

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
Chapitre I : GENERALITES	4
I-1- Présentation de «Madagascar Fauna Group»	5
I-2- Présentation de la station forestière d'Ivoloina	5
I-2-1- Localisation géographique.....	6
I-2-2- Relief	6
I-2-3- Climat	6
I-2-4- Hydrographie	8
I-2-5- Formation végétale	8
I-2-6- Faune	9
a) Poissons	9
b) Reptiles	9
c) Amphibiens	9
d) Oiseaux	10
e) Lémuriens	10
I-3 - Les Chiroptères.....	11
I-3-1- Sous-ordre des Mégachiroptères	11
I-3-2- Sous-ordre des Microchiroptères.....	13
I-3-3- Données préliminaires sur les chauves-souris	14
I-3-4- Notion d'écholocation chez les Chiroptères.....	18
Chapitre II : METHODOLOGIE	20
II-1 Période et sites d'étude.....	21
II-1-1- Période d'étude.....	21
II-1-2- Choix des sites d'étude.....	21
II-1-2-1- Site 1 (S1)	21
II-1-2-2- Site 2 (S2)	21
II-1-2-3- Site 3 (S3)	22
II-1-2-4- Autres sites échantillonnés.....	22
II-2- Méthodes de capture et de détection ultrasonique.....	22
II-2-1- Méthode de capture	23
II-2-1-1- Filets.....	23
II-2-1-2- Piège harpe.....	24
II-2-2- Détection ultrasonique	25
II-2-2-1- Type de détecteur d'ultrasons utilisé	25
II-2-2-2- Méthode d'enregistrement	25
II-2-2-3- Identification des paramètres caractéristiques de chaque ultrason	26
II-3- Méthodes d'étude des individus capturés	29
II-3-1- Méthode d'identification des espèces capturées	29
II-3-2- Méthode de mensuration et pesage	29
II-3-2-1- Mensuration proprement dite.....	29
II-3-2-2- Pesage	30
II-3-3- Détermination du sexe et sex-ratio.....	31
II-3-3-1- Détermination du sexe	31
II-3-3-2- Sex-ratio.....	31
II-3-4- Détermination de l'âge	31

II-3-5- Méthode de marquage	32
II-3-6- Spécimens	33
II-4- Méthode d'étude du régime alimentaire.....	33
II-4-1- Collecte des matières fécales	34
II-4-2- Analyses des fèces au laboratoire	34
II-5- Etude de la variation du nombre de cris enregistrés	35
II-6- Méthode d'analyse des données.....	35
II-6-1- Effort de capture des Microchiroptères.....	35
II-6-2- Effort de détection ultrasonique	36
II-6-3- Analyse de la diversité spécifique	36
II-6-3-1- Richesse spécifique basée sur la capture et l'observation directe	36
II-6-3-2- Abondance relative	36
II-6-3-3- Richesse spécifique basée sur la détection	37
II-6-4- Analyse du régime alimentaire des Microchiroptères.....	37
II-6-4-1-Pourcentage de fréquence	37
II-6-4-2- Pourcentage volume.....	37
II-6-4-3- Nombre minimum d'individus.....	38
II-6-5- Statistique descriptive	38
II-6-6- Statistique analytique	39
II-6-6-1- Test U de Mann-Whitney (Dytham, 2003)	39
II-6-6-2- Test de Kruskal-Wallis	40
II-6-7- Affinité biogéographique par analyse de similarité des sites.....	40
Chapitre III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS	44
III-1- Effort d'échantillonnage	45
III-1-1- Effort de capture	45
III-1-1-1- Effort de capture pendant l'inventaire	45
III-1-1-2- Effort de capture par site	45
III-1-2- Effort de détection	46
III-1-2-1- Effort de détection pendant l'inventaire	46
III-1-2-2- Effort de détection par site	47
III-2- Richesse spécifique de la station forestière d'Ivoloina et environs	48
III-2-1- Richesse spécifique basée sur la capture et l'observation directe	48
III-2-2- Informations sur les chauves-souris aux alentours de la station forestière d'Ivoloina.....	49
III-2-3- Mensuration des espèces recensées	49
III-2-4- Composition spécifique et abondance relative des espèces capturées au sein de la station forestière d'Ivoloina	51
III-2-5- Composition spécifique et abondance des Chiroptères capturés au sein des trois sites d'étude	51
III-2-6- Variation de la richesse spécifique au cours des saisons	52
III-2-7- Détection ultrasonique	53
III-2-7-1- Richesse spécifique basée sur la détection ultrasonique	53
III-2-7-2- Sonogrammes des espèces détectées	54
III-2-7-2-1- Vespertilionidés.....	54
a) <i>Myotis goudotii</i>	54
b) <i>Pipistrellus/Eptesicus</i> sp.....	55
III-2-7-2-2- <i>Miniopterus</i> sp. (Miniopteridés).....	56
III-2-7-2-3- <i>Myzopoda aurita</i> (Myzopodidés).....	57

III-2-7-2-4- Molossidés.....	58
III-2-7-2-5- Résumé des cris enregistrés	60
III-3 – Aperçu sur l'histoire naturelle des chauves-souris.....	60
III-3-1- Structure de la population	60
III-3-2- Sex-ratio chez <i>Myzopoda aurita</i> et <i>Mops leucostigma</i>	61
III-3-3- Dimorphisme sexuel chez <i>Myzopoda aurita</i> et <i>Mops leucostigma</i>	61
III-3-3-1- Dimorphisme sexuel chez <i>Myzopoda aurita</i>	61
III-3-3-2- Dimorphisme sexuel chez <i>Mops leucostigma</i>	62
III-3-4- Analyse de la mobilité chez <i>Myzopoda aurita</i>	62
III-3-5- Biologie de reproduction	62
III-3-6- Régime alimentaire	65
III-3-6-1- Pourcentage de fréquence et pourcentage volume (pourcentage de la quantité) de chaque type de proie chez <i>Myzopoda aurita</i>	65
III-3-6-2- Pourcentage de fréquence et pourcentage volume de chaque type de proie chez <i>Mops leucostigma</i>	66
III-3-6-3- Pourcentage de fréquence des types de proies consommées par les autres espèces.....	66
III-3-6-4- Nombre minimum d'individus	67
III-4- Variation du nombre de cris de Microchiroptères enregistrés	69
III-4-1- Importance des cris enregistrés de chaque groupe.....	69
III-4-2- Variation du nombre de cris enregistrés en fonction de la saison	70
III-4-3- Variation du nombre de cris enregistrés en fonction de l'habitat.....	70
III-5- Comparaison de l'efficacité des méthodes utilisées	71
Chapitre IV : DISCUSSION.....	72
IV-1- Diversité spécifique	73
IV-1-1- Richesse spécifique.....	73
IV-1-1-1- Basée sur la capture.....	73
IV-1-1-2- Basée sur la détection.....	74
IV-1-2- Analyse biogéographique	76
IV-2- Aperçu sur l'histoire naturelle des Microchiroptères	80
IV-2-1- Sex-ratio, dimorphisme sexuel et mobilité chez <i>Myzopoda aurita</i>	80
IV-2-1-1- Sex-ratio	80
IV-2-1-2- Dimorphisme sexuel.....	81
IV-2-1-3- Mobilité	81
IV-2-2- Dimorphisme sexuel chez <i>Mops leucostigma</i>	81
IV-2-3- Reproduction	82
IV-2-4- Régime alimentaire.....	83
IV-3- Variation du nombre de cris des Microchiroptères enregistrés.....	86
IV-4- Efficacité des méthodes utilisées.....	88
CONCLUSION	90
RECOMMANDATIONS	92
BIBLIOGRAPHIE.....	94

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Comparaison entre le nombre de genres et d'espèces de Pteropodidés dans diverses régions de l'ancien monde (Hutcheon, 2003).....	12
Tableau 2. Liste des Chiroptères recensées dans la station forestière d'Ivoloina.....	48
Tableau 3. Mesures des paramètres morphométriques des espèces de Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina	50
Tableau 4. Liste des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina.....	51
Tableau 5. Richesse spécifique et nombre d'individus capturés par site.....	52
Tableau 6. Variation d'espèces capturées par saison	53
Tableau 7. Taxa recensés par la détection ultrasonique dans la station forestière d'Ivoloina.....	54
Tableau 8. Paramètres issus des sonogrammes de <i>Pipistrellus/Eptesicus</i> sp.	55
Tableau 9. Paramètres issus des sonogrammes de <i>Miniopterus</i> sp.....	56
Tableau 10. Paramètres issus des sonogrammes de <i>Myzopoda aurita</i>	57
Tableau 11. Paramètres issus des sonogrammes des Molossidés	59
Tableau 12. Aperçu de la structure de la population des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina	60
Tableau 13. Sex-ratio de <i>Myzopoda aurita</i> et <i>Mops leucostigma</i>	61
Tableau 14. Résultats du test U de Mann-Whitney chez <i>Myzopoda aurita</i>	61
Tableau 15. Résultats des tests U de Mann-Whitney chez <i>Mops leucostigma</i>	62
Tableau 16. Etat de reproduction des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina	64
Tableau 17. Pourcentage de fréquence et pourcentage volume de chaque ordre d'insectes et d'araignées consommé par <i>Myzopoda aurita</i>	65
Tableau 18. Pourcentage de fréquence et pourcentage volume de chaque ordre d'insectes et d'araignées consommé par <i>Mops leucostigma</i>	66
Tableau 19. Pourcentage de fréquence (en %) de chaque ordre d'insectes pour chaque espèce de Microchiroptères	67
Tableau 20. Nombre minimum d'individus consommés par chaque individu de Microchiroptères analysés	68
Tableau 21. Nombre de cris analysés pour chaque famille de chauves-souris.....	69
Tableau 22. Comparaison de la richesse spécifique selon les méthodes utilisées	71
Tableau 23. Liste des espèces recensées dans les divers sites de l'Est	76
Tableau 24. Indice de similarité de Jaccard.....	77

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte de localisation de la station forestière d'Ivoloina.....	7
Figure 2. Courbe ombrothermique de la station forestière d'Ivoloina (1961-1990) (Source : Service Météorologique d'Ampandrianomby, Antananarivo)	8
Figure 3. Schéma montrant un filet japonais ouvert.....	24
Figure 4. Structure d'un piège harpe	25
Figure 5. Paramètres à étudier à partir d'un sonogramme.....	28
Figure 6. Différentes mensurations externes de Microchiroptères	30
Figure 7. Structure de la soudure du cartilage du 5 ^{ème} métacarpe selon l'âge des individus.....	32
Figure 8. Schéma d'un «biopunch».....	33
Figure 9. Effort de capture pendant l'inventaire	45
Figure 10. Effort de capture par site	46
Figure 11. Effort de détection pendant l'inventaire.....	47
Figure 12. Effort de détection par site	48
Figure 13. Sonogramme de <i>Myotis goudotii</i> enregistré dans une cage.....	54
Figure 14. Sonogramme de <i>Pipistrellus /Eptesicus</i> sp. enregistré en vol libre dans la station forestière d'Ivoloina le 26 avril 2007 au sein du site 1 à 20h 15	55
Figure 15. Sonogramme de <i>Miniopterus</i> sp. enregistré en vol libre dans la station forestière d'Ivoloina le 13 mai 2007, à 05h 10, au sein du site 1	56
Figure 16. Sonogramme de <i>Myzopoda aurita</i> dans une cage	57
Figure 17. Sonogramme de Molossidés 1 enregistré en vol libre, le 11 mai 2007 au sein du site 3 à 18h 01	58
Figure 18. Sonogramme de Molossidés 2 enregistré en vol libre, le 20 novembre 2007 au sein du site 1 à 18h 50	58
Figure 19. Sonogramme de Molossidés 3 enregistré en vol libre le 10 janvier 2008 au sein du site 3 à 19h 12.....	59
Figure 20. Résumé des cris des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina....	60
Figure 21. Importance des Molossidés et des autres familles.....	69
Figure 22. Variation du nombre de cris enregistrés en fonction de la saison	70
Figure 23. Variation du nombre de cris enregistrés en fonction des habitats étudiés....	71
Figure 24. Dendrogramme de similarité de quelques localités de l'Est	78

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1. Description et coordonnées géographiques des sites aléatoires
- Annexe 2. Exemple de Fiche de capture
- Annexe 3. Faune de la station forestière d'Ivoloina
- Annexe 3-1 Liste des Poissons rencontrés dans la station forestière d'Ivoloina (Ravelomanana, 2006)
- Annexe 3-2- Liste des amphibiens dans le parc d'Ivoloina (Iambana, 2005)
- Annexe 3-3- Liste des reptiles dans le parc d'Ivoloina (Iambana, 2005)
- Annexe 3-4- Liste des oiseaux dans le parc d'Ivoloina (Randriatavy, 2004)
- Annexe 3-5- Liste des lémuriens dans le parc d'Ivoloina (Iambana, 2005)
- Annexe 4. Liste, classification, endémicité et statut IUCN (2007) des Chiroptères de Madagascar
- Annexe 5. Catégories de la Liste Rouge («Redlist») de l'IUCN
- Annexe 6. Quelques clés d'identification des fragments contenus dans les fèces des Microchiroptères
- Annexe 7. Photos de quelques espèces de chauves-souris (clichés de Ramasindrazana, 2008)

INTRODUCTION

Madagascar est une île parmi celles du monde tropical qui se distingue par sa biodiversité et son taux d'endémisme élevé aussi bien au niveau de la faune que de la flore (Mittermeier *et al.*, 2004 ; Goodman et Benstead, 2005). Il figure parmi les «Hotspots» de la biodiversité (Myers *et al.*, 2000 ; Mittermeier *et al.*, 2004). Toutefois, certains groupes du règne animal restent encore mal connus. Ainsi, les chauves-souris de Madagascar en font partie (Peterson *et al.*, 1995 ; Mickleburgh *et al.*, 2002 ; Goodman *et al.*, 2008a).

Les chauves-souris sont les seuls Mammifères volants. Elles constituent plus d'un quart des Mammifères connus (Simmons, 2005). Au cours de l'évolution, leurs mains se sont transformées en aile et leurs doigts, sauf le pouce, se sont allongés. Ces doigts sont réunis en une unité mobile grâce à la présence d'une fine membrane de peau appelée «patagium», communément appelée «aile» leur permettant de voler avec une facilité remarquable (Neuweiler, 2000) et de conquérir l'espace. Elles appartiennent à l'ordre des Chiroptères et sont représentées dans la taxonomie classique par les sous-ordres des Microchiroptères et des Mégachiroptères.

Les études antérieures sur les Chiroptères malgaches ont avancé une affinité biogéographique des espèces avec celles de l'Asie et de l'Afrique vue sa position entre ces deux continents (Eger et Mitchell, 1996, 2003). Trois genres sont d'origine asiatique (*Pteropus*, *Emballonura* et *Mormopterus*) et deux genres d'origine africaine (*Eidolon* et *Triaenops*) (Eger et Mitchell, 1996).

Les chercheurs ayant travaillé sur les Mammifères malgaches ne se sont intéressés aux Chiroptères que très récemment. Ainsi, les informations les concernant restent incomplètes. Pourtant, ils sont connus dans les pays tropicaux comme étant des disséminateurs de graines et de pollén pour les Mégachiroptères (Bollen et van Elsacker, 2002 ; MacKinnon *et al.*, 2003 ; Andriafidison *et al.*, 2006) et des régulateurs des populations d'insectes pour les Microchiroptères (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006; Leelapaibul *et al.*, 2005).

