides	5	20
Diptères	5	20
Ephéméroptères	5	40
Psocoptères	5	20

III.5.3. Préférence alimentaire

Les espèces de chauves-souris inventoriées paraissent avoir une préférence totale aux arthropodes présentant un indice d'Ivlev proche de +1. Parmi les proies disponibles, les Diptères semblent éviter ou non accessible aux chauves-souris étudiés (indice d'Ivlev négatif). C'est au niveau de Lépidoptères que la préférence varie entre les espèces de chauves-souris. Ce groupe d'insectes semble être le plus apprécié par *Myzopoda aurita* et évité ou non accessible par *Mops leucostigma* et *Hipposideros commersoni* (Tableau 9).

Tableau 9. Valeurs de l'indice d'électivité d'Ivlev (E) des chauves-souris capturées

Arthropodes	<i>Hipposideros commersoni</i>	<i>Myotis goudoti</i>	<i>Myzopoda aurita</i>	<i>Mops leucostigma</i>
Arachnides	-0,21	0,7	0,38	-
Blattoptères	-	-	-0,32	-
Coléoptères	0,76	0,68	0,72	0,74
Diptères	-	-0,93	-0,95	-0,76
Hémiptères	0,09	0,85	0,23	0,92
Lépidoptères	-0,33	0,57	0,88	-0,76
Hyménoptères	-	-	-	-0,005
Orthoptères	-	-	0,23	0,92
Psocoptères	-0,005	-	-	-
Trichoptères	-	-1	-	-
Ephéméroptères	-1	-	-	-

- : pas analysé

III.6. Analyse biogéographique

Basé sur la présence des espèces de chauves-souris inventoriées (Tableau 10), la richesse spécifique de Betampona avoisine celle des autres sites retenus pour la comparaison. Toutefois, le coefficient de similarité des chauves-souris de Betampona n'a atteint au maximum que 0,62 avec Ivoloina (Tableau 11).

Tableau 10. Liste des espèces inventoriées dans la forêt de basse altitude, Est de Madagascar

	BETAMPONA (1)	IVOLOINA (2)	TAMPOLO (3)	TOLAGNARO (4)	MASOALA (5)
Pteropodidae					
<i>Pteropus rufus</i>	+*	+*	-	+	+
<i>Eidolon dupreanum</i>	-	-	-	+	+
<i>Rousettus madagascariensis</i>	+	-	+	+	+
Myzopodidae					
<i>Myzopoda aurita</i>	+	+	+	+	+
Vespertilionidae					
<i>Myotis goudoti</i>	+	+	-	+	+
<i>Pipistrellus raceyi</i>	-	+	+	-	-
<i>Scotophilus robustus</i>	-	-	-	+	+
Hipposideridae					
<i>Hipposideros commersoni</i>	+	+	+	+	+
Molossidae					
<i>Mops leucostigma</i>	+	+	+	-	+
<i>Mormopterus jugularis</i>	-	-	-	+	-
<i>Chaerephon atsinanana</i>	-	+	-	-	-
<i>Tadarida fulminans</i>	-	-	-	+	-
Miniopteridae					
<i>Miniopterus manavi</i>	-	-	-	-	+
<i>Miniopterus gleni</i>	-	-	-	-	+
<i>Miniopterus fraterculus</i>	-	-	-	-	+
<i>Miniopterus majori</i>	-	-	-	-	+
Emballonuridae					
<i>Paremballonura atrata</i>	-	-	-	-	+
<i>Taphozous mauritanus</i>	-	-	+	-	+
RICHESSSE SPECIFIQUE	6	7	6	9	14

+* : espèce observée ; + : espèce présente ; - : espèce absente.

1 = la présente étude, 2 = Ramasindrazana, 2009, 3 = Ifticène *et al.*, 2005, 4 = Jenkins *et al.*, 2007, 5 = Eger et Mitchell, 2003

Tableau 11. Coefficient de similarité de Jaccard des sites aux alentours de Betampona dans la partie Est de Madagascar

	BET	IVO	TAM	TOL	MAS
BET	1.00				
IVO	0,62	1.00			
TAM	0,5	0,44	1.00		
TOL	0,5	0,33	0,25	1.00	
MAS	0,42	0,31	0,25	0,44	1.00

Les cinq localités sont divisées en deux groupes selon leur affinité aux espèces, dont le premier regroupe Betampona, Ivoloïna, Tampolo et Tolagnaro. Tandis que le second ne regroupe que Masoala.

D'après le dendrogramme ci-dessous (Figure 10), Betampona et Ivoloïna sont les plus similaires avec un coefficient de similarité de Jaccard élevé de 0,62. Ces deux localités possèdent cinq espèces communes à savoir *Pteropus rufus*, *Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti*, *Hipposideros commersoni* et *Mops leucostigma*.

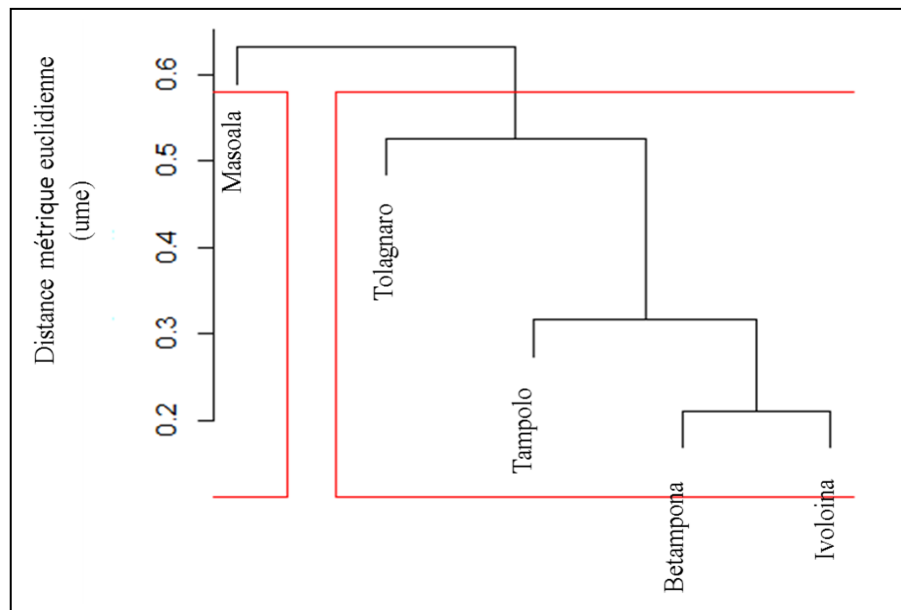


Figure 10. Dendrogramme de similarité de peuplement des chauves-souris entre les sites localisés dans la forêt de basse altitude, Est de Madagascar

III.7. Relation entre les densités de *Ravenala madagascariensis* et de *Myzopoda aurita*

Il existe une relation étroite entre les deux principales plantes indicatrices de la dégradation des forêts à Betampona et les espèces de chauves-souris. Les valeurs R^2

(Tableau 12) ou coefficient de détermination indique la variabilité existant entre chauve-souris et plantes.

Tableau 12. Valeur de corrélation de Spearman par permutation (n=1000) entre l'abondance des *Ravenala*, *Psidium* et des arbres autochtones avec *Myzopoda aurita* dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

	Corrélation de Spearman (probabilité de signification)		
	<i>Ravenala</i>	<i>Psidium</i>	Autochtones
<i>Myzopoda aurita</i>	0,70 (p=0,03)	-0,82 (p=0,02)	-0,81 (p=0,04)

Corrélation avec *Myzopoda aurita*

D'après la Figure 11, lorsque le nombre de *Ravenala madagascariensis* augmente dans chaque site d'échantillonnage le nombre de *Myzopoda aurita* augmente aussi, il y a une corrélation positive entre eux. De l'autre côté, pour le cas de *Psidium cattleyanum* la tendance à une corrélation négative est observé au fur et à mesure que son nombre augmente, il y a diminution du nombre d'espèce capturée. Cette hypothèse a été observée aussi pour le cas des plantes autochtones.

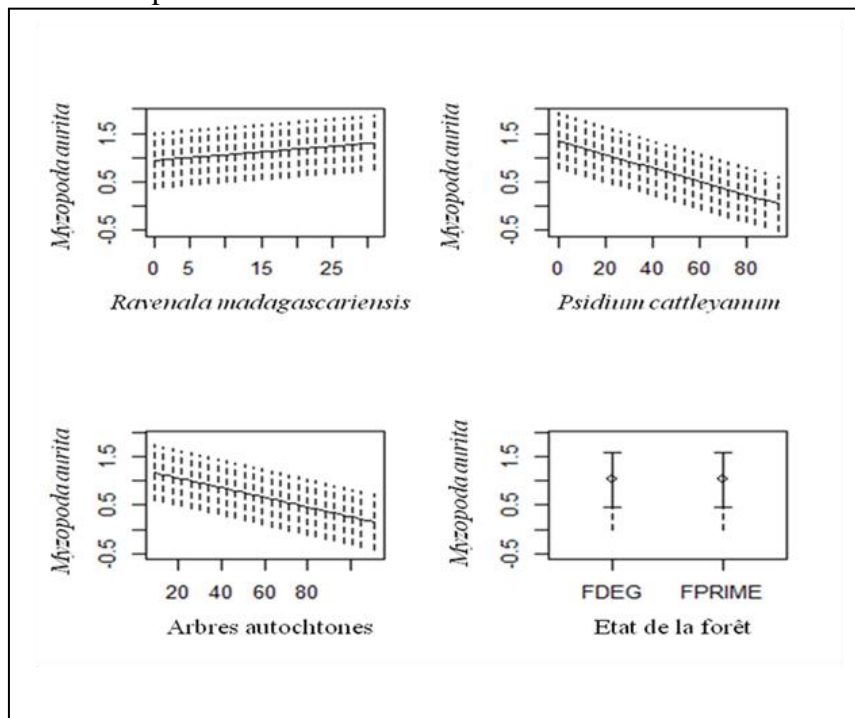


Figure 11. Augmentation du nombre de *Myzopoda aurita* capturé en rapport avec les plantes envahissantes dans les sites d'échantillonnage dans la RNI de Betampona

Corrélation avec *Myotis goudoti*

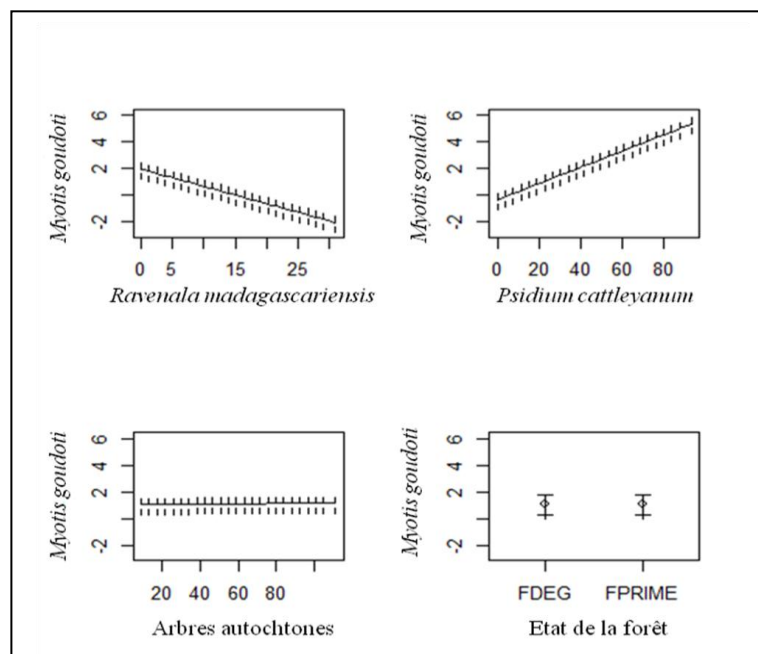
Le coefficient de détermination R^2 est très élevé ($R^2 = 0,79$), ce qui affirme une forte relation de corrélation (Tableau 13).

Tableau 13. Valeur de corrélation de Spearman par permutation (n=1000) entre l'abondance des *Ravenala*, *Psidium* et des arbres autochtones avec *Myotis goudoti* dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona

Corrélation de Spearman (probabilité de signification)			
	<i>Ravenala</i>	<i>Psidium</i>	Autochtones
<i>Myotis goudoti</i>	-0,79 (p<0,01)	0,84 (p<0,001)	0,09 (p=0,17)

D'après la Figure 12, lorsque le nombre des pieds de *Ravenala madagascariensis* augmente ; le nombre d'individu de *Myotis goudoti* diminue. Donc il existe une corrélation négative entre *Ravenala madagascariensis* et *Myotis goudoti*.

La relation entre *Psidium cattleianum* et *M. goudoti* est positive car le nombre d'individu capturé augmente proportionnellement avec l'augmentation des pieds de *Psidium cattleianum*. En outre, il n'y a pas d'individu capturé dans les habitats à dominance des plantes autochtones.



FDEG : forêt perturbée, FPRIME : forêt non perturbée

Figure 12. Corrélation de *Myotis goudoti* avec les végétations existantes dans les sites d'échantillonnage dans la RNI de Betampona

Abondance de Ravenala madagascariensis et de Psidium cattleianum dans les sites d'étude

Dans les trois premiers sites de capture, l'abondance des pieds de *Ravenala madagascariensis* a été observée. Durant l'étude sur terrain, deux sites (site 4 et site 5) ont été pris comme sites témoins en rapport avec cette abondance, la Figure 13 montre la répartition des *Ravenala madagascariensis* dans les sites de captures. Le site 3 présente beaucoup de pieds de *Ravenala madagascariensis* tandis que les deux sites témoins n'ont pas.

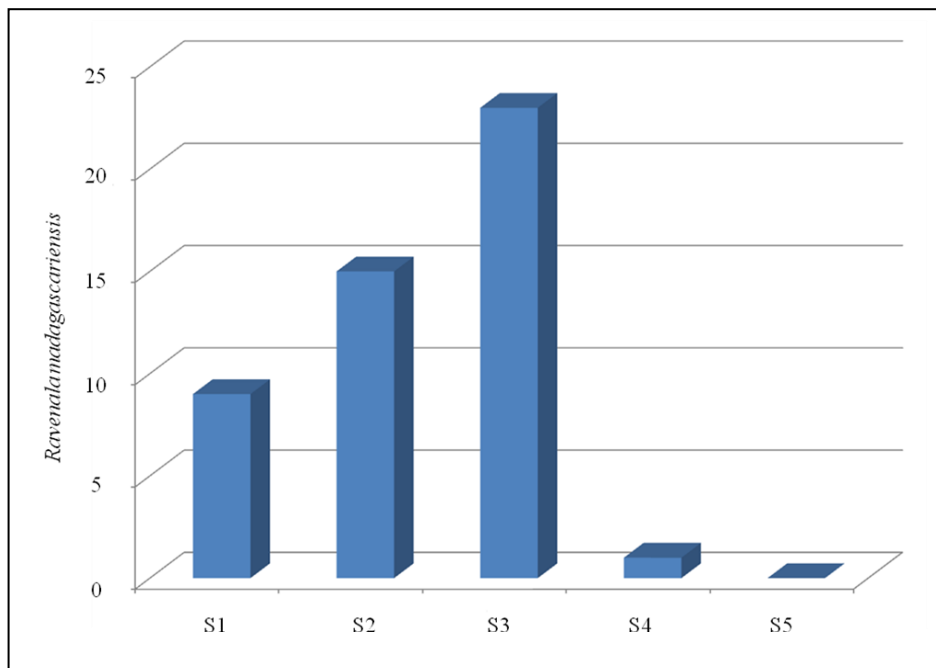


Figure 13. Abondance des *Ravenala madagascariensis* dans les sites de capture dans la RNI de Betampona

Dans cette figure 13, la capture des individus de *Myzopoda aurita* et de *Myotis goudoti* diminue au fur et mesure de la diminution de la densité des plantes envahissantes.

IV. DISCUSSION

IV.1. Diversité spécifique

Au cours de cette étude, six espèces de chauves-souris ont été recensées dans la RNI de Betampona. Trois parmi elles étaient capturées dans les cinq sites d'échantillonnage, à savoir : *Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti* et *Hipposideros commersoni* ; alors que deux autres espèces, *Mops leucostigma* et *Rousettus madagascariensis*, étaient capturées dans les sites complémentaires proches des villages aux alentours de la Réserve. *Myzopoda aurita* et *Myotis goudoti* constituaient les espèces les plus capturées.

Myzopoda aurita a été connu comme une espèce fréquentant les milieux où *Ravenala madagascariensis* abondent dans l'Est de Madagascar (Ralisata *et al.*, 2010). De même, Goodman (2011) stipulait que, *Myzopoda aurita* et *Myotis goudoti* sont connues dans une multitude de milieux, entre autres les forêts dégradées, les zones agricoles anthropogéniques et celles de basse altitude en montagne. Ces constatations concordent donc avec le niveau de capture relativement important des individus de ces deux espèces par rapport aux autres dans la présente étude. L'abondance des *Ravenala madagascariensis* et le fait que la végétation à Betampona a été depuis longtemps parmi celles relativement ouvertes et montrant de signes d'impact anthropiques (Andriamampianina, 1970 ; Armstrong *et al.*, 2011) pourraient expliquer ce résultat.

Les espèces qui gîtent généralement en cavités mais également utilisés les arbres telles *Hipposideros commersoni* (Raharinantenaina *et al.*, 2008). *Pteropus rufus* et *Rousettus madagascariensis* ont été connus comme sensibles aux dérangements et leurs présences sur une localité et leurs pérennités sont suffisamment liées à celle des hommes (Jenkins *et al.*, 2007). Quant à *Mops leucostigma* elle est une espèce ubiquiste, mais elle gîte notamment dans les bâtiments, au point que très peu d'information parle de gîtes naturelles (Andriafidison *et al.*, 2006).

Bien que la biologie de chacune des espèces puisse expliquer la rareté de leurs captures, les 12 nuits d'échantillonnage ne suffisaient pas pour déceler l'ensemble des espèces et individus de chauves-souris dans la RNI de Betampona. Cette courte période était aussi accentuée par le climat pluvieux au cours de laquelle le vent soufflait aussi suffisamment. Ce climat faisait bouger suffisamment les filets japonais et les chauves-

souris sont capable de détecter ces mouvements et minimise ainsi la chance de leurs captures.

Le fait que tous les individus de *Myzopoda aurita* capturés sont tous des mâles serait liés à la relation déjà démontrée par d'autres auteurs entre eux et les feuilles de *Ravenala madagascariensis*, qui servent comme gîte des mâles (Schlieman & Maas, 1978 ; Göpfert & Wasserthal, 1995 ; Ralisata, 2010). Bien que des efforts soient déployés au cours de l'étude, seuls les mâles de *Myzopoda aurita* étaient capturés. Ramasindrazana *et al.* (2009) et Rasoanoro (2014) sont les rares chercheurs à capturer des femelles de cette espèce de chauves-souris, respectivement à Ivoloina et à Kianjavato entre les mois de janvier et février. Ceci pourrait expliquer l'absence de capture de femelles de *Myzopoda aurita* dans la RNI de Betampona, d'autant plus que la présente étude a été effectuée au mois de novembre. De plus, il se peut que les femelles *Myzopoda aurita* ne soient pas actives au cours de la présente étude vu que le temps d'échantillonnage n'a duré qu'environ 12 nuits.

Myzopoda aurita est répandue dans la partie Est de Madagascar (Russ *et al.*, 2001) et classé parmi les espèces vulnérable par l'UICN (Hutson, 2001). Actuellement, elle est passée de préoccupation mineure vue les taux moyens de dégradation de 0,3 % par an en 1950 à 1970, 1,7 % par an à partir de 1970 à 1990 et de 0,9 % par an en 1990 à 2000 (Harper *et al.*, 2007). Soit au total 89 800 km² qui restent de 160 000 km² de la couverture forestière de Madagascar en 1950 (Annexe 11). Cette dégradation augmente l'abondance des *Ravenala madagascariensis* dans la forêt de basse altitude de l'Est (Armstrong *et al.*, 2011) et par conséquent elle contribue à accroître les habitats disponibles pour *Myzopoda aurita*, ne serait-ce que pour les gîtes diurnes. Ce phénomène peut expliquer le fait que cette espèce de chauves-souris s'abonde plus dans les forêts de l'Est de Madagascar vu qu'elles deviennent progressivement riche en *Ravenala madagascariensis* (Hladik *et al.*, 2000), en colonisant les zones de jachères après déforestation (Annexe 12).