Depuis les années 1990, les Chiroptères de Madagascar sont devenus le centre d'intérêt de plusieurs chercheurs. Des inventaires et études approfondies ont été entrepris à cet effet et plusieurs articles ont été rédigés et publiés concernant leur taxinomie (Goodman et Cardiff, 2004 ; Goodman *et al.*, 2005a, 2007a), leur régime alimentaire

(Andriafidison *et al.*, 2006 ; Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006), leur écologie et conservation (Randrianandrianina *et al.*, 2006 ; Goodman, 2006 ; Kofoky *et al.*, 2007) afin d'améliorer la connaissance des chauves-souris malgaches.

Peterson *et al.* (1995) ont avancé 29 espèces de chauves-souris à Madagascar mais la richesse spécifique malgache en terme de Chiroptères n'a cessé d'augmenter. En effet, des espèces endémiques, nouvelles pour la science, ont été décrites ces dernières années. Actuellement, 38 espèces regroupées en 8 familles, ont été répertoriées à Madagascar (Peterson *et al.*, 1995 ; Eger et Mitchell, 2003 ; Goodman et Cardiff, 2004 ; Goodman *et al.*, 2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2008b ; Bates *et al.*, 2006) parmi lesquelles 16 espèces proviennent de l'ex-province de Toamasina (Eger et Mitchell, 2003 ; Ifticène *et al.*, 2005 ; Bates *et al.*, 2006 ; Randrianandrianina *et al.*, 2006).

Bien que des exploits aient été accomplis ces dernières années dans la description de nouvelles espèces, des études supplémentaires devraient être entreprises sur les Chiroptères malgaches surtout dans la partie Est de Madagascar en vue de mieux les connaître. Dans les régions de basses altitudes de l'Est, ayant souffert des dégradations anthropogéniques, peu d'études ont été faites et les inventaires entrepris ont été ponctuels et de courtes durées (Ifticène *et al.*, 2005). De ce fait, les données sur la bioécologie des chauves-souris comme les mouvements saisonniers, le régime alimentaire, la reproduction ne sont pas encore complètes alors que ces points sont importants afin d'établir des programmes de conservation de ces animaux dans cette partie de l'île.

Un inventaire des Chiroptères a été fait dans la station forestière d'Ivoloina dans le but de combler les informations sur l'histoire naturelle des Microchiroptères de Madagascar. Cette étude a été entreprise afin de pouvoir :

- Etablir une liste complète des Chiroptères dans la station forestière d'Ivoloina en utilisant deux techniques différentes ;
- Définir la diversité spécifique en terme de richesse spécifique et d'abondance relative des chauves-souris de la station ;
- Avancer des informations sur la biologie de reproduction, le régime alimentaire et l'écologie de ces animaux ;
- Caractériser la population de chauves-souris ;
- Etudier la variation du nombre de cris des Microchiroptères enregistrés ;
- Comparer l'efficacité des méthodes utilisées.

Pour faciliter la compréhension du présent mémoire, le corps est divisé en quatre chapitres. Après une petite introduction, les généralités donnant un aperçu général du site d'étude et du groupe étudié seront abordées. En second lieu vient la partie consacrée à la méthodologie, puis les résultats et interprétations. La quatrième partie est axée sur la discussion qui va permettre d'analyser les résultats obtenus lors cette étude par rapport à ceux des autres auteurs. Une brève conclusion suivie de quelques recommandations pour les études ultérieures sera émise à la fin du livre.

Chapitre I : GENERALITES

I-1- Présentation de «Madagascar Fauna Group»

Créée en 1987, selon une conférence qui s'est tenue à l'île de Sainte Catherine (Georgia, USA), «Madagascar Fauna Group» ou MFG est une organisation non gouvernementale internationale à but non lucratif regroupant actuellement 40 parcs zoologiques dans le monde entier. Cette organisation s'est installée à Madagascar depuis 1988, coïncidant avec l'époque où la grande île avait besoin d'une conservation extensive (Sargent et Anderson, 2003) afin d'assurer la survie des espèces en voie de disparition.

Parmi les principaux objectifs de MFG figure la formation technique des personnels de la station forestière d'Ivoloina (dénommé auparavant parc Ivoloina) en matière de gestion de parc zoologique et d'élevage en captivité des espèces en vue de promouvoir un programme de réintroduction ; la contribution à la conservation des espèces en danger (cas des lémuriens et des tortues radiées) en collaboration avec des institutions nationales et internationales peuvent être citées (Katz et Welch, 2003).

I-2- Présentation de la station forestière d'Ivoloina

La station forestière d'Ivoloina fait partie des sites touristiques et de recherche dans la partie Est de basse altitude malgache, au Sud de la rivière Ivoloina. Cette station était de 400 ha auparavant mais d'après une redélimitation en 1999, la superficie restante est de 300 ha (Andriatsalama, 2001). Actuellement, elle est seulement de 282 ha. En outre, cette station renferme un petit parc zoologique pour des élevages en captivité et des exhibitions de plusieurs groupes pour ne citer que les lémuriens.

Créée en 1920, la station forestière d'Ivoloina a été une zone d'agriculture, de pêche, de recherches forestières, un jardin botanique avec des collections d'arboretum. La station est dominée par des formations secondaires, des espèces introduites et d'une petite partie de forêt quasi - naturelle relativement perturbée. Cette station forestière dispose actuellement d'une protection légale (Katz et Welch, 2003).

Le projet Ivoloina a été conjointement initié par le Ministère des Eaux et Forêts et le «Duke University Primate Center» (DUPC) en 1988. Puis, MFG a accepté de participer au projet en fournissant des fonds et aides techniques pour le projet d'élevage en captivité, en rénovant les cages des animaux et en offrant des supports environnementaux et éducatifs pour l'éducation environnementale de la population locale (Katz et Welch, 2003).

I-2-1- Localisation géographique

La station forestière d'Ivoloina se trouve sur la côte Est centrale de Madagascar, à 12 km au Nord-Ouest de Toamasina, Commune rurale d'Antetezambaro, District de Toamasina II, Région Atsinanana. Cette station forestière de 282 ha est comprise entre 18°02' - 18°04' de latitude Sud et 49°20' - 49°22' de longitude Est (Figure 1, p. 7).

I-2-2- Relief

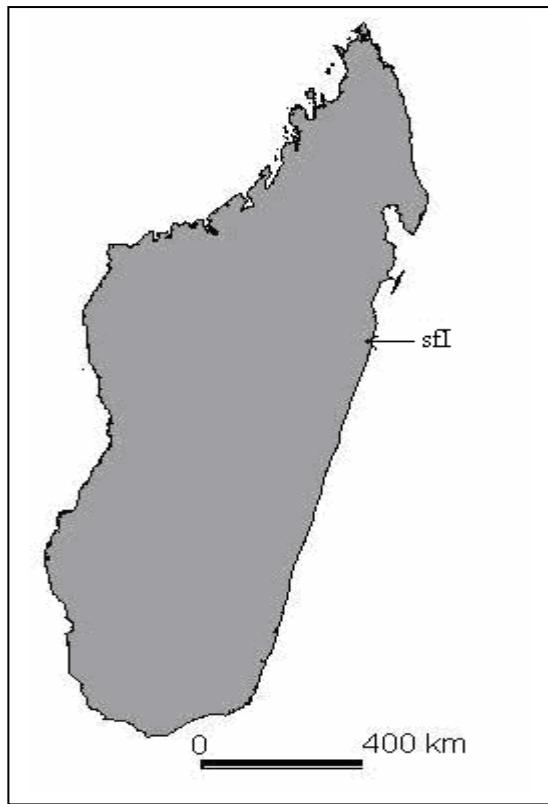
La station forestière d'Ivoloina se trouve dans une région relativement accidentée (Ravelomanana, 2006). Elle est formée d'une succession de collines et de vallées composée de bourrelets de berges formés de sols alluvionnaires et de mamelons de la première terrasse dominés par un sol latéritique à la suite de la dégradation ou parfois de la disparition de la végétation forestière qui l'aurait couvert autrefois (Rakotomanampison, 1967).

I-2-3- Climat

La partie orientale de Madagascar est caractérisée par une humidité atmosphérique élevée, une précipitation annuelle abondante accompagnée d'une température élevée et une absence de véritable saison sèche (Donque, 1972, 1975). Il y a seulement une diminution de la quantité de pluie. Ceci est caractéristique d'un climat tropical perhumide.

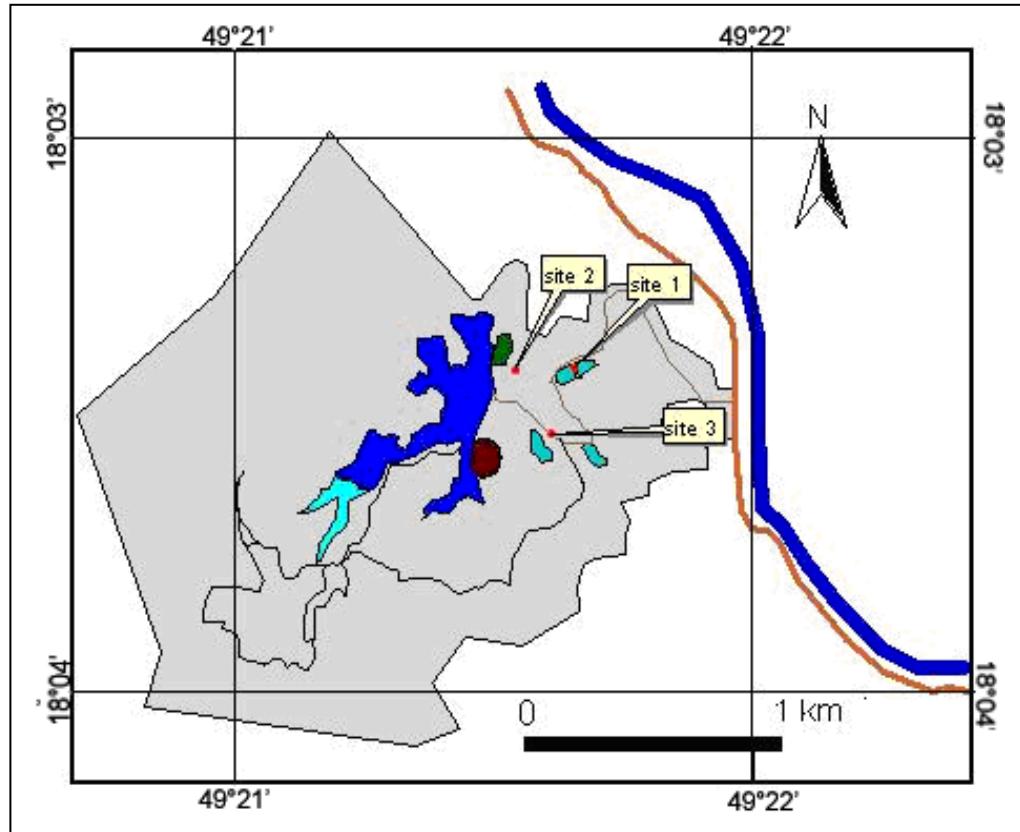
La station forestière d'Ivoloina est soumise à une action permanente de l'alizé, caractérisée par un vent humide affectant également toute la partie Est de Madagascar. La pluviométrie moyenne annuelle est de 3055,7 mm (Donque, 1972). La pluie, généralement nocturne, est abondante avec un pic au mois de mars (455,1 mm de pluie) puis diminue jusqu'au mois de mai pour atteindre un nouveau pic au mois de juillet (249 mm de pluie). A partir du mois de juillet, la précipitation régresse jusqu'au mois de septembre, elle est alors de 107,2 mm (Figure 2, p. 8). La température moyenne annuelle est de 24,18°C.

Dans la partie orientale de Madagascar, l'humidité relative est élevée ; elle est en moyenne plus de 70% pour Toamasina (Donque, 1972). En effet, dans la station forestière d'Ivoloina, d'après les données recueillies auprès du Service de la Météorologie d'Ampandrianomby, Antananarivo, cette humidité relative moyenne annuelle est de 81,9%.



sfl : station forestière d'Ivoloina

Figure 1. Carte de localisation de la station forestière d'Ivoloina
(Source : MFG, modifiée par Beza Ramasindrazana en 2008)



Légende

- sites d'étude
- Forêt naturelle
- ✓ pistes principales
- ↖ rivière Ivoloina
- ↗ route vers Ambodiriana
- ↘ route vers le parc zoologique
- lacs
- lac Fulgence
- marais
- parc zoologique
- limite de la s.f.l

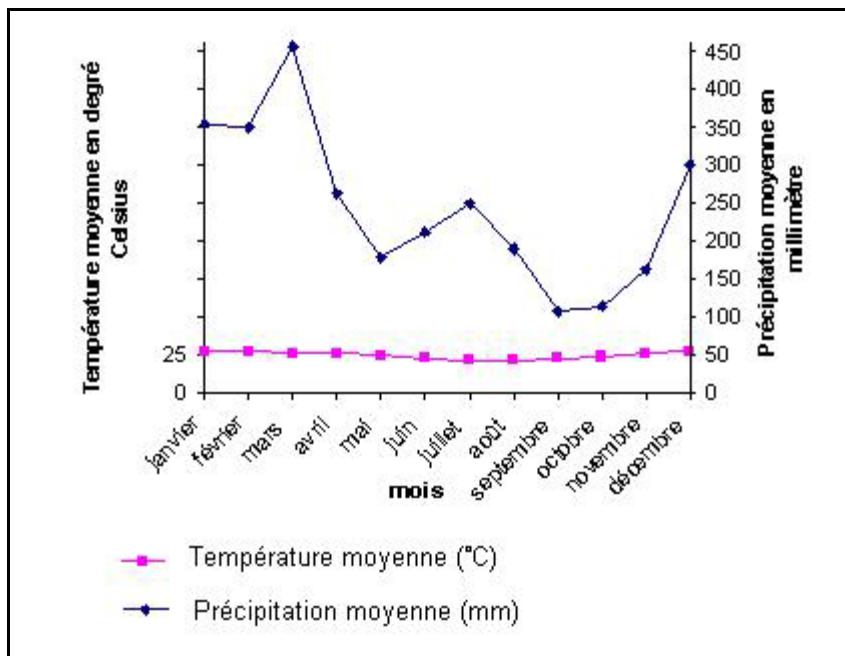


Figure 2. Courbe ombrothermique de la station forestière d'Ivoloina (1961-1990)

(Source : Service Météorologique d'Ampandrianomby, Antananarivo)

I-2-4- Hydrographie

A l'intérieur de la station forestière d'Ivoloina, le réseau hydrographique n'est pas très développé. Le domaine présente un lac artificiel de 5 ha dénommé «lac Fulgence» en hommage à celui qui a pris soin de cette infrastructure auparavant. A part ce grand lac, trois étangs majeurs et divers petits ruisseaux sont également à signaler. En outre, une cascade existe au sud du lac Fulgence. Actuellement, un système de barrage est entrepris au sein de la station afin de développer l'énergie hydro-électrique.

I-2-5- Formation végétale

La station forestière d'Ivoloina peut être englobée dans les forêts humides dégradées (Rasolohery, 2007). Une grande partie de la forêt primaire a été détruite par les défrichements et les incendies répétés. Dans cette station, la formation végétale est largement dominée par le savoka qui est constitué majoritairement de formations secondaires. Cependant, un petit fragment avec des essences largement autochtones subsiste encore. La forêt naturelle a presque disparu suite à des essais forestiers et sylvicoles qui ont été entrepris, il y a une soixantaine d'années (Rakotomanampison, 1967).

Dans la station, les plantes exotiques telles que *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) et *Pinus* spp. (Pinaceae) sont également observées. Les formations de la strate supérieure au sein du petit bloc de forêt quasi - naturelle (1 ha environ) sont surtout représentées par des arbres à hauteur supérieure ou égale à 12 m. Ces dernières sont surtout constituées par *Anthostema madagascariense* (Euphorbiaceae), caractéristique de la forêt sempervirente, humide de basse altitude (Schatz, 2001), formant les émergeants, *Uapaca amplifolia* (Euphorbiaceae), *Canarium madagascariense* (Burseraceae), *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) et *Dalbergia madagascariensis* (Fabaceae) (Randriatavy, 2004). En outre, *Ravenala madagascariensis* (Strelitziaceae), *Raphia farinifera* (Arecaceae) et *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) sont des espèces courantes et largement représentées. Des fougères envahissantes dominent la strate inférieure hors de la formation naturelle.

I-2-6- Faune

Dans la station forestière d'Ivoloina, de nombreux groupes zoologiques peuvent être observés.

a) Poissons

Concernant la faune ichtyologique, sept espèces de poissons rassemblées dans 5 familles (Anguillidae, Bedotiidae, Channidae, Cichlidae et Poecelidae) peuvent être rencontrées dans la station forestière d'Ivoloina (Ravelomanana, 2006).

b) Reptiles

D'après un inventaire réalisé par des agents de MFG, section Betampona, la station forestière d'Ivoloina abrite, 17 espèces de Reptiles (nocturnes et diurnes), regroupées en 6 familles, à savoir : Boidae, Chameleonidae, Colubridae, Gekkonidae, Gerrhosauridae et Scincidae et en 15 genres (Iambana, 2005).

c) Amphibiens

La station comporte également, 17 espèces d'Amphibiens les unes diurnes et les autres nocturnes, regroupées en 4 familles (Mantellidae, Ptychadenidae, Microhylidae et Hyperoliidae) et en 10 genres (Iambana, 2005).

d) Oiseaux

Concernant la faune ornithologique, une étude pendant la même année a avancé que la station forestière d'Ivoloina héberge 39 espèces d'oiseaux. Les unes sont diurnes (exemples : *Acridotheres tristis* (espèce introduite), *Nectarinia notata*, *N. souimanga*, *Hypsipetes madagascariensis*, *Merops superciliosus*, *Foudia madagascariensis*, *Dicrurus forficatus*) et les autres sont nocturnes (exemples : *Caprimulgus madagascariensis*, *Asio madagascariensis*) (Randriatavy, 2004).

e) Lémuriens

Les lémuriens de la station forestière d'Ivoloina proviennent surtout des dons venant des gens qui ont gardé en captivité ces espèces ou de la confiscation par la Direction des Eaux et Forêts. Neuf espèces et sous-espèces de lémuriens peuvent être rencontrées. *Eulemur rubriventer*, *E. coronatus*, *Hapalemur simus*, *H. g. griseus*, *Daubentonias madagascariensis*, peuvent être cités (Rakotoarimanana, 2005). Ces espèces vivent en cage.

Au sein de cette station forestière, quelques espèces vivent en liberté, elles font l'objet d'un suivi écologique régulier. Ceci concerne notamment *E. fulvus albifrons*, *E. rubriventer*, *H. g. griseus* et *Varecia variegata* (Katz et Welch, 2003). *Microcebus rufus* est également présent et occupe diverses formations au sein de la station.

Aucune étude sur les micromammifères non-volants n'a encore été entreprise dans la station forestière d'Ivoloina. Pourtant, quelques espèces y sont souvent rencontrées, à savoir *Setifer setosus*, *Tenrec ecaudatus* (Tenrecidae) et *Rattus rattus* (Muridae).

I-3 - Les Chiroptères

Les plus anciens fossiles de Chiroptères ont été trouvés dans des sédiments datant de l'Eocène, il y a 50 millions d'années pour *Icaronycteris index* à l'Ouest du Wyoming, USA et il y a 45 millions d'années pour *Paleochiropteryx tupaiodon* en Allemagne (Novacek, 1985). L'étude des spécimens non décrits de *Icaronycteris* et de *Paleochiropteryx* a montré une forte affinité avec les Microchiroptères suggérant leur capacité d'émettre des pulsations ultrasoniques (Novacek, 1985).

Les Chiroptères représentent plus d'un quart des espèces de Mammifères actuels connus au monde (Simmons, 2005). En 2001, 1001 espèces ont été recensées dans le monde (Hutson *et al.*, 2001). Simmons (2005) a avancé 1116 espèces de Chiroptères au monde, ce qui les placent en deuxième position après le groupe des Rodentia (Carleton et Musser, 2005). La découverte ainsi que la description de nouvelles espèces de Chiroptères au cours de ces dernières années vont encore améliorer la richesse spécifique mondiale. A titre d'exemple, 8 espèces de chauves-souris nouvelles pour la science, endémiques de Madagascar, ont été décrites (Goodman et Cardiff, 2004 ; Bates *et al.*, 2006 ; Goodman *et al.*, 2008b) et d'autres espèces restent à élucider.

Les études antérieures ont admis la classification des Chiroptères en 2 sous-ordres : Microchiroptères et Mégachiroptères (Peterson *et al.*, 1995 ; Mickleburgh *et al.*, 2002). Mais de nouvelles tendances basées sur des études moléculaires proposent une nouvelle classification des Chiroptères qui seraient divisés en deux sous-ordres : Yinpterochiroptères et Yangochiroptères (Springer *et al.*, 2001 ; Jones et Teeling, 2006). Les familles des Pteropodidés et des Hipposideridés représentent les Yinpterochiroptères à Madagascar et les autres familles sont rassemblées dans le sous-ordre des Yangochiroptères. Ces derniers sont généralement insectivores. La capacité de s'orienter et d'utiliser l'écholocation a été perdue chez la famille des Pteropodidés et a évolué secondairement chez certaines espèces par claquement de la langue (Jones et Teeling, 2006).

Dans la présente étude, la classification de Peterson *et al.* (1995) et Mickleburgh *et al.* (2002) a été adoptée.

I-3-1- Sous-ordre des Mégachiroptères

Ce sont des chauves-souris généralement de grande taille. Elles présentent une queue rudimentaire voire absente (cas du genre *Pteropus*) et ont des oreilles simples (MacKinnon *et al.*, 2003). Elles ont de gros yeux, une vue perçante et un système olfactif

perfectionné pour la localisation de leur nourriture (Peterson *et al.*, 1995 ; Taylor, 2000). Les représentants de ce sous-ordre n'utilisent pas l'écholocation sauf *Rousettus* spp. qui en a besoin pour s'orienter au cours de son déplacement.

Les Mégachiroptères sont regroupés dans une seule famille, celle des Pteropodidés qui sont représentées par 167 espèces au monde. Madagascar abrite 3 espèces, toutes endémiques qui sont *Pteropus rufus*, *Eidolon dupreanum* et *Rousettus madagascariensis* (Peterson *et al.*, 1995 ; Hutcheon, 2003).

Les Mégachiroptères ont un régime alimentaire varié. En effet, ils sont herbivores, frugivores et nectarivores. Quelques fois, ils consomment des fleurs, des feuilles (Hutcheon, 2003 ; MacKinnon *et al.*, 2003). Ils ont généralement un museau allongé et une longue langue qui leur permet d'extraire le nectar des fleurs.

Les études antérieures ont montré leur rôle de disséminateurs de graines (Bollen et van Elsacker, 2002) et de polliniseurs des fleurs (Raheriarisena, 2005 ; Andriafidison *et al.*, 2006) dans les pays tropicaux.

Les Mégachiroptères se rencontrent en Afrique, en Asie et au sein des îles à l'Ouest de l'Océan Indien jusqu'en Australie. Par rapport aux autres régions tropicales de l'ancien monde, la richesse spécifique de Mégachiroptères malgaches est faible (Tableau 1).

Tableau 1. Comparaison entre le nombre de genres et d'espèces de Pteropodidés dans diverses régions de l'ancien monde (Hutcheon, 2003)

Régions	Genres	Espèces
Madagascar	3	3
Australie	5	8
Afrique	11	25
Asie du sud-est	23	82

De nombreuses espèces de Mégachiroptères sont plus ou moins dépendantes de la forêt largement intacte ou de la forêt naturelle secondaire bien régénérée. La perte de cet habitat constitue une menace pour ces espèces.

Divers gîtes comme le sommet des arbres, les caves, les fissures au sein des rochers peuvent être occupés par les Mégachiroptères. Concernant les gîtes diurnes respectifs des

espèces malgaches : *Pteropus rufus* se perche au sommet des grands arbres ; *Eidolon dupreanum* utilise les caves, les falaises, le pics des rochers, et même la canopée des arbres et *Rousettus madagascariensis* utilise les caves (Dorst, 1947 ; Peterson *et al.*, 1995 ; Eger et Mitchell, 2003).

I-3-2- Sous-ordre des Microchiroptères

Ils montrent une variation considérable aussi bien au niveau de leur forme que leur structure. Ce sous-ordre regroupe les chauves-souris de petite taille et possède une longue queue libre ou attachée à la membrane interfémorale (Figure 6, p. 30). Cette caractéristique figure parmi les critères de détermination et de classification des Microchiroptères. Les yeux sont peu développés par rapport à ceux des Mégachiroptères et ils utilisent l'écholocation pour diverses fins comme l'orientation et la détection des proies (Hutson *et al.*, 2001). Leurs avant-bras sont assez longs et se composent uniquement de radius, le cubitus étant atrophié. La forme des ailes *permet* de connaître la capacité voilière des espèces. Les espèces à vol très rapide ont des ailes longues et étroites alors que celles à vol lent ont des ailes plus larges (Schober et Grimmberger, 1991).

Les Microchiroptères sont regroupés dans 18 familles (Simmons, 2005 ; Miller-Butterworth *et al.*, 2007) composées de 160 genres et 930 espèces (Simmons, 2005). A Madagascar, ils sont formés par 7 familles dont une endémique de l'île, la famille de Myzopodidés, anciennement connue comme étant une famille monospécifique (Eger et Mitchell, 2003 ; Schliemann et Goodman, 2003). Mais des études effectuées récemment dans la partie Ouest de Madagascar ont abouti à la description d'une nouvelle espèce de *Myzopoda* (Goodman *et al.*, 2007a) et la famille est actuellement composée de deux espèces géographiquement distinctes, à savoir : *M. aurita* de l'Est et *M. schliemannii* de l'Ouest qui diffèrent l'une de l'autre par le pelage de leur corps et leur mesure externe avec une différence génétique importante (Russell *et al.*, 2008). *Myzopoda schliemannii* est plus petit et plus clair que *M. aurita* (Goodman *et al.*, 2007a). En mai 2008, Madagascar compte 35 espèces de Microchiroptères dont 25 endémiques, soit 71,4% de taux d'endémisme.

Les Microchiroptères visitent souvent les étangs, les ruisseaux et les autres points d'eau pour boire. Dans ce cas, l'individu s'abaisse tout près de la surface et enfonce un instant la bouche dans l'eau, tel est le cas de la chauve-souris européenne *Myotis bechsteini* (Schober et Grimmberger, 1991). A Madagascar, d'autres endroits comme la

forêt, les plantations d'*Eucalyptus*, les champs d'agriculture sont aussi exploités pour diverses fins (Randrianandrianina *et al.*, 2006).

Les Microchiroptères se nourrissent d'insectes et de petits arthropodes (Jones et Rydell, 2003). Environ 75% des espèces de Microchiroptères sont insectivores (Hutson *et al.*, 2001) ; d'autres espèces exploitent d'autres ressources. Tel est, par exemple, le cas de *Desmodus rotundus*, vampire d'Amérique tropicale qui mange surtout le sang de bétails et rarement le sang humain (Schober et Grimmberger, 1991). Les études antérieures ont montré que les espèces de Microchiroptères malgaches sont généralement insectivores (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006 ; Rakotoarivelo *et al.*, 2007 ; Rajemison et Goodman, 2007).

Concernant leur gîte, quelques espèces comme *Myzopoda aurita* et *Pipistrellus* spp., se perchent sur les larges feuilles. D'autres, telles que *Hipposideros commersoni*, *Emballonura* spp., *Triaenops* spp., *Myotis goudotii*, *Miniopterus* spp., *Scotophilus* spp., *Otomops madagascariensis* sont plutôt cavernicoles. En outre, il y a des espèces, qualifiées de «synanthropiques», qui utilisent les constructions humaines comme gîte. Ceci est le cas de plusieurs Molossidés comme *Mops leucostigma* ou *Chaerephon pumilus* (Eger et Mitchell, 2003).

I-3-3- Données préliminaires sur les chauves-souris

Afin de mieux connaître les espèces capturées dans la station forestière d'Ivoloina, les descriptions suivantes sont importantes.

***Pteropus rufus* Geoffroy, 1803**

«Madagascar flying fox» en anglais

«Renard Volant malgache» en français

Endémique de Madagascar, *Pteropus rufus* est une espèce largement répandue dans presque tout Madagascar (Peterson *et al.*, 1995 ; MacKinnon *et al.*, 2003). Elle est reconnue par sa grande taille, sa longueur totale comprise entre 235 - 270 mm, son avant-bras compris entre 155 - 175 mm et son poids qui se situe entre 500 - 700 g (MacKinnon *et al.*, 2003).

La tête et la partie ventrale sont de couleur jaune pâle ou orange contrastant à la couleur brune du dos et des autres parties du corps, les ailes de *Pteropus rufus* sont grises ou noires. Les battements de leurs ailes ainsi que les bruissements produits par *Pteropus rufus* pendant leur vol (Peterson *et al.*, 1995) facilitent son identification sur le terrain.

Pendant le jour, *Pteropus rufus* se réunit en colonie pendue sur les branches des grands arbres.

Pteropus rufus est classé comme une espèce vulnérable selon IUCN (2007). Sa principale menace est la chasse (la chasse de loisirs ou la chasse pour la nourriture) (Raheriarisena *et al.*, 2002).

Myotis goudotii (Smith, 1948) (Photo en annexe 7)

«Malagasy mouse-eared bat» en anglais

«Chauve-souris malgache à oreilles de souris» en français

C'est un animal de petite taille, endémique de Madagascar, dont l'avant-bras varie entre 32 - 36 mm. Il pèse entre 5 - 6 g (Eger et Mitchell, 2003). *Myotis goudotii* est une espèce largement répandue à Madagascar (Peterson *et al.*, 1995 ; Goodman *et al.*, 2005b). Il est facilement reconnaissable par son tragus long, étroit et pointu, atteignant à peu près la moitié de la hauteur totale de l'oreille. Son pelage est doux et épais. La face et la lèvre supérieure de *M. goudotii* sont pourvues de longs poils. La partie supérieure de *M. goudotii* est de couleur châtain clair terne à base des poils foncés et ventralement, le pelage est brun foncé à la base et terminé par du gris brunâtre ou du cendré (Peterson *et al.*, 1995). Cette espèce est cavernicole.

Peterson *et al.* (1995) montrent une différence entre la taille des mâles et des femelles ; les femelles sont en moyenne plus grandes que les mâles.

Myotis goudotii est classée dans les espèces à préoccupation mineure (LR/nt) par IUCN (2007). Les menaces principales sont les pesticides, la pollution, les incendies délibérés ainsi que les activités minières (Raheriarisena *et al.*, 2002).

Pipistrellus raceyi Bates *et al.*, 2006 (Photo en annexe 7)

Peterson *et al.* (1995), dans leur monographie sur les Chiroptères de Madagascar, ont déjà noté la présence du genre *Pipistrellus* à Madagascar sans avoir pu aller au niveau espèce. Au cours de ces dernières années, une évolution considérable a été accomplie après la collecte de plusieurs spécimens. Bates *et al.* (2006) ont décrit *Pipistrellus raceyi* qui est une nouvelle espèce pour la science.