IV.2. Analyse morphométrique

Statistiquement les trois espèces (*Mops leucostigma*, *Myotis goudoti* et *Myzopoda aurita*) sont distinctes selon la mensuration de leurs corps, et même diamétralement opposées. Cela signifie que les traits morphologiques mesurés peuvent servir de critère de séparation de ces espèces et qu'aucun chevauchement n'est noté. D'ailleurs, extérieurement, les trois espèces se distinguent par la taille et la forme de l'oreille.

L'absence du chevauchement de ces trois espèces a permis de bien les séparer les unes des autres. En conséquence ceci peut s'exprimer par le non chevauchement de la niche de ces trois espèces. Ces espèces ont leurs propres gîtes et chassent des proies distinctes en fonction de leur préférence.

Le fait que les valeurs des mesures morphométriques des individus de *Myzopoda aurita* se cantonnent dans une aire plus effilée et réduite que celle de deux autres espèces (*Mops leucostigma* et *Myotis goudoti*) pourrait signifier qu'ils ne présentent pas de variation morphologique notable. Il se peut que ces individus soient tous dans un même stade de développement, une hypothèse peu probable étant donné la présence de mâle et de femelle ; soit les ressources alimentaires sont suffisantes dans le site, d'où l'absence de compétition qui peut engendrer des différences morphométriques. D'après Ramasindrazana (2008), il n'existe pas de dimorphisme sexuel chez *Myzopoda aurita*, qui pourrait aussi expliquer la faible variation morphométrique.

Par contre, *Mops leucostigma* reste l'espèce ayant le plus de variation interindividuelle, évoquant ainsi une gamme morphométrique des individus. Le stade de développement des individus capturés et mesurés peut contribuer à cette large variation, mais aussi la potentialité de l'espèce à exploiter différents milieux et ressources. Comme aucune investigation n'est faite sur ce dernier point, des recherches seront encore nécessaires avant que de conclusions fiables soient prises en compte. Pour le moment, l'explication la plus probable est la présence du dimorphisme sexuelle de l'espèce (Ramasindrazana, 2008). Le même cas se présente aussi pour *Myotis goudoti*.

IV.3. Biologie des chauves-souris

IV.3.1. Etat de la reproduction

La reproduction chez les chauves-souris est déclenchée par la forte abondance des insectes, température et précipitation (Cumming & Bernard, 1997). La reproduction de la majorité des espèces de chauves-souris dans les régions tropicales est liée à la diminution de la température (Cumming & Bernard, 1997), leur parturition débute pendant le début de la saison de pluie (Racey, 1982). La gestation apparaît dans la saison moins humide. Ceci peut être expliqué par la taille de l'embryon des femelles des chauves-souris capturées. Presque toutes les femelles de *Myotis goudoti* et *Mops leucostigma* présentent des signes de lactation qui coïncident à l'état des mamelles larges moins de poils. Ces signes indiquent la présence de lactation à plusieurs reprises, donc la reproduction.

Concernant les individus mâles de *Myzopoda aurita* capturés six parmi les neuf individus disséqués ont des épидидymes contournés et sont capables d'effectuer la reproduction. Il se peut que la présence des femelles en gestation est envisageable vu l'état de l'épididyme.

IV.3.2. Mobilité de Myzopoda aurita à la chasse des proies

La mobilité à la chasse des chauves-souris s'effectue après le coucher du soleil. Durant cette étude, le soleil se couche aux environs de 17 h 30. Le piège n'a pas pris effet que vers 18 h 15 engendrant à la recherche des nourritures. La durée de la chasse pendant cette étude n'est que 45 mn. Cette durée peut être influencée par la disponibilité de la nourriture, par le climat au moment de la capture et par la pluie. Après la quête des nourritures, les chauves-souris retournent à leur gîte ce qui correspond à la capture de certaines chauves-souris avant le lever du soleil vers 03 h.

IV.4. Régime alimentaire et préférence alimentaire

L'analyse des pelotes des quatre espèces (*Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti*, *Mops leucostigma* et *Hipposideros commersoni*) a permis de recenser que quatre ordres d'insectes sont toujours présents dans les pelotes de chaque chauve-souris, à savoir : Coléoptères, Lépidoptères, Hémiptères et Diptères, mais à des pourcentages et fréquences différentes selon l'espèce. Bien que les Collembolés, les Diptères et les Coléoptères dominent largement les autres ordres d'arthropodes disponibles dans les sites de captures à la RNI de Betampona, le niveau d'exploitation des proies par les chauves-souris diffère, une constatation déjà remarquée par (Rakotoarivelo *et al.*, 2007).

La première étude des matières fécales de *Myzopoda aurita* a été effectuée par Göpfert & Wasserthal (1995) collecté à Tolagnaro à partir d'un seul individu. Ils déterminaient les Lépidoptères, plus précisément les Microlépidoptères, comme plus dominants. Ceci coïncide avec les résultats obtenus lors de cette étude avec une dominance des Microlépidoptères dans les pelotes de *Myzopoda aurita*. Les Microlépidoptères sont reconnaissables par la présence des écailles contenues dans les pelotes analysées. En plus des Microlépidoptères, cette espèce de chauve-souris consomme des Hémiptères, Coléoptères, Arachnides, Diptères, Ephéméroptères, Blattes et Psocoptères mais tous à faible pourcentage volume (> 6 %). Cette constatation concorde avec l'affirmation faite par Rajemison & Goodman (2007) que *Myzopoda aurita* ne consomme pas uniquement des Microlépidoptères.

La présence des ventouses sur les pattes et poignets de *Myzopoda aurita* est utile pour leur déplacement sur des feuilles lisses de *Ravenala madagascariensis* (Schliemann & Goodman, 2011) et utile aussi pour attraper des arthropodes non volants. Ceci peut expliquer le fait de la présence des fragments d'Arachnides dans quelques pelotes fécales de *Myzopoda aurita*. De même, *Myzopoda aurita* en plein vol est capable de prendre des arthropodes posés sur les feuilles qui la qualifient comme espèce « gleaner » ; c'est aussi le cas de *Myotis goudoti*. Des fibres végétales sont observées dans trois pelotes de *Myotis goudoti*. Ceci affirme qu'au moment de la capture des arthropodes au repos, les arthropodes pourraient s'accrocher à la végétation et arrachent des fragments de feuilles sur les griffes et les avalent accidentellement.

En générale, *Mops leucostigma* se nourrit des Coléoptères, Lépidoptères, Hémiptères et Diptères (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006). Dans la RNI de Betampona, en plus de ces quatre ordres *Mops leucostigma* consomme des Trichoptères, Arachnides et Hyménoptères. Mais les pourcentages des six ordres sont assez faibles sauf pour le cas de Coléoptères (67 %). La taille d'une espèce engendre une sélection et une préférence des proies. Ainsi, *Hipposideros commersoni* est une espèce spécialiste des Coléoptères de grandes tailles (Rakotoarivelo *et al.*, 2007) tandis que *Myotis goudoti* est généraliste des insectes de petites tailles.

En dehors des explications ci-dessus, le régime alimentaire des chauves-souris a un lien étroit avec les ondes d'écholocation, qui est l'outil principal contribuant à la capture des proies et à la navigation. Chaque espèce de chauves-souris a sa propre fréquence d'onde d'écholocation. Par exemple, les fréquences d'ondes d'écholocation maximale de *Myzopoda aurita* est de 42 kHz et pour *Hipposideros commersoni* elles se situent de 64,3 – 66,6 kHz. Les Lépidoptères sont capables de détecter des ondes entre 20 et 60 kHz (REF), ce qui fait que *Myzopoda aurita* diminuerait probablement leur onde pour ne pas être détecté et augmente ainsi la chance de capture des Lépidoptères proies étant donné la dominance de ce groupe d'arthropode dans son régime alimentaire au cours de la présente étude.

IV.5. Analyse biogéographique

Betampona et Ivoloïna se rapprochent davantage et possèdent cinq espèces communes. Ceci peut être due à la ressemblance des caractéristiques climatiques mais avec différence d'altitude. De ce fait, cette différence d'altitude peut exprimer aussi l'absence de *Pipistrellus raceyi* à Betampona, alors que la station forestière d'Ivoloïna en possède

(Ramasindrazana, 2009). De plus Tampolo et Sahafina (Goodman, 2011) affirment sa présence, cela peut être dû à la différence d'altitude fréquenté par *P. raceyi* qui s'étend du niveau de la mer à 100 m.

La différence d'habitat influence la biogéographie des espèces. Par conséquent, *Taphozous mauritanus* nécessite la présence des pieds de cocotiers dans des formations littorales. D'où son absence dans la RNI de Betampona, même si cette fréquente les habitats perturbés des forêts de basse altitude (Goodman, 2011). Cette espèce est présente à Tampolo et Masoala où les conditions de son existence sont présentes.

IV.6. Corrélation de *Myzopoda aurita* et *Myotis goudoti* entre la densité des *Ravenala madagascariensis* et *Psidium cattleianum*

La dégradation de la forêt contribue à l'augmentation de la population de certaines espèces de chauves-souris comme *Myzopoda aurita*. Les relations existant entre les *Myzopoda aurita* mâles et les *Ravenala madagascariensis* sont bien vérifiées du fait qu'à chaque site de capture lorsque le nombre de *Ravenala madagascariensis* augmente, le nombre de *Myzopoda aurita* augmente proportionnellement. Le tavy est fréquemment pratiqué aux alentours de la RNI de Betampona. Il impliquerait la colonisation rapide des espèces pionnières comme *Ravenala madagascariensis* car le sol devient plus pauvre en matière organique et en conditions édaphiques. Ceci pourrait prouver l'abondance élevée des *Ravenala madagascariensis*. Par conséquent, cette abondance inclut un effet positif probable vis-à-vis de l'augmentation de la taille de la population de *Myzopoda aurita* à Betampona.

Le fait que seuls les mâles sont capturés approuve les études ultérieures à Kianjavato faites par Ralisata *et al.* (2015) que les gîtes des *Myzopoda aurita* mâles et femelles sont séparés. Cette hypothèse est fondée sur le fait que les *Myzopoda aurita* mâles et *Ravenala madagascariensis* possèdent une relation étroite.