Pipistrellus raceyi est un pipistrelle de petite taille dont l'avant-bras est compris entre 28,0 - 30,2 mm pour les mâles et entre 28,0 - 31,2 mm pour les femelles ainsi que la queue qui se situe entre 22,9 - 29,0 mm pour les mâles et entre 26,0 - 30,3 mm pour les femelles (Bates *et al.*, 2006). En outre, ses oreilles uniformément sombres et courtes, son

tragus en forme de croissant et son pelage relativement long, avec une partie dorsale roux (Bates *et al.*, 2006) permettent d'identifier cette espèce en plus des mensurations externes.

Cette espèce a été observée à Kianjavato, au sud-est de Madagascar dans un trou au sein d'un mur d'une maison à un mètre du sol. Le point de sortie est de 50 à 60 cm de diamètre (Bates *et al.*, 2006). *Pipistrellus raceyi* a été recensée à Kianjavato, dans la station forestière de Tampolo et à l'Est et dans la forêt de Mikea et la forêt de Kirindy (CFPF) à l'Ouest. Le statut IUCN et les menaces principales de cette espèce ne sont pas encore définis car elle vient d'être décrite tout récemment.

Myzopoda aurita Milne-Edwards et Grandidier, 1878 (Photo en annexe 7)

«Old world sucker footed bat» en anglais

«Chauve-souris malgache à pieds à ventouses» en français

Myzopoda aurita était une espèce peu connue auparavant. Les programmes d'inventaires biologiques extensifs entrepris afin d'avoir plus d'informations sur la faune malgache, incluant l'étude des Chiroptères, ont amélioré la connaissance de *Myzopoda aurita* aussi bien sur sa distribution que sur son écologie (Schliemann et Goodman, 2003).

Myzopoda aurita a un avant-bras compris entre 46 - 52 mm et un poids allant de 7,2 – 10,5 g (Goodman *et al.*, 2007a). C'est une espèce dont le poignet et la cheville sont dotés d'un bourrelet de disques adhésifs sessiles permettant son accrochage. En outre, ses oreilles longues et sa queue dépassant la membrane caudale permettent de la reconnaître facilement.

Myzopoda aurita se rencontre dans des endroits dominés par des formations secondaires et se perche sur les larges feuilles des plantes telles *Ravenala madagascariensis* ou *Typhonodorum lindleyanum*.

Myzopoda aurita est une espèce apparentée à la côte Est malgache de la partie littorale à une altitude inférieure à 1000 m. Elle se rencontre du Nord, dans la forêt de Masoala au Sud, à Tolagnaro. La partie Ouest malgache possède une autre espèce, *Myzopoda schliemanni*, qui est plus petite et plus claire (Goodman *et al.*, 2007a).

Myzopoda aurita est classée parmi les espèces vulnérables (IUCN, 2007) mais ce statut mérite une révision après les inventaires effectués dans la partie Est de Madagascar. Les menaces principales pesant sur cette espèce ne sont pas encore bien définies.

Hipposideros commersoni (Geoffroy, 1813) (Photo en annexe 7)

«Commerson's leaf-nosed bat» en anglais

«Chauve-souris de commerson à nez feuillu» en français

Hipposideros commersoni est une espèce facilement reconnaissable de part sa grande taille, son oreille triangulaire, étroite à la base, pointue à l'apex et à bord postérieur concave (Peterson *et al.*, 1995). Elle est très agile et peut souvent éviter les filets (Eger et Mitchell, 2003).

Hipposideros commersoni, la plus grande espèce de tous les Microchiroptères malgaches, est souvent cavernicole (Ranivo et Goodman, 2007). Elle présente un dimorphisme sexuel, le mâle étant plus grand que la femelle (Peterson *et al.*, 1995). Cette différence se rencontre surtout au niveau de la longueur de l'avant-bras et du poids (Ranivo et Goodman, 2007).

Cette espèce occupe diverses formations végétales ; elle est largement distribuée dans tout Madagascar (Eger et Mitchell, 2003 ; Ranivo et Goodman, 2007).

Le statut de *H. commersoni* n'est pas défini par IUCN (2007) mais Hutson *et al.* (2001) l'a regroupé dans les espèces à préoccupation mineure (LR/lc). Pourtant, au Sud-Ouest de Madagascar, de nouvelles menaces telles que la chasse abusive, peut causer une forte réduction de la population et pourra changer le statut de cette espèce si aucune mesure n'est prise. *Hipposideros commersoni* est une espèce consommée par la population locale lors de la période de soudure à partir du mois de janvier (Goodman, 2006).

Chaerephon pumilus (Cretzschmar, 1830-1831) (Photo en annexe 7)

«Little free-tailed bat» en anglais

Chaerephon pumilus figure parmi les Molossidés malgaches de petite taille. Cette espèce a un avant-bras compris entre 39 - 41 mm et un poids entre 9,5 - 14 g (Goodman et Cardiff, 2004). Elle possède des oreilles réunies par une poche intercalaire, les lèvres ridées, un tragus petit et coupé droit et un antitragus grand et carré. Le pelage est fin, laineux, pas très long mais épais et la coloration du dos est brun noirâtre et celle du ventre est plus clair (Peterson *et al.*, 1995).

C'est une espèce qui se rencontre aussi bien à l'Est (Goodman et Cardiff, 2004) qu'à l'Ouest de Madagascar (Rakotonandrasana et Goodman, 2007) entre 500 et 1000 m d'altitude (Peterson *et al.*, 1995).

Chaerephon pumilus de Madagascar présente un dimorphisme sexuel, les femelles étant plus petites que les mâles (Ratrimomanarivo, données non publiées). Chez *C. chapini*, c'est la longueur de la crête formée de longs poils chez les mâles (12-15 mm) et chez les femelles (3 - 5 mm) qui permet de différencier les deux sexes (Fenton et Eger, 2002).

Chaerephon pumilus est classé parmi les espèces à préoccupation mineure (lc) par IUCN (2007). Les informations sur les menaces possibles subies par cette espèce ne sont pas encore disponibles.

***Mops leucostigma* (Allen, 1918)**

«Malagasy White-bellied Free-tailed bat» en anglais

Endémique de Madagascar, *Mops leucostigma* a un pelage assez court et de couleur variable. En général, il est de couleur brun grisâtre ou brunâtre dans la partie supérieure du corps, le ventre est blanc. La longueur de son avant-bras peut aller de 42 – 45 mm (Peterson *et al.*, 1995). Cette espèce est largement répandue à Madagascar du Nord au Sud pour ne citer que quelques localités, à savoir Ambilobe, Katsepy (dans le même gîte que *Chaerephon leucogaster*), Antsalova (avec *C. leucogaster*), Kirindy, Ankiloaka, Tsifota, Ranobe et Saint Augustin. Dans toutes les localités citées, *M. leucostigma* a été rencontré dans des constructions humaines sauf à Kirindy (CFPF) où l'espèce a été capturée en volant à travers une mare le long de la rivière de Kirindy (Goodman et Cardiff, 2004).

Les menaces principales pesant sur l'espèce sont les pesticides, la pollution chimique ainsi que les incendies délibérés, les feux incontrôlés et les feux de brousse (Raheriarisena *et al.*, 2002). *Mops leucostigma* est classé parmi les espèces à données insuffisantes d'après l'IUCN (2007).

I-3-4- Notion d'écholocation chez les Chiroptères

Spallanzani (1794), a démontré que les chauves-souris sont capables de se déplacer dans le noir. Mais Griffin, plus tard, réussit à trouver l'explication. En effet, il a lancé l'hypothèse que les Microchiroptères émettent des ultrasons et qu'ils en perçoivent les échos avec leurs oreilles (Schober et Grimmberger, 1991).

L'écholocation désigne la réflexion de sons ou «écho», généralement inaudible à l'oreille humaine (Fenton, 2002). Elle est employée par certains groupes d'animaux comme les dauphins, les baleines et certaines espèces d'oiseaux (Schober et

Grimmberger, 1991) mais également par les Microchiroptères ainsi que *Rousettus* spp. afin de se repérer et de rechercher sa nourriture (Schnitzler et Kalko, 1998). Ces cris suraigus émis envoient des échos après avoir touché un obstacle. C'est l'écholocation au sens propre du terme. Utilisée de façon simplifiée pour désigner les vocalisations émises par les Microchiroptères en particulier, ces cris varient de 20 à 210 kHz (Schober et Grimmberger, 1991).

Ce système d'écholocation est très efficace et permet de capturer des insectes en plein vol, par exemple, dans le noir. La distance par rapport aux obstacles est évaluée en fonction du temps de retour de l'écho avec précision. La direction est évaluée par le décalage de réception entre les deux oreilles. Les sons prennent naissance au niveau du larynx et le vent passant par la corde vocale modifie la fréquence du son. Ces cris sont émis par la bouche ou par les narines. Les espèces utilisant les narines comme organe d'émission ont souvent un nez complexe (Altringham, 2001). Chez *Rousettus* spp. (Mégachiroptères), les cris proviennent des claquements de la langue.

Pendant leur vol, les Microchiroptères émettent une série de pulses à intervalle plus ou moins régulier ; mais, quand ils chassent, ils utilisent des cris à pulses répétitives (Schnitzler et Kalko, 1998). En outre, les Microchiroptères produisent aussi plusieurs types de cris sociaux qui sont généralement audibles à l'homme, donc à basse fréquence (Schober et Grimmberger, 1991 ; Russ, 1999), par exemple dans leur gîte. Ces cris peuvent traduire des signaux de détresse, d'accouplements ou de défense du territoire. En plus, les Microchiroptères utilisent également des cris à basse fréquence pour se communiquer entre les individus ou entre mère et enfant (Taylor, 2000).

Pour recevoir l'écho des ultrasons émis, ces chauves-souris doivent avoir une ouïe très développée. Pour les Vespertilionidés, ces oreilles portent une projection cartilagineuse ou tragus développée, partant de la base des oreilles (Altringham, 2001). Ce dernier fonctionne comme une surface réfléchissante en produisant des signaux acoustiques pour la localisation verticale des cibles. Le tragus crée un deuxième sentier permettant au son de parcourir le long du canal de l'oreille, en stimulant dans le fond une deuxième ouverture menant à la membrane tympanique (Lawrence et Simmons, 1982).

Chapitre II : METHODOLOGIE

II-1 Période et sites d'étude

II-1-1- Période d'étude

Un inventaire des Chiroptères a été entrepris du mois d'avril 2007 au mois de mai 2008 réparti en 4 missions de terrain. Chaque descente dure en moyenne 30 jours et tient compte des différentes saisons :

- du 24 avril au 2 juin 2007 (saison à faible pluviosité),
- du 11 novembre au 09 décembre 2007 (saison à forte pluviosité),
- du 05 janvier au 02 février 2008 (en pleine saison à forte pluviosité),
- du 24 avril au 24 mai 2008 (saison à faible pluviosité, deuxième tour).

II-1-2- Choix des sites d'étude

Les chauves-souris fréquentent et occupent divers habitats entre autres les milieux ouverts, les points d'eau et les endroits fermés (Russ, 1999). Afin de maximiser l'échantillonnage pendant l'inventaire, divers sites d'étude ont été choisis selon leur qualité respective car les études antérieures ont avancé une variation des activités et de la richesse spécifique selon les sites considérés (Randrianandrianina *et al.*, 2006 ; Kofoky *et al.*, 2007).

Pendant l'étude, 3 sites ayant une altitude moyenne de 15 m et avec des habitats différents ont été choisis (Figure 1, p. 7), à savoir : le site 1, le site 2 et le site 3.

II-1-2-1- Site 1 (S1)

Ce premier site passe par le point géographique 49°21,660'Est, 18°03,419'Sud. Ce site peut être défini comme étant une zone marécageuse. Il est caractérisé par un lac ouvert entouré par des formations autochtones dominées par *Typhonodorum lindleyanum* (Araceae) et *Ravenala madagascariensis*, quelques *Cinnamomum zelianicum* (Lauraceae) ainsi que d'autres arbres exotiques. Une route menant vers le parc zoologique se trouve au Nord-Ouest du lac, constituant une limite du site. Au-delà de cet axe routier, une zone de riziculture domine. Au Sud-Ouest du lac existe une vaste plantation d'arbres constituée majoritairement par *Eucalyptus robusta* ; le sous-bois est largement dominé par des fougères.

II-1-2-2- Site 2 (S2)

Situé à 200 m environ du premier site d'étude, le site 2 est localisé au 49°21,546'Est, 18°03,421'Sud. Il est constitué par un petit bloc de forêt quasi - naturelle

de 1 ha environ et est traversé par une petite cascade. Il est caractérisé par la présence d'une petite construction sommaire servant de lieu de détente et de réfectoire pour les visiteurs qui viennent parfois en masse dans la station forestière d'Ivoloina.

Sur les rives et à proximité de la cascade, la végétation est composée de *Raphia*, ainsi que de *Typhonodorum lindleyanum* qui est abondants près des zones humides très proches des points d'eau. En amont de la cascade, la végétation autochtone est surtout dominée par *Uapaca densifolia*, *Anosthema madagascariense* et *Dalbergia madagascariensis* (Fabaceae).

Par rapport au premier site 1, le deuxième site est un endroit fermé.

II-1-2-3- Site 3 (S3)

Situé à 240 m environ du site 1 et à peu près à 250 m du site 2, ce troisième site se localise au 49°21,612'Est, 18°03,537'Sud. C'est une zone ouverte dominée par une surface rizicole importante, près de la station modèle agricole. Il est encadré par une plantation d'arbres dominée par *Eucalyptus robusta*, *Ravenala madagascariensis*, *Pinus taeda* (Pinaceae), *Psidium cattleianum* ainsi que des fougères. Deux points d'eau peuvent être observés au niveau du site 3. Il diffère du site 2 par les formations végétales présentes et la qualité de l'habitat.

II-1-2-4- Autres sites échantillonnés

Au sein de la station forestière d'Ivoloina, neuf sites aléatoires avec des habitats différents ont été échantillonnés afin d'obtenir une liste complète des Chiroptères de la station. Les pièges ont été installés au niveau des pistes, à l'intérieur de la forêt, à travers des ponts, à des endroits proche de points d'eau et ou au niveau des pistes de la formation quasi – naturelle.

En outre, des enquêtes ont été également menées, pendant nos descentes, auprès de la population locale afin de détecter la présence de chauves-souris aux alentours de la station forestière d'Ivoloina.

II-2- Méthodes de capture et de détection ultrasonique

La capture des Microchiroptères s'avère difficile en raison de leur grande sensibilité à l'écholocation. En effet, ces espèces sont très agiles au vol et peuvent parfois éviter les obstacles. Ainsi, des matériels de capture, à savoir des filets japonais ou «mist nets» et un piège harpe ou «harp trap» ont été combinés à un appareil de

détection ultrasonique afin d'optimiser l'obtention de données au cours de la présente étude.

II-2-1- Méthode de capture

II-2-1-1- Filets

Les filets sont communément utilisés pour capturer les chauves-souris et les oiseaux (Kunz et Kurta, 1988 ; Ranivo, 2007). Mais, le succès de capture en vol dépendrait de leur vitesse de vol, de leur manœuvrabilité et des habitats (Kunz et Kurta, 1988). Ces pièges sont faits de fibre en nylon de couleur noire de 6 m et de 12 m de long, de 2,4 m de hauteur avec des mailles respectivement de 24 mm et de 36 mm. Ils contiennent 4 poches permettant de retenir les animaux capturés (Figure 3, p. 24). Ces filets sont maintenus ouverts par 2 poteaux qui doivent être rigides, droits avec un diamètre de 4 – 5 cm. Ils permettent de stopper les chauves-souris en plein vol.