De l'autre côté, *Myotis goudoti* se localise dans des habitats dégradés. Dans la présente étude, *Psidium cattleianum* est une espèce introduite et très abondante (Tng *et al.*, 2015) qui est présente presque dans tous les sites de capture. *Myotis goudoti* et *Psidium cattleianum* présentent une corrélation positive, c'est-à-dire que le nombre d'individu de *Myotis goudoti* capturé augmente avec la densité de *Psidium cattleianum*. Ceci correspondra à la constatation de Goodman (2011) que les *Myotis goudoti* fréquentent les habitats dégradés car *Psidium cattleianum* est une espèce envahissante du milieu dégradé.

La présente étude admet aussi que les chauves-souris de Madagascar et plus précisément de Betampona ne sont pas forcément des espèces forestières. Ceci admet que les chauves-souris ne dépendent pas d'une couverture forestière pour leurs dortoirs ou leur nourriture (Goodman *et al.*, 2005b). Ce constat est à l'origine d'une faible corrélation avec le nombre des arbres autochtones et aussi le fait que graphiquement aucune différence notable n'a été constatée sur le nombre de chauves-souris entre les sites dégradés et ceux encore naturels. Ceci explique l'absence de capture des chauves-souris dans les forêts non-perturbées de la RNI de Betampona comme le Site 5.

Bien que le niveau de capture demeure faible et la méthode d'évaluation de l'état de dégradation de la forêt de la RNI de Betampona reste mitigée, la tendance observée à l'aide de prédiction par permutation indiquait des résultats déjà prouvés par d'autres auteurs (Andriafidison *et al.*, 2006). Le faible taux de capture des chauves-souris, probablement lié au climat plus venteux et le nombre très limités de l'échantillonnage incitent à suggérer que plus d'investigations seraient encore nécessaire pour mieux éclaircir certains points d'ombre dans cette relation niveau de dégradation de l'habitat naturel et chauves-souris à Betampona.

CONCLUSION

Cette étude a permis de donner des premières informations concernant les espèces des chauves-souris présentes dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona. Elle fournit aussi des informations sur la biologie de reproduction, le régime alimentaire et l'affinité de quelques espèces à la forêt dégradée avec abondance des *Ravenala* et des *Psidium*. Pour maximiser le recensement, des observations, des captures à la main suivies des captures avec pièges dans des sites aléatoires ont été effectuées. Au total, six espèces des chauves-souris ont été recensées dans la réserve et aux alentours. Parmi eux, trois espèces (*Myzopoda aurita*, *Hipposideros commersoni* et *Rousettus madagascariensis*) ont été capturées par le filet japonais, *Myotis goudoti* capturés par piège harp et que *Pteropus rufus* a été recensé par observation en plein vol et que *Mops leucostigma* a été recensé par capture à la main.

Les études de la morphologie de chauves-souris capturées ont montré que *Mops leucostigma* possède un dimorphisme sexuel au niveau de la longueur total et le poids des *Myotis goudoti* mâles et femelles sont différentes. D'ailleurs, les mensurations externe sont distinctes entre *Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti* et *Mops leucostigma* et les qualifient comme critères de séparation de chaque espèce dans leur propre niche.

La reproduction des chauves-souris a une relation étroite avec les conditions climatiques. Ces dernières délimitent l'ovulation, la parturition et l'allaitement. Elle est variable selon les espèces.

Le régime alimentaire et la préférence alimentaire des chauves-souris de la RNI de Betampona varient selon les espèces. Dans toutes les crottes analysées, cinq ordres d'Arthropodes sont présentes à savoir : Coléoptères, Lépidoptères, Hémiptères, Arachnides, et Diptères mais en pourcentage différent. *Myzopoda aurita* préfère surtout les Lépidoptères, identifiables à partir des écailles dans les pelotes. Les Coléoptères constituent des proies préférées des *Hipposideros commersoni*. Tandis que *Mops leucostigma* et *Myotis goudoti* ont des variétés de proies. Bien que les Collembolés et les Diptères dominant en quantité dans les pièges Malaise posée au moment de capture des chauves-souris, ils sont moins consommés.

La relation existant entre *Ravenala madagascariensis* et *Myzopoda aurita* mâles ainsi que la relation entre *Psidium cattleianum* et *Myotis goudoti* ont été mise en évidence. Ces deux espèces exigent des habitats dégradés d'après la présente étude. Quand *Ravenala*

madagascariensis augmente en nombre, *Myzopoda aurita* abonde, suite à l'utilisation des jeunes feuilles comme gîtes diurnes. Une augmentation en parallèle entre *Myotis goudoti* et *Psidium cattleyanum* s'observe aussi.

En terme d'affinité biogéographique, la richesse spécifique en chauves-souris de la RNI de Betampona reste similaire à ceux des autres sites de mêmes caractéristiques dans partie Est de Madagascar. Toutefois, Ivoloïna partage le plus d'espèce avec lui et Masoala s'écarte largement. L'altitude et certains éléments telle l'absence de cocotiers, expliqueraient l'absence de quelques espèces de chauves-souris durant la présente étude à Betampona : *Taphozous mauritanus*.

Les principales informations, objets de la présente étude, sont donc obtenues bien que certains points demeurent à approfondir comme la relation citée ci-dessus, les activités des chauves-souris, les faibles capture et observation des quelques espèces quasi ubiquistes à Madagascar. Ces points d'ombre proviennent probablement du climat et le temps très limité, seulement 12 jours, de l'échantillonnage. Il serait ainsi intéressant de mener de recherches plus poussées au cours de période plus favorable dans la RNI de Betampona permet d'étoffer les connaissances des chauves-souris malgaches surtout dans la partie orientale.

RECOMMANDATIONS

Le faible nombre d'individus capturés de l'ensemble des espèces de chauves-souris dans la RNI de Betampona, avec la superficie réduite de la réserve (2228 ha) et son état de dégradation, urgent la nécessité de la maîtrise des perturbations causées par l'incursion des gens à travers le renforcement de patrouille et la sensibilisation des riverains. En fait, vu la taille suffisamment réduite de la réserve, la plupart des populations animales et végétales y seraient plus réduites et par conséquent plus exposées au transfert de maladies ou d'espèces envahissantes pouvant être apportés par l'homme et ses animaux domestiques. Comme aucune information n'existe sur d'éventuelle chasse de chauves-souris ou autres animaux de la réserve au cours de la présente étude, une considération de telle pratique dans la protection du site est à recommander.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aitchison, J., & Aitken, C. G. (1976). Multivariate binary discrimination by the kernel method. *Biometrika*, 63 (3), 413-420.
- Andriamampianina, J., & Peyrieras, A. (1972). Les réserves naturelles de Madagascar. *Conférence internationale sur la conservation de la nature et des ressources à Madagascar. 1*, 103-123.
- Andriafidison, D., Andrianaivoarivelo, R., & Jenkins, R. K. B. (2006). Records of tree roosting bats from western Madagascar. *African Bat Conservation News*, 8, 5-6.
- Andrainaivoravelo, R. A., Ranaivoson, N., Racey, P. A., & Jenkins, R. K. B. (2006). The diet of three synanthropic bats (Chiroptera: Molossidae) from eastern Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8, 439-444.
- Armstrong, A., Shugart, H. H., & Fatoyinbo, T. E. (2011). Characterization of community composition and forest structure in a Madagascar lowland rainforest. *Tropical Conservation Science*, 4, 428–444.
- Birkinshaw, C. (2002). Priority areas for plant conservation. *Ravintsara*, 1, 20-21.
- Black, H. L. (1974). A north temperate bat community: structure and prey populations. *Journal of Mammalogy*, 55(1), 138-157. <http://doi.org/10.2307/1379263>.
- Bollen, A., Van Elsacker, L., & Ganzhorn, J. U. (2004). Tree dispersal strategies in the littoral forest of Sainte Luce (SE-Madagascar). *Oecologia*, 139(4), 604. <http://doi.org/10.1007/s00442-004-1544-0>.
- Bora, P., Glaw, F., Rabibisoa, N., Ratsavina, F., Raxworthy, C. J. & Rakotondrazafy, N. A. (2011). *The IUCN Red List of Threatened Species 2011*: e.T172883A6935268. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T172883A6935268.en>.
- Borror, D. J. & White, R. E. (1970). *A field guide to insects. America north of Mexico*. Houghton Mifflin, Boston.
- Britt, A., Iambana, B. R., Welch, C. R. & Katz, A. S. (2003). Restocking of *Varecia variegata variegata* in the Réserve Naturelle Intégrale de Betampona. In S. M. Goodman

& J. P. Benstead, *The natural history of Madagascar* (pp. 1545-1551). The University of Chicago Press, Chicago.

Cardiff, S. G., Ratrimomanarivo, F. H., Rembert, G. & Goodman, S. M. (2009). Hunting, disturbance and roost persistence of bats in caves at Ankarana, northern Madagascar. *African Journal of Ecology*, 47(4), 640–649. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2008.01015.x>

Cumming, G. S. & Bernard, R. T. (1997). Rainfall, food abundance and timing of parturition in African bats. *Oecologia*, 56, 309-317.

Dytham, C. (2011). *Choosing and using statistics. A biologist's guide*. 3rd edition. Wiley-Blackwell, Oxford (pp 298).

Eger, J. L. & Mitchell, L. (1996). Biogeography of the bats of Madagascar. In W. R. Lourenço, *Biogéographie de Madagascar* (pp. 321-328). ORSTOM, Paris.

Eger, J. L., & Mitchell, L. (2003). Chiroptera, bats. In S. M. Goodman, & J. P. Benstead, *The natural history of Madagascar* (pp. 1287-1298). The University of Chicago Press, Chicago.

Foley, N. M., Thong, V. D., Soisook, P., Goodman, S. M., Armstrong, K. N. & Jacobs, D. S. (2015). How and why overcome the impediments to resolution: Lessons from rhinolophid and hipposiderid bats. *Molecular Biology and Evolution*, 32, 313-333.

Goodman, S. M. (2011). *Les chauves-souris de Madagascar*. Association Vahatra, Antananarivo.

Goodman, S. M. & Cardiff, S. G. (2004). A new species of *Chaerephon* (Molossidae) from Madagascar with notes on other members of the family. *Acta Chiropterologica*, 6, 227-248.