Ces filets ont été installés au niveau de chaque site en tenant compte de la mobilité des chauves-souris qui peuvent fréquenter les divers habitats. La stratégie d'emplacement des filets a une influence majeure sur le succès de capture des Microchiroptères (Kunz et Kurta, 1988).

Au niveau de chaque site d'étude, 5 filets de 12 m ont été mis en place, à travers les chemins qui servent de passage à ces animaux. Ces filets ont été placés près des champs d'agriculture, à proximité ou à travers les cours d'eau, au niveau d'écotone forestier. Ils ont été ouverts pendant 6 heures, au cours de la nuit, réparties en deux phases dont la première de 17h 30 à 21h 30 et la seconde de 3h 00 à 5h 00 et visités toutes les 15 minutes. Ces deux phases correspondent à la période d'activité maximale des Chiroptères.

Au sein des sites aléatoires choisis, une combinaison des filets (de 6 m et de 12 m) a été entreprise. Ces filets ont été ouverts pendant 2 ou 3 heures après le coucher du soleil pour certains sites et pendant toute la nuit et visité de temps en temps jusqu'à l'aube pour d'autres sites.

Les coordonnées géographiques de ces sites et ses caractéristiques sont reportées en annexes. Les individus capturés sont rapidement enlevés des filets afin de faciliter leur extraction et pour qu'ils ne les abîment pas trop.

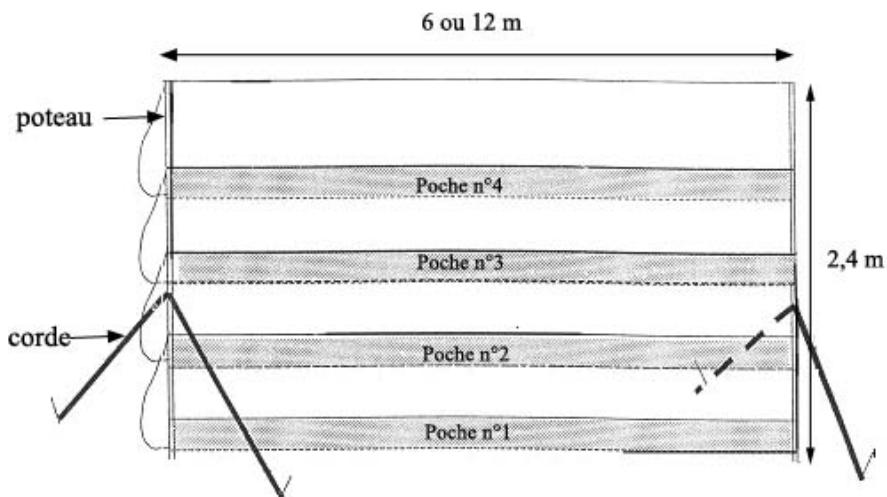


Figure 3. Schéma montrant un filet japonais ouvert

II-2-1-2- Piège harpe

Le piège utilisé dans la station forestière d'Ivoloina est constitué d'un cadre métallique d'une dimension de 2 x 1,9 m sur lequel sont fixées 2 barres horizontales (Figure 4, p. 25). Sur chaque côté sont attachés, entre deux barres en aluminium, des fils en nylon transparents tendus verticalement lorsque le piège est étalé. Les fils sont espacés de 2,5 cm et les fils de deux trames sont décalés sur les deux plans. Une poche en forme de cul-de-sac sert à collecter les chauves-souris qui glissent le long des fils en tentant de les traverser (Kunz et Kurta, 1988). Le tout est supporté par 4 pieds dont la longueur est réglable selon la situation ou l'objectif de l'utilisateur. C'est une technique passive. Ce piège a été installé entre deux filets au sein du site 1 et proche d'un point d'eau pour le site 3.

Quand le piège est étalé, les fils sont suffisamment fins et épais pour que les ondes d'écholocations des chauves-souris ne puissent pas les détecter mais assez forts pour stopper les animaux. Les chauves-souris arrêtées glissent lentement le long des fils et tombent dans la poche en forme de cul-de-sac (Kunz et Kurta, 1988). Ce dernier est assez profond et les chauves-souris capturées ne peuvent pas en sortir.

Utilisé seulement en cas de besoin, le piège harpe a été placé dans 2 sites (n°1 et n°3). Il permet de capturer les espèces dont les chances de capture par filets sont minimes. Contrairement aux filets, ce piège a été laissé ouvert toute la nuit et visité pendant la vérification des filets.



Figure 4. Structure d'un piège harpe
(Photo : Beza Ramasindrazana, mai 2008)

II-2-2- Détection ultrasonique

II-2-2-1- Type de détecteur d'ultrasons utilisé

Les chauves-souris figurent parmi les animaux produisant des vocalisations qui, dans certains cas, peuvent aller jusqu'à 200 cris par seconde (Fenton, 1988). Afin de compléter les techniques de capture, un détecteur ultrasonique ou «bat detector» type «Petterson elektronik AB-D 240X» a été utilisé. C'est un appareil électronique permettant de convertir les ultrasons en sons audibles à l'homme (Petterson, 2001). Il fournit des informations sur la localisation et l'activité (passage ou capture) des Chiroptères capables d'émettre des ultrasons et permet de déterminer les espèces présentes dans un site donné (Russ *et al.*, 2001). Ces ultrasons ont été enregistrés à l'aide d'un matériel d'enregistrement «Portable Minidisc Recorder type MZ-N505».

II-2-2-2- Méthode d'enregistrement

Les ultrasons captés en mode hétérodyne (ultrasons convertis en sons audibles par le détecteur sans modification de la durée d'émission) sont transformés manuellement

en mode d'expansion temporelle ou «time expansion». Cette méthode de transformation permet d'obtenir des cris dix fois plus lents.

Sur terrain, deux points d'écoute ont été choisis au sein des sites 1 et 3 et un point d'écoute au site 2. L'écoute sur chaque point dure 15 minutes et est répétée 5 fois au cours de la nuit. Les enregistrements ont été entrepris entre 17h 45 et 20h 15 pour la première phase et entre 03h 45 et 05h 15 pour la deuxième phase. Chaque enregistrement dure en moyenne 20 secondes. Les cris obtenus vont faire l'objet d'une étude minutieuse à l'aide d'un logiciel spécialisé appelé «bat sound Pro software» (Petterson Elektronik, AB, Uppsala, Sweden).

Pendant les analyses, le seuil de détectabilité des pulses varie peu. Le mode «Hanning window» a été choisi car il permet d'avoir des sonogrammes de bonnes qualités. Le Fast Fourrier Transform (FFT), qui est une formule mathématique permettant de convertir les données temporelles (amplitude en fonction du temps) en fréquences (exprimées en kHz) par rapport au temps, a été maintenu à 1024 parce que ce seuil donne une meilleure qualité des pulses à analyser.

II-2-2-3- Identification des paramètres caractéristiques de chaque ultrason

Les cris émis par les Microchiroptères sont constitués d'un ensemble de pulses à haute fréquence dont l'amplitude varie en fonction de l'activité de l'individu. Ainsi, les sonogrammes sont des courbes traduisant les cris émis en fonction du temps. L'allure et l'intervalle de fréquence de chaque pulse est caractéristique d'une espèce. Deux types de pulses ou signaux peuvent être distingués selon les habitats fréquentés par ces animaux (Russ, 1999), à savoir :

1- Des signaux à modulation de fréquence ou «Frequency Modulation» (FM), caractérisés par des pulsations de courtes durées mais de fréquences variables, allant de 60 à 30 kHz en 5 ms pour plusieurs espèces de Vespertilionidés des pays tempérés (Altringham, 2001). Cette fréquence est caractéristique des espèces visitant fréquemment les endroits fermés comme *Myotis goudotii*.

Comme ces Microchiroptères doivent détecter les objets autour d'eux, ils écoutent les échos de chaque pulse émise (Altringham, 2001). Ils envoient des pulses de très courtes durées, attendent l'écho et sont capables d'évaluer leur distance par rapport à une proie par exemple, émettent une autre pulse pour actualiser les informations et ainsi de suite jusqu'à la capture de la proie (Altringham, 2001).

2- Des signaux à fréquence constante ou Frequency» (CF) qui «Constant varient de quelques centaines de Hz ou encore des fréquences quasi-constantes ou «Quasi-Constant Frequency» (QCF) présentant une variation de la fréquence de quelques kHz. Ces types de signaux sont utilisés par beaucoup de Microchiroptères. La durée de ces pulses est plus longue, allant 10 à 50 ms. Ce type de pulse est caractéristique des espèces fréquentant les milieux ouverts, sachant que les hautes fréquences sont facilement atténuées à l'air libre. Pour s'assurer que les cris traversent de longues distances, les Microchiroptères, utilisant ce type de signal, font en sorte qu'un des composants soit à une fréquence plus basse.

Les pulses émises sont rarement constituées par des portions à fréquence constante uniquement car souvent, une petite composante à FM peut être observée sur l'un ou les deux côtés de chaque pulse. Ainsi, des cris de types FM-CF sont utilisés par les espèces utilisant les milieux semi-ouverts, comme la lisière des forêts, et dont les caractéristiques résident dans le fait que chaque pulse est formée de 2 portions dont une partie CF et une partie FM et inversement (Russ, 1999). En réalité, tous les ultrasons émis par ces Microchiroptères ont généralement des parties FM et CF mais ils diffèrent par le degré d'importance de chaque portion. Chez quelques espèces, des cris caractérisés par une combinaison de composants FM et QCF sont également observés surtout chez les Molossidés.

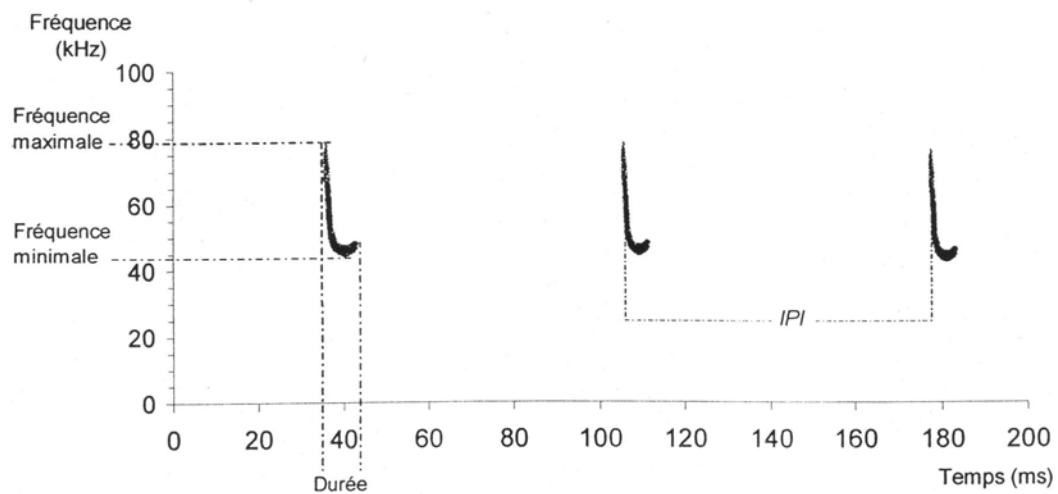
Les ultrasons émis par les chauves-souris sont composés de portions FM ou CF ou même des deux types CF-FM ou FM-CF (Jones et Rydell, 2003). Selon le temps mis pour émettre les pulses et en écouter les échos, deux groupes de chauves-souris peuvent être distingués, à savoir :

- Les chauves-souris qui émettent des pulses FM ou des pulses de type FM-CF, CF-FM qui séparent le temps d'émission et le temps d'écoute de l'écho parce qu'elles ne peuvent pas détecter l'écho pendant l'émission. Des pulsations de courtes durées sont alors émises et ces ultrasons brefs, sont suivis d'un long intervalle d'écoute (Kalko et Schnitzler, 1993). Pendant la chasse, au fur et à mesure que la chauve-souris s'approche de sa proie, elle réduit la durée d'émission afin d'éviter ou de minimiser le chevauchement entre les pulses et les échos (Kalko et Schnitzler, 1993). Ces groupes de chauves-souris fonctionnent à temps partiel ou «low duty cycle echolocators» (Jones et Rydell, 2003). Ils rassemblent la famille des Emballonuridés, Nyctéridés, Vespertilionidés, Myzopodidés, Miniopteridés et Molossidés (DesRoche *et al.*, 2007).

- Les Hipposideridés utilisent des cris composés surtout d'une partie à fréquence constante à plein temps «high duty cycle echolocators» (DesRoche *et al.*, 2007). Pour les Hipposideridés, la durée de chaque pulse est inférieure à 20 ms. Les pulses émises et les échos sont séparés plutôt par rapport à la fréquence qu'au temps. Les chauves-souris émettant à plein temps, peuvent détecter les échos produits par le vol des insectes.

Afin de spécifier ou de distinguer une espèce d'une autre par leur écholocation, divers paramètres doivent être pris en compte pour les cris dont les pulses sont de bonnes qualités. Ce sont surtout :

- ❖ **La fréquence minimum** (F_{min}) : c'est la fréquence minimum de chaque pulse, exprimée en kHz.
- ❖ **La fréquence maximum** (F_{max}) : c'est la fréquence maximum de chaque pulse, exprimée également en kHz.
- ❖ **La durée** (dur) : c'est la durée d'une pulse, elle est exprimée en ms.
- ❖ **L'Inter - pulse Intervalle** (IPI) : c'est l'intervalle de temps qui sépare deux pulses consécutives, exprimé également en ms.
- ❖ **La fréquence d'énergie maximum** (F_{maxE}) : c'est la fréquence caractérisée par une forte intensité émise pendant leur écholocation. Elle est obtenue en analysant le spectre de la puissance de chaque séquence d'enregistrement (Russ *et al.*, 2001). Elle peut toujours être déterminée même avec des parties qui ne sont pas de bonnes qualités.



IPI : Inter - pulse intervalle

Figure 5. Paramètres à étudier à partir d'un sonogramme

Pour avoir des données fiables sur les espèces des chauves-souris dans la station forestière d'Ivoloina, les cris doivent comporter au moins trois pulses bien visibles afin de pouvoir les analyser (Figure 5, p. 28). Les autres cris ont permis d'avoir une idée sur la variation du nombre de cris de Chiroptères en fonction de la saison ou de l'habitat.

En vue d'avoir plus de précision sur l'allure des ultrasons émis par les Chiroptères et de mesurer les paramètres sus-émis, des enregistrements en cage de leurs cris ont été entrepris. Ceci consiste à relâcher l'animal dans une cage. Cette dernière est formée d'une toile fine de 2 m de haut, 2 m de largeur. Cette cage est liée à une toile plus rigide facilitant le déplacement de l'observateur à l'intérieur. Les enregistrements obtenus peuvent être compilés afin de pouvoir établir un catalogue de cris de chaque espèce.

II-3- Méthodes d'étude des individus capturés

II-3-1- Méthode d'identification des espèces capturées

Les individus capturés sur le terrain ont été identifiés en utilisant des clés de détermination des espèces disponibles basées surtout sur les caractéristiques externes (Dorst, 1947 ; Peterson *et al.*, 1995 ; Russ *et al.*, 2001 ; Bates *et al.*, 2006).

Ainsi, comme paramètres d'identification, le pelage, la forme de l'oreille et du tragus, la forme du museau, la taille de l'animal ainsi que l'allure et la longueur de la queue et principalement la longueur de l'avant-bras ont été adroitement vérifiés.

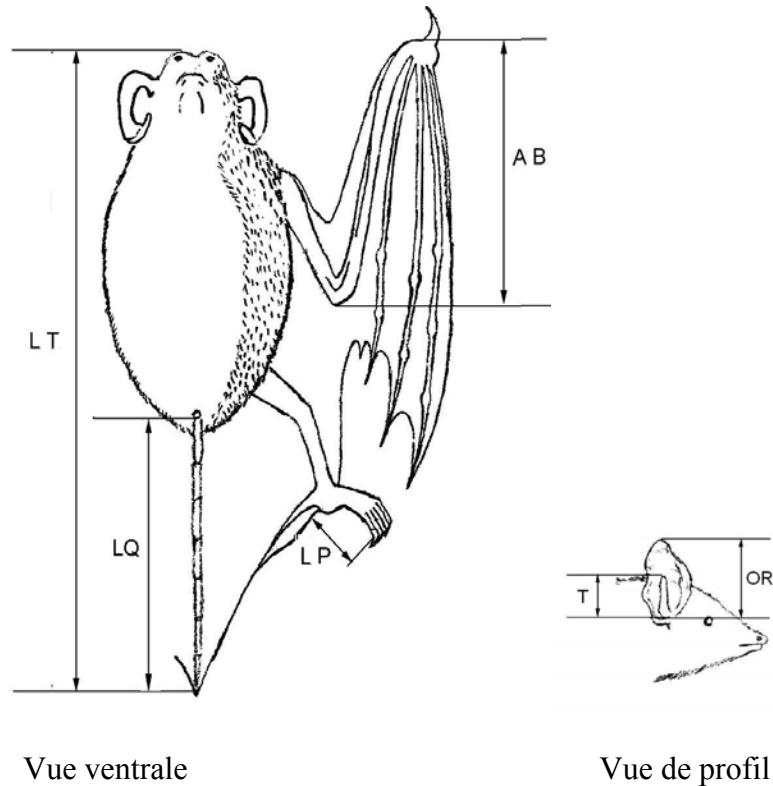
II-3-2- Méthode de mensuration et pesage

II-3-2-1- Mensuration proprement dite

Cette mensuration est très importante car elle aide beaucoup dans l'identification de l'espèce en question. A l'aide d'une règle double décimètre en plastique à précision 0,5 mm, diverses mensurations exprimées en millimètres ont été prises afin de déterminer (Figure 6, p. 30) :

- LT (Longueur totale de l'animal) : distance entre l'extrémité du museau et la dernière vertèbre caudale de la queue quand cette dernière existe
- LQ (Longueur de la queue) : longueur des vertèbres caudales
- LP (Longueur du pied) : du talon à l'extrémité du tarse, sans les griffes
- OR (Longueur de l'oreille) : hauteur de l'échancrure à l'extrémité supérieure de l'oreille

- T (Longueur du tragus) : surtout pour les Vespertilionidés, hauteur du tragus, de la base au sommet
 - AB (Longueur de l'avant-bras) : longueur du coude jusqu'au poignet pliant
- Pour les individus qui seront marqués et relâchés, seule la longueur de l'avant-bras a été mesurée.



Echelle : 1000/1000

Figure 6. Différentes mensurations externes de Microchiroptères
(D'après Beza Ramasindrazana, 2008)

II-3-2-2- Pesage

L'unité utilisée est le gramme (g). Selon la destinée de l'animal, deux modes de pesage peuvent être entrepris. Si l'animal est préparé en spécimen, il est pesé directement à l'aide d'une balance à précision 0,5 g de marque Pesola. Mais, si l'individu est marqué puis relâché, alors il est plus commode de pratiquer la double pesée qui consiste à peser d'abord l'animal avec le pochon en tissu puis de peser le pochon uniquement. Le poids de l'animal sera alors obtenu par la différence entre les deux pesées. Le pesage aide dans l'identification de l'animal.

II-3-3- Détermination du sexe et sex-ratio

II-3-3-1- Détermination du sexe

Chez les chauves-souris, le sexe d'un individu est facilement reconnaissable. Les mâles ont un pénis voyant suivi d'une paire de testicules qui peut être abdominale ou scrotale et les femelles présentent un vagin et deux mamelles (petites, larges ou lactées) qui peuvent aider à déterminer le statut de reproduction de l'individu (Racey, 1988).

Afin d'avoir des informations sur la période de reproduction des Chiroptères, l'observation des états du tractus génital chez les mâles et femelles sont indispensables. Chez la femelle, cette observation peut révéler la présence d'un embryon ou d'une cicatrice laissée par le placenta. Toutes ces informations peuvent aider à estimer la période de reproduction des chauves-souris. Pour les mâles, l'état de l'épididyme varie selon le stade de reproduction des espèces.

Pour les individus qui seront relâchés, la détermination du sexe se limite à l'observation d'un pénis pour les mâles, la présence d'une paire de mamelles et de l'orifice génital pour la femelle.

Parfois, la taille des individus mâles et femelles est inégale d'où le terme de «dimorphisme sexuel» pour ne citer que *Hipposideros commersoni* (Ranivo et Goodman, 2007).

II-3-3-2- Sex-ratio

C'est le rapport entre le nombre des individus mâles et celui des femelles dans une population d'une espèce donnée. Il est défini par la formule :

$$SR = \frac{\text{Nombre d'individus mâles}}{\text{Nombre d'individus femelles}}$$

SR : Sex-ratio

II-3-4- Détermination de l'âge

L'âge réel des animaux ne peut être précisément établi que si les individus ont été marqués depuis leur naissance. Ainsi, l'âge des chauves-souris est estimé à partir des caractères morphologiques (Anthony, 1988). Pour cela, plusieurs méthodes peuvent être

utilisées. Parmi elles figurent l'observation de l'ossification au niveau du crâne et la soudure du cartilage du 5^{ème} métacarpe de l'individu collecté.

Pour les individus qui seront relâchés, il suffit de déterminer la soudure du métacarpe pour pouvoir estimer l'âge de l'animal. Pour cela, le 5^{ème} métacarpe est éclairé avec une lampe. Chez les très jeunes, l'ossification est marquée par un cartilage transparent. Pour les juvéniles, l'ossification commence au milieu de l'articulation mais n'est pas encore finie. L'ossification est terminée pour l'adulte (Figure 7).

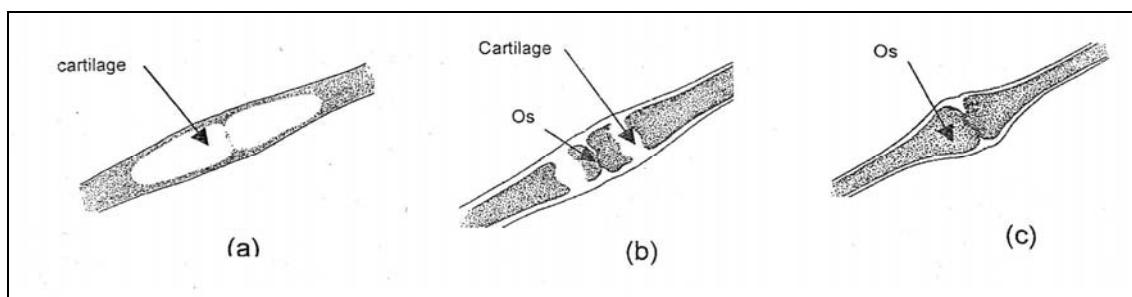


Figure 7. Structure de la soudure du cartilage du 5^{ème} métacarpe selon l'âge des individus

(a) très jeune, (b) juvénile, (c) adulte

Pour les spécimens qui vont servir de collection de référence, le crâne est extrait de chaque spécimen et porte le même numéro que ce dernier. Il est conservé dans de l'éthanol à 70 %. Au laboratoire, il est ensuite nettoyé par des Coléoptères carnivores (appartenant à la famille des Dermestidae), il ne restera plus que les os. Après ce nettoyage par les insectes, les os du crâne sont mis une nuit dans un congélateur pour tuer les oeufs ainsi que les larves des insectes et immergés dans de l'ammoniac 10 % pendant 10 heures afin d'enlever les graisses restantes. Les os seront rincés à l'eau, nettoyés une dernière fois, ensuite séchés (Ranivo, 2007). La détermination de l'âge se fait par l'observation de l'état de soudure de la basisphénoïde dans la partie condylo-basale du crâne.

II-3-5- Méthode de marquage

De nombreux types de marquage peuvent être réalisés pour les études de population de Chiroptères. Ainsi, des bandes métalliques au niveau des ailes, des bandes plastiques, des bandes réfléchissantes, ou des colliers peuvent être utilisés (Barclay, 1988). Mais d'après des études récentes, ces procédés peuvent nuire à

l'individu marqué après une infection ou d'autres conséquences entraînant ainsi une mortalité pour ces individus marqués et faussant les données qui en découlent.

Ainsi, un «biopunch» (Figure 8) produit par Fray Product Corporation (New York) permettant de faire un petit trou de 3 mm de diamètre au niveau du patagium, entre deux métacarpes, a été utilisé afin d'étudier le mouvement des Chiroptères. L'animal marqué a un numéro de terrain et l'échantillon de tissu prélevé est préservé dans de l'EDTA (Ethylène Diamine Tetracétique) pour les études moléculaires.

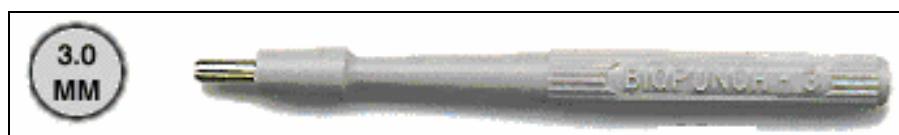


Figure 8. Schéma d'un «biopunch»

Pour cela, un individu capturé sera d'abord, mesuré, marqué puis relâché. Cette méthode permet d'apprécier le degré de mobilité des individus d'une population donnée et de reconnaître les individus repris.

II-3-6- Spécimens

Quelques individus capturés ont été préparés en spécimens muséologiques préservés sous forme de crâne et de cadavre en formol pour servir de collection de référence. Des échantillons de tissus provenant de ces animaux ont été également prélevés et placés dans des tubes Nunc avec de l'EDTA pour les études moléculaires et phylogénétiques ultérieures des Chiroptères malgaches.

Toutes les récoltes sont conformes aux autorisations venant du Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme :

- N°064/07/MINENV.EF/SG/ DGEF/DPSAP/SSE du 30 mars 2007,
- N°0279/07/MINENV.EF/SG/DGEF/DPSAP/SSE du 08 novembre 2007,
- N°0115/08/MEEFT/SG/DGEF/DSAP/SSE du 18 avril 2008.

Chez ces individus, les ectoparasites éventuels sont collectés à l'aide d'une pince et conservés dans des tubes Eppendorf avec l'éthanol à 75°.

II-4- Méthode d'étude du régime alimentaire

Les insectes et les petits arthropodes constituent les ressources alimentaires les plus répandues chez les Microchiroptères (Jones et Rydell, 2003). Environ deux tiers

des Microchiroptères sont insectivores mais peu de choses sont connues concernant leur préférence alimentaire (Shiel *et al.*, 1997 ; Jones et Rydell, 2003). Des récentes publications ont amélioré la connaissance du régime alimentaire des chauves-souris de Madagascar (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006 ; Rakotoarivelo *et al.*, 2007 ; Rajemison et Goodman, 2007).

Afin d'avoir un aperçu du régime alimentaire des Microchiroptères dans la station forestière d'Ivoloina, les fèces des individus capturés ont été collectés et analysés au laboratoire car l'analyse de ces fèces donne des informations intéressantes sur le régime alimentaire des Microchiroptères (Shiel *et al.*, 1997).

II-4-1- Collecte des matières fécales

Les matières fécales des Microchiroptères peuvent être collectées en dessous de leur gîte ou directement à partir des individus capturés (Whitaker, 1988).

Lors de la présente étude, chaque individu capturé est laissé au moins 2 heures dans des pochons en tissus après leur capture pour qu'ils aient le temps de déféquer. Les matières fécales sont ensuite mises dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml préalablement remplis d'éthanol à 75°. Après chaque mission sur terrain, ces crottes ont été emmenées au laboratoire pour des analyses minutieuses des proies consommées par individu. Elles ont pour but de déterminer le régime alimentaire des espèces capturées en identifiant les fragments d'invertébrés contenus dans les fèces.

II-4-2- Analyses des fèces au laboratoire

L'analyse des fèces permet de déterminer le régime alimentaire des Microchiroptères (Whitaker, 1988). Ceci consiste à identifier les parties non digérées (fragments identifiables) comme les antennes, les mandibules, les fragments de pattes des invertébrés contenus dans les crottes (Shiel *et al.*, 1997 ; Whitaker, 1988).

Dans les études antérieures, 5 à 10 pelotes fécales ont été prises et utilisées pour chaque individu (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006 ; Rakotoarivelo *et al.*, 2007) mais dans la présente étude, toutes les pelotes fécales provenant de chaque individu ont été prises comme échantillon afin d'obtenir des résultats plus fiables concernant le type de proie. Les pelotes venant d'un individu sont mises dans une boîte de pétri contenant de l'alcool à 90° en vue de les ramollir et de séparer les différents fragments constituant les parties non digérées des proies. Puis, sous loupe binoculaire, chaque pelote a été soigneusement défaite, les différents restes d'insectes ou autres sont groupés de façon à

ce que les parties identifiables provenant, par exemple, du même ordre soient bien distinguées. Après, les fragments seront déterminés soit directement après l'observation, soit à partir des catalogues disponibles, présentant les différentes parties du corps ou des dessins d'individus entiers de chaque ordre ou famille (Borror et White, 1970 ; Whitaker, 1988 ; Borror *et al.*, 1989 ; Delaware et Aberlenc, 1989 ; Shiel *et al.*, 1997).

II-5- Etude de la variation du nombre de cris enregistrés

La méthode d'expansion temporelle ne permet pas d'obtenir des informations sur l'activité comme la phase de passage ou «bat pass» ou la phase de chasse ou «bat feeding» mais plutôt une détermination spécifique. Toutefois, la variation du nombre de cris enregistrés par site peut définir l'habitat préférentiel des Microchiroptères de la station et peut donner l'influence de la saison sur le nombre de cris obtenus.

II-6- Méthode d'analyse des données

Après avoir établi les bases de données sur des feuilles de tableur Excel, les analyses ont été constituées par une partie d'analyse non statistique, une partie de statistique descriptive et une partie de statistique analytique qui se caractérise par divers tests en vue d'accepter ou de rejeter une hypothèse.

II-6-1- Effort de capture des Microchiroptères

En vue d'une meilleure comparaison de la diversité, il est nécessaire de standardiser l'effort déployé au cours de chaque descente. Ainsi, il représente la longueur totale des filets utilisés par nuit pendant une durée bien déterminée

Il se calcule par la formule :

$$\boxed{EC = A \times H \times B}$$

EC : Effort de capture, exprimé en filets-heures-mètres (fhm)

A : Nombre de filets utilisés (f)

H : Durée d'ouverture des filets, exprimée en heures (h)

B : Longueur totale des filets, exprimée en mètres (m)

II-6-2- Effort de détection ultrasonique

Comme pour l'effort de capture, l'effort de détection devrait également être le même pendant toute la durée de l'échantillonnage afin de déterminer l'évolution de la détection des espèces. Il se calcule par le produit entre le nombre de points d'écoute entrepris et la durée de détection au niveau de chaque point. Chaque séquence d'enregistrement se fait pendant 15 minutes.

$$\boxed{ED = N \times d}$$

ED : Effort de détection

N : Nombre de points d'écoute

d : Durée de chaque point d'écoute

II-6-3- Analyse de la diversité spécifique

II-6-3-1- Richesse spécifique basée sur la capture et l'observation directe

La richesse spécifique se définit comme étant le nombre total d'espèces rencontrées dans une localité donnée. Cette richesse spécifique pourrait différencier deux sites donnés.