Goodman, S. M., Rakotondramanana, C. F., Ramasindrazana, B., Kearney, T., Monadjem, A., Schoeman, M. C. & Taylor, P. J. (2015b). An integrative approach to characterize Malagasy bats of the subfamily Vespertilininae Gray, 1821, with the description of a new species of *Hypsugo*. *Zoological Journal of Linnean Society*, 173, 988-1018

- Goodman, S. M., Rakotondraparany, F., K., & Kofoky, A. (2007). The description of new species of *Myzopoda* (Myzopodidae: Chiroptera) from western Madagascar. *Mammalian Biology*, 72, 65-81.
- Goodman, S. M., Ramasindrazana, B., Maminirina, C., Schoeman, M. C., & Appleton, B. (2011). Morphological, bioacoustical, and genetic variation in *Miniopterus* bats from eastern Madagascar, with the description of a new species. *Zootaxa*, 2880, 1-19.
- Goodman, S. M., Ramasindrazana, B., Naughton, K. M., & Appleton, B. (2015a). Description a new species of the *Miniopterus aelleni* group (Chiroptera: Miniopteridae) from areas central and northern Madagascar. *Zootaxa*, 3936 (4), 538-558.
- Goodman, S. M., Andriafidison, D., Andrianaivoarivelo, R., Cardiff, S. G., Ifticène, R. K. B., Kofoky, A., Mbohoahy, T., Rakotondravony, D., Ranivo, J., Ratriomanarivo, F., Razafimanahaka, J. & Racey, P. A. (2005b). The distribution and conservation of bats in the dry regions of Madagascar. *Animal conservation*, 8, 153-165.
- Goodman, S. M., Ratriomanarivo, F. H., & Randrianandrianina, F. (2006). A new species of *Scotophilus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from western Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8, 21-37.
- Goodman, S. M., Puechmaille, S. J., Friedli-Weyeneth, N., Gerlach, J. Ruedi, M., Schoeman, M. C., Stanley, W. T. & Teeling, E. C. (2012a). Phylogeny of the Emballonurini (Emballonuridae) with descriptions of a new genus and species from Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 93 (6), 1440-1455.
- Goodman, S. M., Taylor, P. J., Ratriomanarivo, F. & Hooper, S. R. (2012b). The genus *Neoromicia* (Family Vespertilionidae) in Madagascar, with the description of a new species. *Zootaxa*, 3250, 1-25.
- Göpfert, C. & Wasserthal, L. T. (1995). Notes on echolocation calls, food and roosting behaviour of the Old World sucker-footed bat *Myzopoda aurita* (Chiroptera, Myzopodidae). *Mammalian Biology*, 60, 1-8.
- Gras, R., & Saint-Jean, L. (1982). Comments about Ivlev's electivity index. *Revue.d'Hydrobiologie. Tropicale.*, 15(1), 33-37.
- Green, G. M. & Sussman, R. W. 1990. Deforestation history of the eastern rain forests of Madagascar from Satellite Images. *Science* 248, 212-215.

- Grubb, P. J. 2003. Interpreting some outstanding features of the flora and vegetation of Madagascar. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6, 125-146
- Guerzou, A., Boukraa, S., Souttou, K., Derdoukh, W., Guerzou, M., Sekour, M., & Bazizneffah, F. (2012). Place des insectes dans le régime alimentaire du Grand Corbeau *Corvus corax* (Aves, Corvidae) dans la région de Guelt es Stel (Djelfa, Algérie). *Entomologie Faunistique*, 64, 49-55.
- Harper, G. J., Steininger, M. K., Tucker, C. J., Juhn, D. & Hawkins, F. (2007). Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation*, 34 (4), 1-9.
- Hayfield, T. & Racine, J. S. (2008). Nonparametric Econometrics: The np Package. *Journal of Statistical Software* 27: 1-32.
- Hladik, A., Blanc, P., Dumetz, N., Jeannoda, V., Rabenandrianina, N. & Hladik, M. C. (2000). Données sur la repartition géographique du genre *Ravenala* et sur son rôle dans la dynamique forestière à Madagascar. *Mémoire de la société de biogéographie de Paris*.
- Hutson, A. M., Mickleburg, S. P. & Racey, P. A. (2001). *Global status survey and conservation action plan microchiropteran bats*. IUCN/SSC, Chiroptera Specialist Group, Gland and Cambridge.
- Ifticene, E., Razafimanahaka, H. J. & Goodman, S. M. (2005). Les Chiroptères. In J. Ratsirarson, & S. M. Goodman, Suivi de la Biodiversité de la forêt littorale de Tampolo. *Recherche pour le développement, Série Sciences Biologiques*, 22, 81-88.
- Ivlev, V. S. (1961). *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press, New Haven, USA.
- Jacobs, J. (1974). Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia* 14, 413-417.
- Jenkins, R. K. B., Kofoky, A. F., Russ, J. M., Andriafidison, D., Siemers, B. M., Randrianandrianina, F., Mbohoahy, T., Rahaingodrahety, V. N., & Racey, P. A. (2007). In J. U. Ganzhorn, S. M. Goodman & M. Vincelette, *Biodiversity, ecology and conservation of littoral ecosystems in southeastern Madagascar, Tolagnaro (Fort dauphin)* (pp 209-222). Smithsonian Institution, Washington, D.C.

- Jenkins, R. K. B. & Racey, P. A. (2008). Bats as bushmeat in Madagascar. *Madagascar Conservation and Development*, 3(1), 22–30. <http://doi.org/10.4314/mcd.v3i1.44132>.
- Jenkins, R. K. B., Racey, P. A., Andriafidison, D., Razafindrakoto, N., Razafimahatratra, E., Rabearivelo, A. & Razafimanahaka, H. J. (2007). Not rare, but threatened: The endemic Madagascar flying fox *Pteropus rufus* in a fragmented landscape. *Oryx*, 41(02), 263.
- Jones, G. & Rydell, J. (2003). Attack and defense interaction between echolocating bats and their prey. In T. H. Kunz, & M. B. Fenton, *Bat ecology* (pp. 301-345). The University of Chicago Press, Chicago.
- Jones, G. & Teeling, E. C. (2006). The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 149-156.
- Kremen, C. (2003). The Masoala peninsula. In S. M. Goodman, & J. P. Benstead, *The natural history of Madagascar* (pp 1459-1466). The University of Chicago Press, Chicago.
- Kunz, T. H. (1982). Roosting ecology of bats. In T. H. Kunz, *Ecology of bats* (pp. 1-55). Plenum Press, New York.
- Kunz, T. H., & Kurta, A. (1988). Capture methods and holding devices. In T. H. Kunz, *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (pp. 1-29). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Li, Q. & Racine, J. S. (2007). *Nonparametric Econometrics: Theory and Practice*. Princeton University Press, Oxford.
- Lowry II, P.P., Schatz, G. E. & Phillipson, P.B., (1997). The classification of natural and anthropogenic vegetation in Madagascar. In: Goodman, S.M., Patterson, B.D, *Natural change and human impact in Madagascar*. (pp. 93–123). Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Madagascar Fauna and Floral Group. (2008). *Plan de gestion de conservation de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona*. MFG, Toamasina.
- McGill, B. J., Etienne R. S., Gray J. S., Alonso D., Anderson M. J., Benecha H. K., Dornelas M., Enquist B. J., Green J. L., He F., Hurlbert A. H., Magurran A. E., Marquet P. A., Maurer B. A., Ostling A., Soykan C. U., Ugland K. I. & White E. P. (2007). Species

abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. *Ecology Letters*, 10, 995–1015.

Mittermeier, R. A., Myers, N., Mittermeier, C. G. & Robles, G. P. (1999). *Hotspots earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Mexico City, CEMEX.

Moosman, P. R., Thomas, H. H. & Veilleux, J. P. (2012). Diet of the widespread insectivorous bats *Eptesicus fuscus* and *Myotis lucifugus* relative to climate and richness of bat communities. *Journal of Mammalogy*, 93(2), 491–496. <http://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-274.1>

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. & Kents, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M. & Kindt, R. (2016). Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-5.

Olsson, A., Emmett, D., Henson, D. & Fanning, E. 2006. Activity patterns and abundance of microchiropteran bats at a cave roost in south-west Madagascar. *African Journal of Ecology*, 44: 401-403.

Racey, P. A. (1988). Reproductive assessment in bats. In T. H. Kunz, *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (pp. 31-45). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Raharinantenaina, I. M., Kofoky, A. F., Mbohoahy, T., Andriafidison, D., Randrianandrianina, F., Ramilijaona, O. R. & Jenkins, R. K. (2008). *Hipposideros commersoni* (E. Geoffroy, 1813, Hipposideridae) roosting in trees in littoral forest, south-eastern Madagascar. *African Bat conservation News*, 15, 2-3.

Rajemison, B. & Goodman, S. M. (2007). The diet of *Myzopoda schliemanni*, a recently described Malagasy endemic based on scat analysis. *Acta Chiropterologica*, 9, 311-313.

Rakotoarivelo, A. R. (2007). *Sélection des proies et des habitats exploités par cinq espèces sympatriques de microchiroptères dans la forêt sèche caducifoliée du Tsingy de Bemaraha, Madagascar*. Mémoire D.E.A., Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo.