II-6-3-2- Abondance relative

Chaque espèce au sein d'une communauté est caractérisée par son abondance relative. Ainsi, l'indice d'abondance d'une espèce permet d'apprécier le rang d'une espèce ou son importance dans un biotope donné. Ceci peut s'exprimer soit sous forme décimale, soit en pourcentage. Elle peut fournir également une estimation sur la taille de la population de chaque espèce de Microchiroptères.

Elle se calcule par la formule suivante :

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

Ar : Abondance relative

II-6-3-3- Richesse spécifique basée sur la détection

La méthode ultrasonique permet également d'établir une liste des espèces détectées dans une localité donnée basée sur l'analyse individuelle des sonogrammes. De cette analyse découle une liste des espèces détectées.

Remarque : Dans la partie sur la détection ultrasonique, les analyses des cris ont abouti uniquement à la détermination du genre ou même de la famille (cas des Molossidés) donc il serait plus commode d'utiliser le terme «taxa» plutôt que «espèces».

II-6-4- Analyse du régime alimentaire des Microchiroptères

En vue de déterminer la proportion de chaque type de proies consommées par les Microchiroptères, deux paramètres doivent-être calculés, à savoir : le pourcentage de fréquence et le pourcentage volume.

II-6-4-1-Pourcentage de fréquence

L'abondance relative d'une catégorie de proie donnée peut s'exprimer en terme de pourcentage. Le pourcentage de fréquence se calcule en divisant le nombre d'échantillons contenant un groupe d'invertébrés donné par le nombre total d'échantillons analysés, le tout multiplié par 100. Les données de chaque espèce sont indépendantes.

D'où la formule :

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

PF : Pourcentage de fréquence (%)

n : Nombre d'échantillons contenant un ordre donné

N : Nombre totale d'échantillons analysés

Cette méthode a quand même un inconvénient car la somme des valeurs seront largement supérieure à 100 étant donné qu'un échantillon contient plus d'un groupe (Whitaker, 1988).

II-6-4-2- Pourcentage volume

Le pourcentage volume de chaque catégorie de proie a été déterminé en rassemblant les fragments identifiables d'un groupe donné. Ces derniers ont été divisés par le nombre total de fragments observés dans l'échantillon analysé et multiplié par

100 en prenant comme unité toutes les pelotes fécales de chaque individu. Le pourcentage volume permet d'obtenir une meilleure estimation de l'abondance relative d'une catégorie donnée (Whitaker, 1988).

Elle se calcule par la formule :

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

PV : Pourcentage volume (%)

v : Nombre de fragments identifiables d'une catégorie donnée

V : Nombre total de fragments identifiables observés

La somme est sensiblement égale à 100 et peut déterminer l'importance d'un type de proie dans la vie de l'espèce étudiée (Whitaker, 1988).

II-6-4-3- Nombre minimum d'individus

Après avoir analysé les pelotes fécales, le nombre minimum d'individus consommé par chaque individu d'une espèce donnée peut être estimé. Ainsi, par exemple, la présence de deux types d'élytres de Coléoptères dans un échantillon analysé, prouve que l'individu a mangé au moins deux individus de cet ordre. Mais d'habitude, il est plus intéressant de tenir compte des organes pairs ou des organes caractéristiques pour tous les groupes tels les mandibules ou les yeux ou les antennes.

Chez beaucoup d'insectes, chaque individu a 2 mandibules, donc si l'échantillon contient 3 mandibules, l'individu a mangé au moins 2 individus. Il faut regarder l'orientation de chaque mandibule afin de savoir le côté droit et le côté gauche.

II-6-5- Statistique descriptive

Cette partie consiste à déterminer pour chaque variable mesurable l'effectif, la moyenne, la déviation standard, les valeurs minimum et maximum.

Quand la variabilité est trop élevée, il est préférable d'utiliser l'erreur standard qui mesure la variabilité de la moyenne arithmétique des échantillons au cas où l'étude est répétée plusieurs fois (Cumming *et al.*, 2007). L'erreur standard et la déviation standard sont liées selon la relation :

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

SE : Erreur standard

SD : Déviation standard

n : Nombre d'échantillons analysés

L'erreur standard est inversement proportionnelle à la taille de l'échantillon.

II-6-6- Statistique analytique

II-6-6-1- Test U de Mann-Whitney (Dytham, 2003)

Ce test est l'équivalent non paramétrique du «*test t de student* » en vue d'étudier deux groupes indépendants (exemple : mâles et femelles). Ce test ne tient pas compte de l'homogénéité de la variance ou de la normalité des données à tester. Ce test est basé sur les médianes.

L'hypothèse nulle H_0 stipule que les données à tester provenant de l'échantillon considéré ont la même médiane. Si la probabilité p calculée est supérieure à 0,05, la différence est non significative, donc il n'y a pas de différence entre les 2 médianes. Par contre, si p est inférieure à 0,05, la différence est significative car il y a une différence entre les médianes, H_0 est rejetée et l'hypothèse alternative H_1 est retenue.

Soit :

- R_1 : Somme des rangs de l'échantillon n°1
- R_2 : Somme des rangs de l'échantillon n°2
- n_1 : Nombre d'individus de l'échantillon n°1
- n_2 : Nombre d'individus de l'échantillon n°2

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_2$$

$$U_1 + U_2 = n_1 n_2$$

Enfin, il suffit de comparer la valeur minimale de U à celle de la table en lisant la valeur critique à n_1 et n_2 .

II-6-6-2- Test de Kruskal-Wallis

Ce test est utilisé quand l'échantillon est petit. Il permet de comparer plus de deux groupes (Campbell, 1989). Il est l'équivalent non paramétrique du «one-way ANOVA» (Dytham, 2003) et possède comme hypothèse nulle que tous les échantillons pris de la population ont les mêmes médianes.

Le rang de chaque échantillon, R1, R2,..., Rk

$$R1 + R2 + \dots + Rk = \sum_{i=1}^k Ri = \frac{1}{2}n(n+1)$$

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{Ri^2}{ni} - 3(n+1)$$

Dans les analyses du régime alimentaire, les données en pourcentages ont d'abord été transformées en données angulaires (arcsinus) avant d'être utilisées dans les tests non paramétriques.

II-6-7- Affinité biogéographique par analyse de similarité des sites

Afin de pouvoir connaître l'affinité de la communauté des chauves-souris de la station forestière d'Ivoloina avec celle des autres localités inventoriées de l'Est, le coefficient de similarité de Jaccard a été utilisé car il permet d'apprécier à quel point 2 endroits différents ont des espèces communes (Southwood, 1978). Il tient compte de la présence ou de l'absence d'une espèce dans chaque site étudié et compare les sites deux à deux.

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

Cj : Coefficient de similarité de Jaccard

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

En outre, un dendrogramme traduisant la distance métrique euclidienne respective de chaque sous-groupe a été fait avec le logiciel SYSTAT version 6.0 pour Windows (SYSTAT, 1996). Cette analyse concerne la station forestière d'Ivoloina, la station

forestière de Tampolo, la péninsule de Masoala, l'île Sainte Marie, la forêt littorale de Tolagnaro ainsi que le Parc National d'Andohahela (parcelle 1 et 2).

- Située à 10 km au nord de Fenoarivo Atsinanana, dans la région d'Analajirofo, la station forestière de Tampolo passe par le point géographique 49°25' de longitude Est et 17°17' de latitude Sud et d'altitude compris entre 5 et 10 m (Ratsirarson et Goodman, 1998). La pluviométrie annuelle est de 2712 mm avec une pluviosité maximale entre le mois de septembre et le mois de mars. La température moyenne est de 24°C. Elle fait partie de la forêt littorale orientale (Rabehevitra, 2007). Elle s'étend sur 10 km le long de la côte sur 2 km. Elle a une superficie de 880 ha dont 537 ha en forêt classée (Rajoelison, 1994). Six espèces de chauves-souris peuvent y être recensées (Ifticène *et al.*, 2005).

- L'île Sainte-Marie appartient à la région d'Analajirofo. Elle se trouve dans la partie Est de Madagascar. Elle est située entre 49°48' - 50°01' de longitude Est et 17°09' - 16°42 de latitude Sud, avec une altitude allant de 0 à 121 m. Elle a une superficie de 21 000 ha. La distance la plus courte entre Madagascar et l'île Sainte Marie est de 7 km (Rakotonandrasana, 2008). La précipitation moyenne annuelle atteint 3584 mm (Donque, 1975). La température moyenne annuelle est de 25,2°C (Rakotonandrasana, 2008). Cette île est caractérisée par une forêt humide dégradée (Rasolohery, 2007). Quatre espèces de chauves-souris peuvent être recensées (Rakotonandrasana et Goodman, 2007).

- La péninsule de Masoala, dans la région du Sava, passe par le point géographique 15°38' de latitude Sud et 50°09' de longitude Est qui est considéré comme son centre approximatif. L'altitude de la péninsule de Masoala varie de 0 à 1224 m. La péninsule de Masoala renferme un Parc National de 230 000 ha composé d'un grand bloc de forêt sempervirente, 3 petites réserves satellites de forêt littorale et de mangroves ainsi que 3 parcs marins (Kremen, 2008). La station de recherche d'Andranobe est la plus arrosée avec une moyenne de 5900 mm par an entre 1993-1996. Le niveau de pluviométrie le plus bas est enregistré du mois de septembre au mois de novembre. Les températures les plus élevées sont enregistrées au mois de décembre et janvier et les plus basses entre juillet et septembre (Kremen, 2008). La

température moyenne annuelle est de 23,9°C⁽¹⁾ . La péninsule de Masoala est caractérisée par une forêt humide (Schatz et Rasolohery, 2007). Eger et Mitchell (2003) ont signalé la présence de 14 espèces de Chiroptères à Masoala.

- La forêt littorale de Tolagnaro est incluse dans la région d'Anosy. Divers lambeaux forestiers sont observés pour ne citer que la forêt littorale de Sainte Luce située au Sud-est de Madagascar passant par le point géographique 24°45' de latitude Sud et 47°11' de longitude Est (Bollen, 2003) et la forêt littorale de Mandena qui se trouve à environ à 12 km au nord-est de Tolagnaro au Sud-Est de Madagascar. Avec une altitude variant de 0 à 20 m, la forêt littorale de Tolagnaro passe par le point géographique 24°56,9' de latitude Sud et 46°59,7' de longitude Est (Ramanamanjato et Ganzhorn, 2001). La précipitation moyenne annuelle est de 1589 mm avec une saison humide allant du mois de novembre au mois de mai accumulant 70 % de la précipitation annuelle. La température moyenne annuelle est de 23,7°C (Vincelette *et al.*, 2007). Ce site est caractérisé par une forêt littorale (Rabehevitra, 2007). Neuf espèces de chauves-souris peuvent y être recensées (Jenkins *et al.*, 2007).

- Le Parc National d'Andohahela, dans la région d'Anosy, est située à l'extrême Sud-Est de Madagascar entre la portion humide de l'Est et la portion sèche de l'Ouest de l'île. Ce parc est composé de 3 parcelles distantes les unes des autres.

- La parcelle n°1 est caractérisée par une forêt humide à l'Est de la montagne Anosyenne, située entre 46°37' - 46°52' de longitude Est, et 24°30' - 24°52' de latitude Sud, 63100 ha ;

- La parcelle n°2 est caractérisée par une forêt sèche épineuse à la limite de la partie Ouest de la montagne Anosyenne, située entre 46°33' - 46°38' de longitude Est, et 24°48'-24°58' de latitude Sud, 12420 ha ;

- La parcelle n°3 est caractérisée par une transition entre la forêt humide et la forêt sèche juste à l'Ouest de la montagne Anosyenne, située entre 46°37' - 46°39' de longitude Est, et 24°59' - 25°02' de latitude Sud, 500 ha.

Le Parc National d'Andohahela a une superficie de 76020 ha et son altitude varie de 90 à 1972 m (Nicoll et Langrand, 1989).

⁽¹⁾ Source : www.parcs-madagascar.com/masoala/masoala.htm.

La précipitation annuelle est comprise entre 600-800 mm et la température moyenne annuelle est de 23°C (Nicoll et Langrand, 1989). Le parc est caractérisé par un mélange de formations herbeuses boisée-formation buissonnante à l'Ouest (Smith, 2007) et de forêt humide à l'Est (Schatz et Rasolohery, 2007). Cinq espèces de chauves-souris y ont été recensées (Goodman, 1999).

Chapitre III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III-1- Effort d'échantillonnage

III-1-1- Effort de capture

III-1-1-1- Effort de capture pendant l'inventaire

Au total, cinq espèces de chauves-souris ont été capturées au sein de la station forestière d'Ivoloina pendant la présente étude (Figure 9). Toutes ces espèces appartiennent au sous-ordre des Microchiroptères.

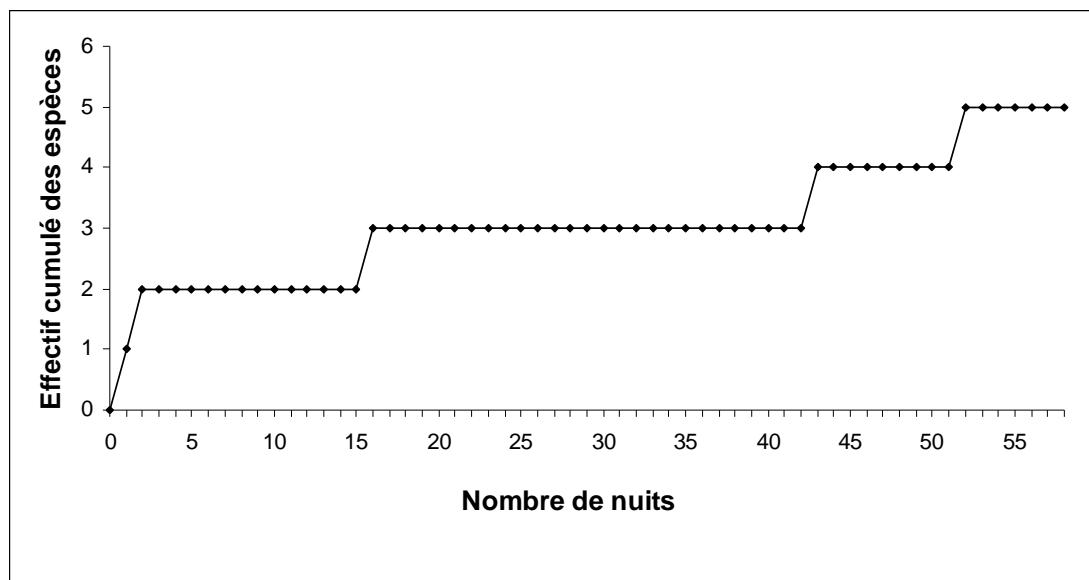


Figure 9. Effort de capture pendant l'inventaire

L'augmentation du nombre d'espèces se fait par palier, un plateau est observé après une augmentation du nombre d'espèces capturées. Pendant l'inventaire effectué au cours des deux saisons humides, correspondant au palier entre la 16^{ème} nuit et la 42^{ème} nuit, seule une espèce nouvelle pour le site d'étude a été recensée. Après la 16^{ème} nuit, les captures éventuelles correspondent aux espèces qui ont déjà été capturées. Le dernier plateau obtenu à la 52^{ème} nuit correspond à l'effectif maximal d'espèces. Ceci signifie que la durée de l'étude est satisfaisante.