- Rakotoarivelo, A. R., Ranaivoson, N., Ramilijaona, O. R., Kofoky, A. F., Racey, P. A. & Jenkins, K. B. (2007). Seasonal food habits of five sympatric forest microchiropterans in western Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 88, 959-966.
- Rakotondramanana, C. F. (2011). *Etudes bio-écologique et morphologique des chauves-souris de Kirindy CNFEREF, Morondava, Madagascar*. Mémoire de D. E. A., Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo.
- Ralisata, M., Andriamboavonjy, F. R., Rakotondravony, D., Ravoahangimalala, O. R., Randrianandrianina, F. H. & Racey, P. A. (2010). Monastic *Myzopoda* : the foraging and roosting ecology of sexually segregated Malagasy endemic bat. *Journal of Zoology*, 282, 130-139.
- Ralisata, M., Rakotondravony, D. & Racey, P. A. (2015). The relationship between male sucker-footed bats *Myzopoda aurita* and the traveller's tree *Ravenala madagascariensis* in south-eastern Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 17 (1), 95-103.
- Ramasindrazana, B. (2009). Bat inventory of the Ivoloïna Forestry Station, Atsinanana Region, Madagascar. *African Bat Conservation News*, 21: 7-10.
- Ramasindrazana, B., Rajemison, B. & Goodman, S. M. (2009). The diet of the endemic bat *Myzopoda aurita* (Myzopodidae) based on fecal analysis. *Malagasy Nature*, 2: 159-163.
- Randrianandrianina, F. H., Racey, P. A. & Jenkins, R. K. B. (2010). Hunting and consumption of mammals and birds by people in urban areas of western Madagascar. *Oryx*, 44(3), 411–415. <http://doi.org/10.1017/S003060531000044X>.
- Rasoanoro, M., Ramasindrazana, B., Rajemison, B., Razamihatratra, E. & Goodman, S. M. (2015). Préférence alimentaire des chauves-souris de Kianjavato, Région de Vatovavy-Fitovinany, Madagascar. *Malagasy Nature*, 9, 58-67.
- Schatz, G., & Rasolohery, A. (2007). Forêt humide. In J. Moat & P. Smith, *Atlas de la végétation de Madagascar* (pp 31). Royal Botanic Garden, Kew.
- Shiel, C., McAney, C., Sullivan, C. & Fairley, J. (1997). *Identification of arthropod fragments in bats droppings*. The Mammal Society, London.
- Schliemann, H. & Goodman, S. M. (2011). A new study on the structure and function of the adhesive organs of the Old World sucker-footed bat (*Myzopoda*: Myzopodidae) of

Madagascar. *Journal Verhandlungen des. Naturwissenschaftlichen. Vereins. Hamburg*, 46, 313–330?

Simmons, N. B. (2005). Order Chiroptera. In D. E. Wilson & D. M. Reeder, *Mammals species of the world : A taxonomic and geographical reference*, 3rd edition (pp. 312-529). John Hopkins University, Baltimore.

Strauss, R. E. (1979). Reliability estimates for Ivlev's Electivity Index, the forage ratio, and a proposed linear index of food selection. *Transactions of the American Fisheries Society*, 108, 344-352.

Teeling, E. C., Dool, S., & Springer, M. S. (2012). Phylogenies, fossils and functional genes : The evolution of echolocation in bats. In G. F. Gunnell & N. B. Simmons, *Evolutionary history of bats. Fossils, molecules and morphology* (pp. 1-22). Cambridge University Press, Cambridge.

Thomas, H. H., Moosman, P. R., Veilleux, J. P., & Holt, J. (2012). Foods of bats (Family Vespertilionidae) at five locations in New Hampshire and Massachusetts. *Canadian Field-Naturalist*, 126, 117-124.

Tng, D.Y., Goosem, M. W., Paz, C. P., Preece, N. D., Goosem S., Fensham, W., & Laurance, S. G. (2015). Characteristics of the *Psidium cattleianum* invasion of secondary rainforests. *Austral Ecology*. Doi: 10. 1111/aec. 12319

Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. 4th Edition. Springer, New York.

Whitaker Jr, J. O. (1988). Foods habits analysis of insectivorous bats. In T. H. Kunz, *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (pp. 171-189). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Whitaker Jr, J. O. 2004. Prey selection in a temperate zone insectivorous bat community. *Journal of Mammalogy*, 85, 460-469.

ANNEXE

Annexe 1. Rivières et ruisseaux permanents dans les versants Nord et Sud de la RNI de Betampona

VERSANT NORD		VERSANT SUD	
Ruisseaux	Rivières	Ruisseaux	Rivières
Maintimbato Lohanisahambendrana	Sahambendrana	Ranomena, Sahabefoza Lohanifontsimavo Lambohoraka	Fontsimavo
Sahavoronkely, Sahavorombe Lohanisahabe	Tolongoina Sahabe	Lohanisahasarotra Patsitratra Ranomandry, Sakoho	Sahasarotra Marendrano
Samanasy, Lohanisahasatay Lohanisahamangatsiaka	Sahatay Sahamangatsiaka	Sahamonina Andranomiditra Lohanisahatodinga Lohamarotaho Lohanisahasarotra	Sahindrana Sahatodinga Seranampotsy Sahasarotra

Source: Madagascar Fauna and Flora Group, 2008

Annexe 2. Liste des Mammifères primates connus dans la RNI de Betampona

Famille	Espèces
Cheirogalidae	<i>Microcebus rufus</i> <i>Cheirogaleus major</i> <i>Phaner furcifer furcifer</i>
Megaladapidae	<i>Lepilemur mustelinus</i>
Lemuridae	<i>Hapalemur griseus griseus</i> <i>Eulemur fulvus albifrons</i> <i>Varecia variegata variegata</i>
Indridae	<i>Avahi laniger</i> <i>Propithecus diadema diadema</i> <i>Indri indri</i>
Daubentonidae	<i>Daubentonia madagascariensis</i>

Source : Britt *et al.*, 2003

Annexe 3. Liste des Mammifères non primates connus dans la RNI de Betampona

Ordre	Famille	Sous-famille	Espèces
Lipotyphla	Tenrecidae	Tenrecinae	<i>Tenrec ecaudatus</i> <i>Setifer setosus</i>
		Oryzorictinae	<i>Microgale</i> sp.
	Soricidae		<i>Suncus madagascariensis</i> *
Rodentia	Muridae	Nesomyinae	<i>Nesomys rufus</i>
		Murinae	<i>Rattus rattus</i> * <i>Mus musculus</i> *
Carnivora	Viverridae	Cryptoproctinae	<i>Cryptoprocta ferox</i>
		Euplerinae	<i>Fossa fossana</i>
	Herpestidae	Galidiinae	<i>Galidia elegans</i> <i>Galidictis fasciata</i> <i>Salanoia concolor</i>
Artiodactyla	Suidae		<i>Potamochoerus larvatus</i> *

* : Espèces introduites

Source : Britt *et al.*, 2003

Annexe 4. Sites d'étude dans la RNI de Betampona

Sites	Coordonnées géographiques	Altitude (m)	Végétation dominante	Pièges utilisés avec leur nombre	Emplacement
Site 1	S 17°55,865' E 49°12,200'	328	Constitué par quelques pieds de <i>Ravenala madagascariensis</i> et de <i>Psidium cattleianum</i> , avec des arbres autochtones.	Filet 6 m x 1 Piège harpe	Traversant la piste principale menant vers la RNI de Betampona
Site 2	S 17°55,828' E 49°12,198'	345	Constitué par des groupes de population de <i>Ravenala madagascariensis</i> et de <i>Psidium cattleianum</i> .	Filet 6 m x 1 Filet 12 m x 1 Piège harpe	Traversant la piste principale de la RNI et à sa limite.
Site 3	S 17°55,690' E 49°12,156'	351	Peu de <i>Ravenala madagascariensis</i> mais les <i>Psidium cattleianum</i> sont abondants avec quelques arbres autochtones.	Filet 6 m x 2 Piège harpe	Traversant la piste principale de la RNI et à 300 m de la limite à l'intérieur.
Site 4 Témoin	S 17°55,417' E 49°11,971'	399	Constitué par des plantes autochtones. Avec peu de <i>Ravenala madagascariensis</i> et pas de <i>Psidium cattleianum</i> .	Filet 6 m x 2 Piège harpe	Traversant la piste principale de la RNI et à 900 m de la limite à l'intérieure.
Site 5 Témoin	S 17°54,629' E 49°12,055'	327	Constitué par des plantes autochtones de la Réserve Naturelle Intégrale.	Filet 12 m x 1 Filet 6 m x 2 avec piège harpe	Traversant la rivière de Sahalalina en plein cœur de la RNI.

Annexe 5. Sites complémentaires dans le contexte de cette étude

Sites	Coordonnées géographiques	Altitude (m)	Végétation dominante	Pièges utilisés avec leur nombre	Emplacement
Fontsimavo	S 17°55,900' E 049°12,696'	100	Constitués par la domination de la plantation de riz, des litchis, des bambous et des <i>Ravenala madagascariensis</i>	Capture à la main	Dans l'Ecole Primaire Public de Fontsimavo
Ambodirafia	S 17°55,677' E 049°10,896'	104	Constitués par des raphias et quelques bambous	Capture à la main	Dans l'église catholique d'Ambodirafia
Andratambe	S 17°55,916' E 049°12,732'	101	Constitués par des <i>Ravenala madagascariensis</i> mais dominés par des pieds de bananiers, des bambous ; et quelques parties des terres sont transformés en riziculture	Filet 6 m x 1 Filet 12 m x 2	Traversant la rivière Fontsimavo, situé au sud de la réserve.

Annexe 6. Exemple de fiche de mesure des chauves-souris utilisé pendant l'inventaire dans la RNI de Betampona

LOCALITY										
Madagascar: ex-Province de Toamasina, Région Atsinanana, Rendriendry, limite de la RNI de Betampona										
S 17°55.865' E 049°12.200' ~ 320 m Site 1										
FIELD NO.			COLLECTOR				DATE			
SMG 19224			Haja RABARISON-S.M. Goodman				10 Nov 2015			
SPECIES						PREPARATION		SEX	AGE	
Myzopoda aurita						Pickle+skul		♂		
TL	TV	HF	EAR	FA	WT	COLLECTION METHOD				
104	46	5	33	48	8,4	6 m mist net				
♂	TESTES POSITION		SIZE		EPIDIDYMIS		ACCESSORY GLANDS			
	Abd.	Scrot.	L	xw	mm	Con.	Net.	Con.		
♀	MAMMAE NO.			CONDITION			VAGINA		REPRO. STAGE	
	Ax.	Ab.	Inq.	Sm.	Lg.	Lact.	Perf.	Imp.	Nul.	Prim.
PUBIC SYMPHYSIS			EMBRYOS			PLACENTAL SCARS				
Cloud Slight Open Open			L R C-R			mm L R				
HABITAT										
Forêt secondaire dominée par des Ravenala, Psidium										
REMARKS										
Sans ectos- Tissus- Crotte-Urine - Sang (serobuward)- Frottis										
						TISSUES		CAT. NO.		
						X 2				

Annexe 7. Les mesures morphométriques des chauves-souris de la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona et ses alentours

	SEXE	LT	LQ	LP	OR	AB	P
<i>Myotis goudoti</i> (n = 10)	M	91,8 ± 1,43	39 ± 2,77	5,2 ± 0,2	8 ± 0	39,2 ± 0,37	5,4 ± 0,16
		88-96 ; n = 5	28-41 ; n = 5	5-6 ; n = 5	8 ; n = 5	38-40 ; n = 5	5-5,8 ; n = 5
	F	91,4 ± 1,63	42,6 ± 1,21	5,6 rt± 0,25	7,6 ± 0,25	38,8 ± 0,37	7,6 ± 0,03
		87-92 ; n=5	39-43 ; n=5	5-6 ; n= 5	7-8 ; n= 5	38-40 ; n= 5	7,5-7,7 ; n=5
<i>Mops leucostigma</i> (n = 8)	M	116 ± 0,58	39,4 ± 0,33	8,7 ± 0,33	19,3 ± 0,33	45 ± 0	21,4 ± 1,27
		116-117 ; n= 3	39-40 ; n= 3	8-9 ; n= 3	19-20 ; n= 3	45 ; n=3	20-23,9 ; n= 3
	F	113,2 ± 2,09	38,8 ± 0,37	8,4 ± 0,24	18,2 ± 0,2	44,4 ± 0,4	21,4 ± 1,36
		109-120 ; n= 5	38-40 ; n= 5	8-9 ; n= 5	18-19 ; n= 5	43-45 ; n= 5	18,7-25,2 ; n= 5
<i>Myzopoda aurita</i> (n = 9)	M	109,2 ± 1,12	44,6 ± 0,94	4,67 ± 0,17	32,9 ± 0,2	48,1 ± 0,45	8,9 ± 0,19
		104-115 ; n= 9	42-48 ; n= 9	4-5 ; n= 9	32-34 ; n= 9	46-51 ; n= 9	8,3-9,6 ; n= 9
<i>Hipposideros commersoni</i> (n = 1)	F	127	46	13	32	96	58,5
<i>Rousettus madagascariensis</i> (n = 1)	M	129	15	16	18	75	51,9

Annexe 8. Mensuration sur l'état de reproduction des cinq espèces de chauves-souris capturées dans la RNI de Betampona

Espèces	Sexe	Test	Pos	Epid	Etat mam	Etat vag	Repr	Embr	Diam
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle		Ent abd	Ent conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle		Ent abd						
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	4x3	Scrot	Conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	4x3	Scrot	Conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	4x3	Scrot	Conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	4x5	Scrot	Conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	4x5	Scrot	Conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	5x4	Scrot	Conv					
<i>Myzopoda aurita</i>	Mâle	4x5	Uro	Ent conv					
<i>Myotis goudoti</i>	Mâle	L	Abd						
<i>Myotis goudoti</i>	Mâle		Uro						
<i>Myotis goudoti</i>	Mâle		Uro						
<i>Myotis goudoti</i>	Mâle		Uro						
<i>Myotis goudoti</i>	Mâle	4x3	Uro	Ent conv					
<i>Myotis goudoti</i>	Femelle				Lg m	Perf	Prim	G	17
<i>Myotis goudoti</i>	Femelle				Lg m	Perf	Multi	G	17
<i>Myotis goudoti</i>	Femelle				Lg m	Perf		D	20
<i>Myotis goudoti</i>	Femelle				Lg s	Perf		G	18
<i>Myotis goudoti</i>	Femelle				Lg s	Perf		D	10
<i>Mops leucostigma</i>	Mâle	8x4	Scrot	Ent conv					
<i>Mops leucostigma</i>	Mâle	3x2	Abd	Not conv					
<i>Mops leucostigma</i>	Mâle	5x4	Abd	Conv					

<i>Mops leucostigma</i>	Femelle				Lg m	Perf	Multi	D	19
<i>Mops leucostigma</i>	Femelle				Lg m	Perf		D	20
<i>Mops leucostigma</i>	Femelle				Pt	Perf		D	15
<i>Mops leucostigma</i>	Femelle				Lg m	Perf			
<i>Mops leucostigma</i>	Femelle				Pt	Imp			
<i>Hipposideros commersoni</i>	Femelle				Lg m	Perf		D	37
<i>Rousettus madagascariensis</i>	Mâle	4x3	Abd	Not conv					

Pos (position) : ent abd = entre abdominale et scrotale

scrot = scrotale

abd = abdominale

Epid (épididime) : ent conv = entre non contourné et contourné

cont = contourné

non cont = non contourné

Etat des mamelles : Lg m = long moins de poils

Lg s = long sans poils

Pt = petit

Etat du vagin : perf = perforé

imp = non perforé

Etape de reproduction : prim = première fois

multi = plusieurs fois

Embryon : G = gauche

D = droite

Annexe 9. Liste des ordres des insectes capturés avec les pièges Malaise dans les cinq sites de capture des chauves-souris dans la RNI de Betampona

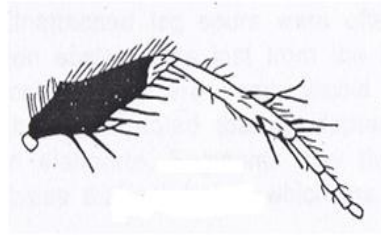
Sites	Arachnides	Blattes	Chilopodes	Coléoptères	Collemboles	Diptères	Hémiptères	Homoptères	Hyménoptères	Lépidoptères	Orthoptères	Psocoptères	TOTAL
S1	3	3		14	23	27	1	9	5	10		3	98
S2				7	17	12		2	2	3			43
S3	3	1		14	29	28		3		7		1	86
S4		2	1	10	68	13		1		3	1		99
S5				3	28	36		1	1	1			70
TOTAL	6	6	1	48	165	116	1	16	8	24	1	4	396

Annexe 10. Exemples des fragments d'insectes dans les pelotes des chauves-souris

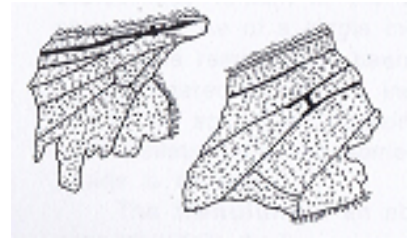
DIPTERES



Fragment d'antenne

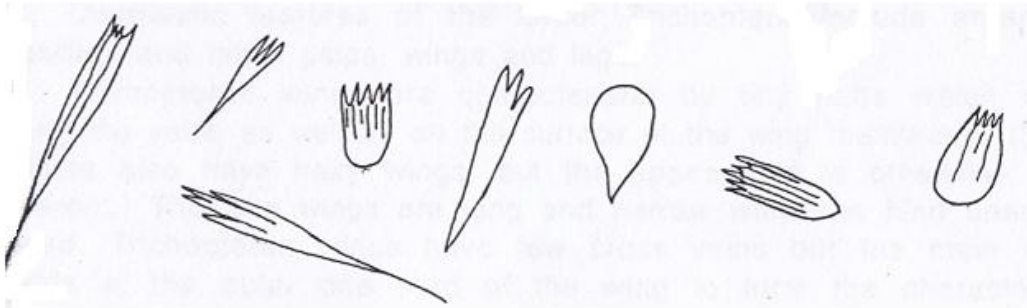


Fragment de patte



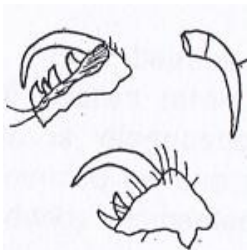
Fragment d'aile

LEPIDOPTERES

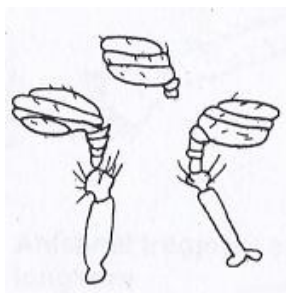


Ecailles

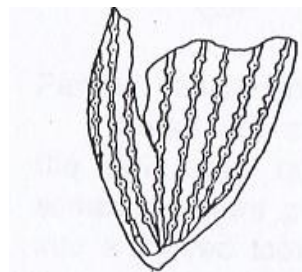
COLEOPTERES



Mandibules



Antennes



Portion d'élytre



Fragment de patte

Source : Shiel *et al.*, 1997

Annexe 11. Photos de quelques espèces de chauves-souris capturées dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona



1. *Rousettus madagascariensis*



2. *Hipposideros commersoni*



3. *Myzopoda aurita*

1, 2, 3 Clichés de Hajatiana
RABARISON, octobre 2015



1'. *Pteropus rufus*



2'. *Myotis goudoti*



3'. *Mops leucostigma*

1', 2', 3' Illustrations de Velizar
Simeonovski, Goodman 2011

Annexe 12. Photos du lieu de l'emplacement du filet montrant la végétation aux alentours

Clichés de Hajatiana RABARISON, novembre 2015



Emplacement du filet traversant la piste principale de la RNI de Betampona.



Rivière Fontsimavo avec sa végétation aux alentours.

Annexe 13. Photos montrant la dégradation de la forêt de la RNI de Betampona

Clichés de Hajatiana RABARISON, novembre 2015

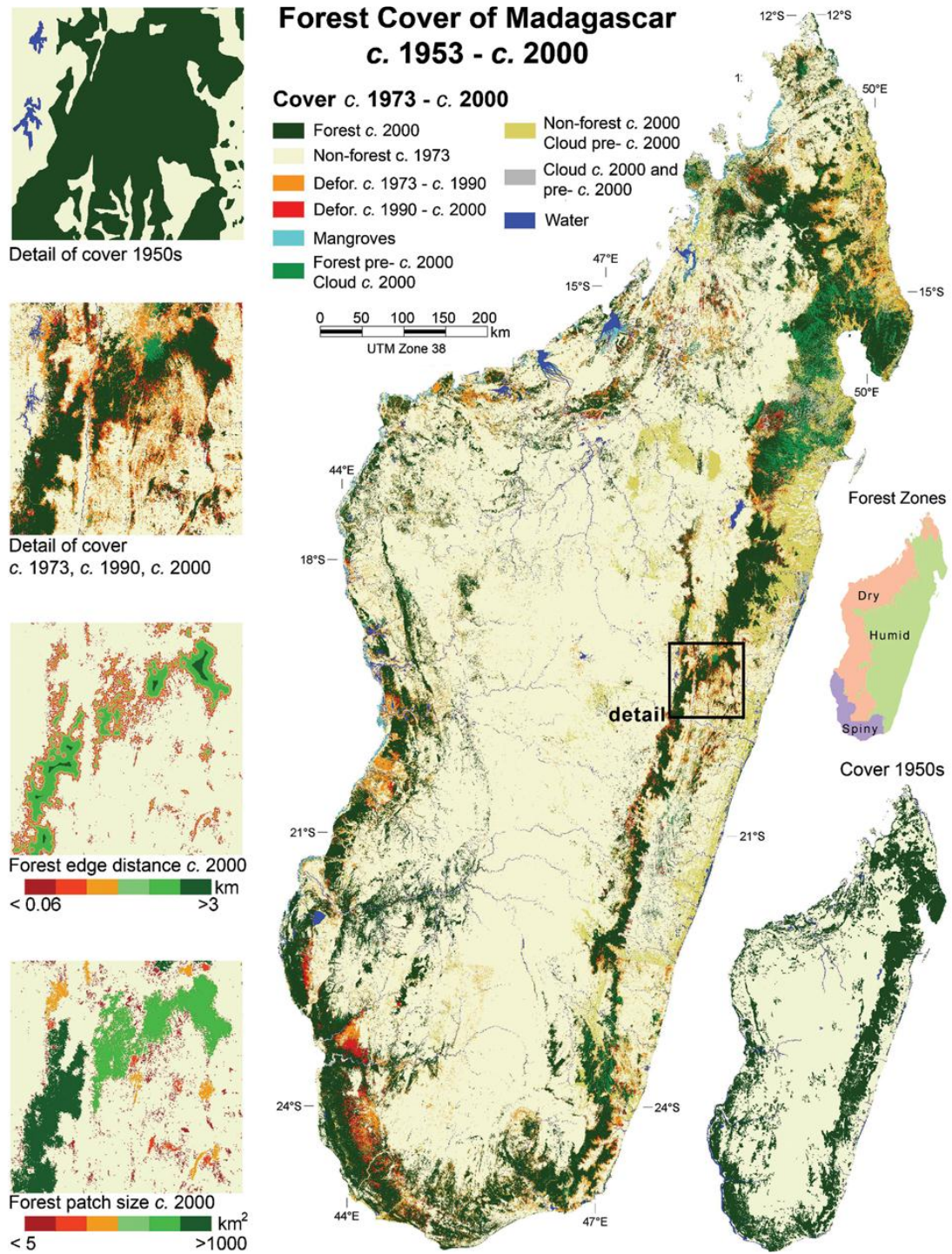


Ravenala madagascariensis situé à 325 m de la limite de la Réserve.



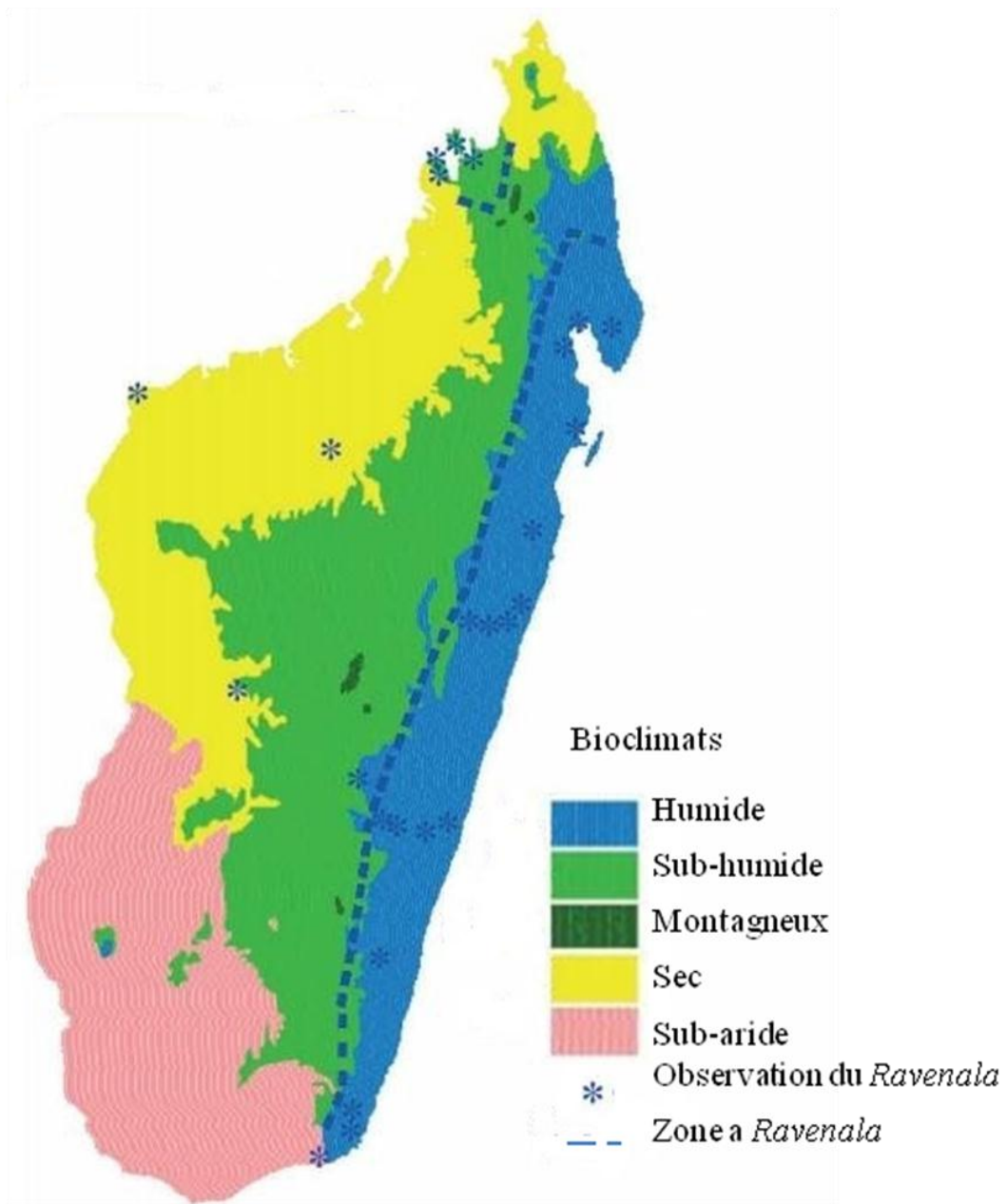
Psidium cattleianum situé à 300 m de la limite de la Réserve.

Annexe 14. Couverture forestière de Madagascar de 1950 en 2000



Source : Harper *et al.*, 2007

Annexe 15. Limite des zones à *Ravenala madagascariensis*



Source : Hladik *et al.*, 2011

**TITRE : APERÇU DE LA BIOÉCOLOGIE ET RÉGIME ALIMENTAIRE DES
CHAUVES-SOURIS DANS LA RÉSERVE NATURELLE INTÉGRALE DE
BETAMPONA, RÉGION AT SINANANA**

RESUME

Pour la première fois, la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona (S 17°55' et E 49°12') et ses alentours dans la partie Est de Madagascar a fait l'objet d'un inventaire sur les espèces de chauves-souris du 10 au 21 novembre 2015, dans le but d'établir une liste de ces espèces existantes dans la RNI. L'objet de l'étude consiste à obtenir des informations sur le régime alimentaire et l'affinité de quelques espèces à la forêt dégradée. Différentes méthodes ont été adoptées pour les échantillonnages comme le filet japonais de 6 m et de 12 m, le piège harpe et capture à la main. Les captures ont été réalisées à travers les pistes de la RNI dominé par des *Ravenala madagascariensis* et *Psidium cattleyanum*. En plus des cinq sites de capture, deux sites synanthropiques et un site traversant la rivière de Fontsimavo ont été choisis. Après un total de 2592 (fhm), 30 individus qui sont répartis en six espèces à savoir : *Hipposideros commersoni*, *Myotis goudoti*, *Mops leucostigma*, *Myzopoda aurita*, *Pteropus rufus* et *Rousettus madagascariensis* ont été recensées lors de la descente sur terrain. L'analyse des matières fécales ont permis de déterminer que cinq ordres d'arthropodes ont été toujours présents dans les pelotes fécales de chaque espèce analysée à savoir : Arachnides, Coléoptères, Diptères, Hémiptères et Lépidoptères. L'absence de la capture de *Myzopoda aurita* femelle a été mise en évidence. D'ailleurs, l'utilisation de la méthode de détection ultrasonique s'avère utile pour avoir une estimation concernant la richesse spécifique de la RNI de Betampona.

Mots clés : Basse altitude, Betampona, chauve-souris, forêt humide, inventaire, Madagascar, régime alimentaire

ABSTRACT

For the first time, the Réserve Naturelle Intégrale de Betampona (S 17°55' and E 49°12') and its surroundings in the eastern Madagascar has been an inventory of bat species from 10 to 21 november 2015, in order to establish a list of the bat species known from this lowland forest of eastern Madagascar. This study was undertaken to obtain new information on the diet of the locally occurring species and ability of certain species to adapt to degraded forests. Three sampling techniques were used: 6 m and 12 m mist nets, a harp trap and capture by hand. The capture was realized through the tracks of the RNI dominated by *Ravenala madagascariensis* and *Psidium cattleyanum*. In addition to the five capture sites, synanthropic two sites and a site across the river from Fontsimavo were chosen. After the totally 2592 (fhm), 30 individual bats were captured, composed of six species: *Myzopoda aurita*, *Myotis goudoti*, *Hipposideros commersoni*, *Mops leucostigma*, *Rousettus madagascariensis* and *Pteropus rufus*. Scat analyses allowed the identification of five orders of arthropods, consumed by the different bat species: Arachnida, Coleoptera, Diptera, Hemiptera and Lepidoptera. All of the *Myzopoda aurita* were males and no evidence of females at the site was obtained. Moreover, the use of ultrasonic detection is useful to get an estimate on the richness of the RNI Betampona.

Key words: Lowland, Betampona, bats, humid forest, inventory, Madagascar, diet

Encadreur :

Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide
Professeur d'ESR

Impétrante

RABARISON Hajatiana
Lot IVC 148 K Ambohimanarina, 101
Tel : 034 18 891 40
e-mail : tianarabari26@gmail.com