III-1-1-2- Effort de capture par site

Au sein des trois sites d'étude, l'effort d'échantillonnage était de 5760 filets-heures-mètres. Deux espèces (*Myzopoda aurita* et *Pipistrellus raceyi*) ont été capturées au sein du site 1, trois espèces (*Myzopoda aurita*, *Myotis goudotii* et *Hipposideros commersoni*) au niveau du site 2 et une espèce (*Myzopoda aurita*) pour le site 3.

Pour le site 1, le nombre maximal d'espèces est atteint vers la 6^{ème} nuit et vers la 12^{ème} nuit pour le site 2. Enfin pour le site 3, une espèce a été capturée vers la 9^{ème} nuit et cet effectif n'a plus changé (Figure 10). Ce nombre maximal d'espèces capturées pour chaque site permet de dire que la majorité des espèces de Chiroptères présentes ont été recensées. La durée de l'échantillonnage est acceptable.

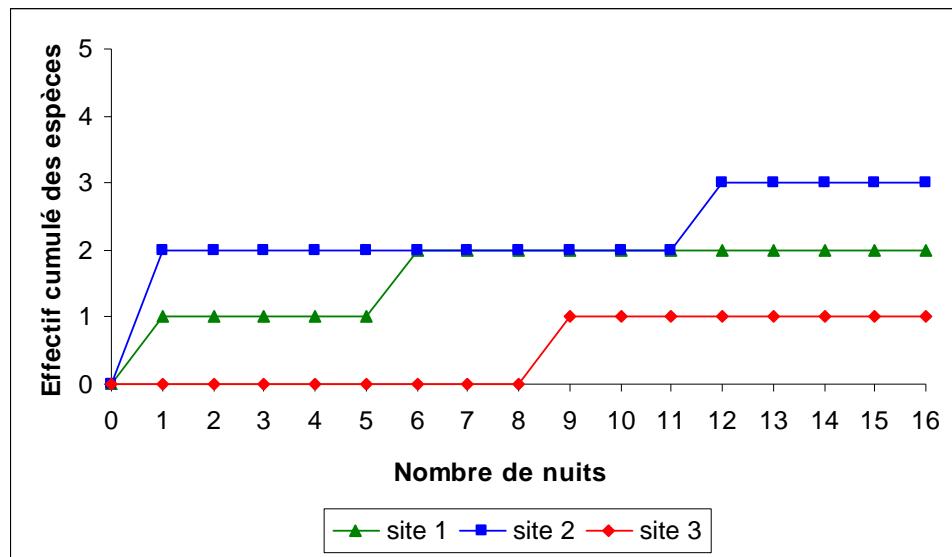


Figure 10. Effort de capture par site

III-1-2- Effort de détection

III-1-2-1- Effort de détection pendant l'inventaire

Au total, 5 taxa ont été détectés au sein de la station forestière d'Ivoloina pendant la présente étude. Ils appartiennent au sous-ordre des Microchiroptères (Figure 11, p. 47).

La courbe cumulative des espèces détectées montre une évolution par palier. Après avoir entrepris 20 nuits de détection, le nombre d'espèces n'a plus changé et les enregistrements effectués au-delà de cette limite n'ont plus amélioré la richesse spécifique.

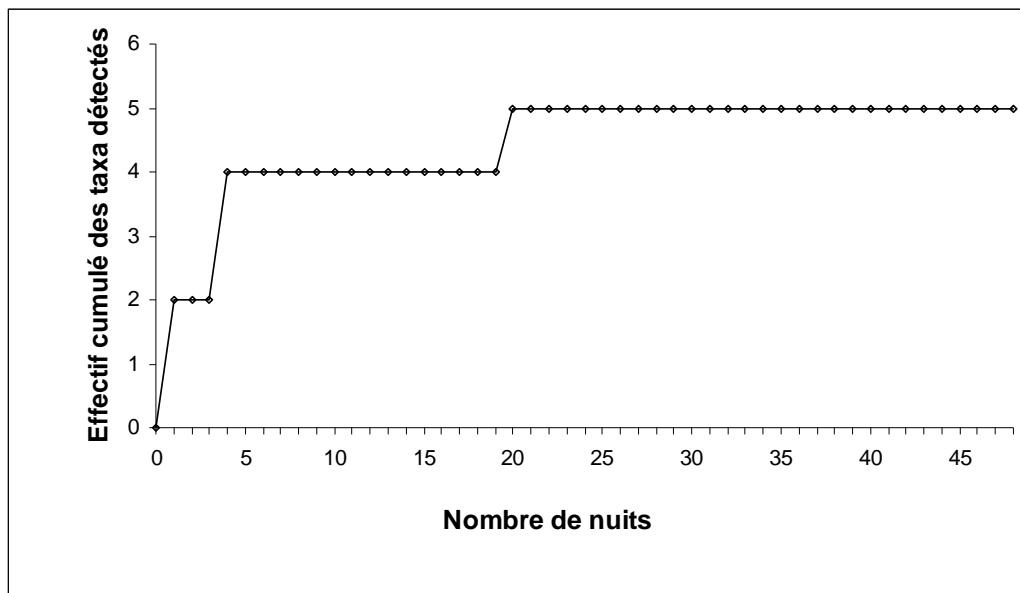


Figure 11. Effort de détection pendant l'inventaire

III-1-2-2- Effort de détection par site

Deux points d'écoute ont été choisis au sein des sites 1 et 3 et un point d'écoute pour le site 2 proportionnellement à la taille de chaque site. Chaque point d'écoute est répété 5 fois au cours de la nuit d'enregistrement. 150 mn d'enregistrement ont été effectuées au sein des sites 1 et 3 et 75 mn pour le site 2 par nuit d'enregistrement. Seize nuits de détection ont été entreprises. Quatre taxa ont été détectés au sein du site 1 (Molossidés, *Pipistrellus/Eptesicus* sp., *Miniopterus* sp. et *Myzopoda aurita*), trois au niveau du site 2 (Molossidés, *Myotis goudotii* et *Miniopterus* sp.) et trois pour le site 3 (Molossidés, *Pipistrellus/Eptesicus* sp. et *Myzopoda aurita*).

Au sein du site 1, le nombre maximal d'espèces est atteint dès la 2^{ème} nuit. Au niveau du site 2, ce nombre est obtenu vers la 8^{ème} nuit et enfin, le maximum a été observé à la 4^{ème} nuit pour le site 3 (Figure 12, p. 48). Ces plateaux, observés après l'obtention du nombre maximal d'espèces pour chaque site qui n'ont plus changé, montrent que la plupart des espèces présentes ont été recensées.

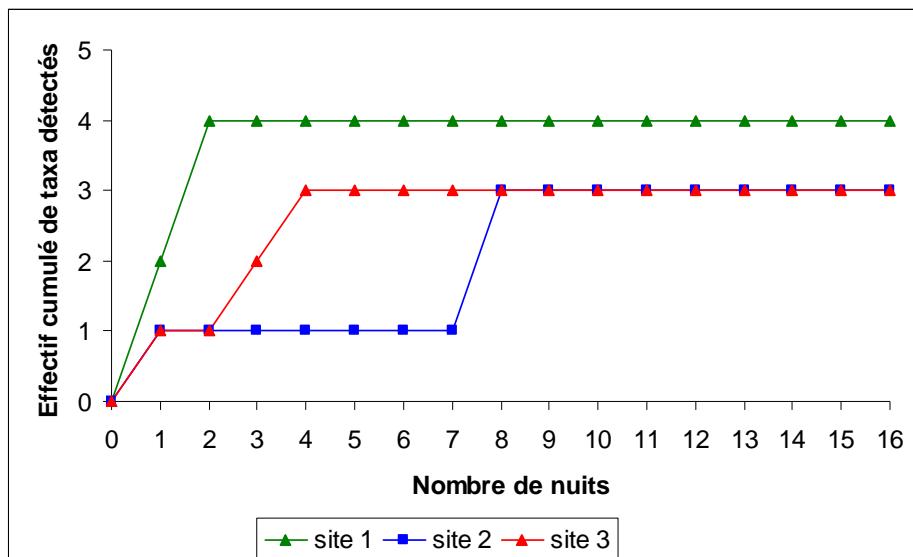


Figure 12. Effort de détection par site

III-2- Richesse spécifique de la station forestière d'Ivoloina et environs

III-2-1- Richesse spécifique basée sur la capture et l'observation directe

Basées sur la capture et l'observation directe, 6 espèces ont été recensées au sein de la station forestière d'Ivoloina (Tableau 2) dont *Pteropus rufus* (Megachiroptera, Pteropodidae) et 5 espèces de Microchiroptères appartenant à 4 familles à savoir *Myzopoda aurita* (Myzopodidae), *Myotis goudotii* et *Pipistrellus raceyi* (Vespertilionidae), *Hipposideros commersoni* (Hipposideridae) et *Chaerephon pumilus* (Molossidae). Tous ces Microchiroptères ont été capturés à l'aide des filets japonais ; le piège harpe n'a permis de capturer aucun individu de Chiroptères.

Tableau 2. Liste des Chiroptères recensées dans la station forestière d'Ivoloina

Sous-ordres	Familles	Spécies
Megachiroptera	Pteropodidae	<i>Pteropus rufus</i> *
Microchiroptera	Myzopodidae	<i>Myzopoda aurita</i>
	Vespertilionidae	<i>Myotis goudotii</i>
		<i>Pipistrellus raceyi</i>
	Hipposideridae	<i>Hipposideros commersoni</i>
	Molossidae	<i>Chaerephon pumilus</i>

* : espèce observée

III-2-2- Informations sur les chauves-souris aux alentours de la station forestière d'Ivoloina

Les enquêtes menées auprès de la population locale ont permis d'identifier la présence de deux gîtes de *Mops leucostigma* (Molossidae). La première colonie a été découverte dans le plafond du Centre de Santé de Base II (CSB II) d'Antetezambaro, de coordonnées 49°24,238' de longitude Est et 18°00,706' de latitude Sud. Ce CSB II est situé à 8 km environ de la station forestière d'Ivoloina. La deuxième a été observée dans une sorte de gouttière de l'Ecole d'Application des Sciences et Techniques Agricoles d'Analomalotra (EASTA) de coordonnées 49°22,925' de longitude Est, 18°04,286' de latitude Sud, à environ à 3 km de la station forestière d'Ivoloina.

III-2-3- Mensuration des espèces recensées

Tous les individus provenant de l'inventaire aussi bien dans la station forestière d'Ivoloina qu'aux environs ont fait l'objet d'une mensuration. Ainsi, les divers paramètres morphométriques tels que la longueur totale, la longueur de la queue, la longueur des pieds, la longueur de l'oreille et du tragus s'il y en a ainsi que le poids ont été notés (Tableau 3, p. 50).

Tableau 3. Mesures des paramètres morphométriques des espèces de Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina

Espèces	Sexe	LT	LQ	LP	TR	OR	AB	Poids
<i>Myzopoda aurita</i>		$112,5 \pm 4,56$	$48,3 \pm 2,81$	$6,0 \pm 0,45$		$33,0 \pm 0,74$	$48,3 \pm 1,11$	$9,0 \pm 0,66$
		106-120 ; n = 12	43-53 ; n = 12	5-7 ; n = 12		32-34 ; n = 12	46-50 ; n = 13	8,1-10,5 ; n = 13
<i>Myotis goudotii</i>	♀	$86,5 \pm 0,71$	$43,0 \pm 2,83$	$5,5 \pm 0,71$	$7,5 \pm 0,71$	$15,0 \pm 0,00$	$38,0 \pm 2,83$	$5,6 \pm 0,07$
		86-87 ; n = 2	41-45 ; n = 2	5-6 ; n = 2	7-8, n = 2	15-15 ; n = 2	36-40 ; n = 2	5,5-5,6 ; n = 2
	♂	$91,0 \pm 0,00$	$39,0 \pm 4,24$	$6,0 \pm 0,00$	$7,5 \pm 0,71$	$15,0 \pm 0,00$	$38,5 \pm 0,71$	$6,2 \pm 0,49$
		91-91 ; n = 2	36-42 ; n = 2	6-6 ; n = 2	7-8, n = 2	15-15 ; n = 2	38-39 ; n = 2	5,8-6,5 ; n = 2
<i>Pipistrellus raceyi</i>	♀	87 n=1	30 n=1	5,0 n=1	6	11,0 n=1	32 n=1	8,6 n=1
<i>Hipposideros commersoni</i>	♀	$129,0 \pm 2,83$ 127-131 ; n = 2	$36,5 \pm 0,71$ 36-37 ; n = 2	$16,5 \pm 2,12$ 15-18 ; n = 2		$30,0 \pm 0,00$ 30-30 ; n = 2	$88,5 \pm 0,71$ 88-89 ; n = 2	$39,7 \pm 0,01$ 35,5-44 ; n = 2
<i>Chaerephon pumilus</i>	♂	100 n=1	42 n=1	7 n=1		19,0 n=1	40 n=1	10,5 n=1
	♀	102 n=1	42 n=1	7,0 n=1		18,0 n=1	39,5 n=1	10,5 n=1
<i>Mops leucostigma</i>	♂	$129,8 \pm 1,30$ 128-131 ; n = 5	$44,8 \pm 0,84$ 44-46 ; n = 5	$9,5 \pm 0,35$ 9-10 ; n = 5		$19,7 \pm 0,67$ 19-20,5 ; n = 5	$43,8 \pm 1,48$ 42-46 ; n = 5	$24,3 \pm 1,53$ 22,5-26 ; n = 5
	♀	$111,5 \pm 3,11$ 109-116 ; n = 4	$42,5 \pm 1,29$ 41-44 ; n = 4	$8,5 \pm 0,58$ 8-9 ; n = 4		$18,3 \pm 0,50$ 18-19 ; n = 4	$43,3 \pm 1,5$ 42-45 ; n = 4	$18,0 \pm 3,37$ 16-23 ; n = 4

LT : longueur totale, LQ : longueur de la queue, LP : longueur du pied, TR : longueur du tragus, OR : longueur de l'oreille, AB : longueur de l'avant-bras, Poids : poids de l'individu.

Données exprimées en moyenne \pm déviation standard ; minimum-maximum, nombre d'échantillons analysés

III-2-4- Composition spécifique et abondance relative des espèces capturées au sein de la station forestière d'Ivoloina

Vingt deux individus de Microchiroptères de cinq espèces appartenant à quatre familles ont été recensés dans la station forestière d'Ivoloina d'après la capture par les filets pendant cette étude (Tableau 4). *Myzopoda aurita* est l'espèce la plus représentée c'est-à-dire la plus abondante, elle constitue 59,1 % des captures, suivi de *Myotis goudotii* (18,2 %), *Hipposideros commersoni* (9,1 %) et *Chaerephon pumilus* (9,1 %). *Pipistrellus raceyi* (4,5 %) n'est représenté que par un seul individu.

Pteropus rufus (Megachiroptera : Pteropodidae) a été uniquement observé pendant notre étude et ne figure pas dans le Tableau 4 bien qu'il ait été observé plus d'une fois.

Tableau 4. Liste des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina

Sous-ordre	Espèces	Effectif	Ar (%)
Microchiroptera	<i>Myzopoda aurita</i>	13	59,1
	<i>Myotis goudotii</i>	4	18,2
	<i>Pipistrellus raceyi</i>	1	4,5
	<i>Hipposideros commersoni</i>	2	9,1
	<i>Chaerephon pumilus</i>	2	9,1

Ar : Abondance relative

Cette abondance relative élevée de *Myzopoda aurita* peut être interprété comme étant une capacité de l'espèce à vivre dans des endroits dégradés. *M. aurita* peut utiliser les plantes ayant des larges feuilles comme gîte. Pour les autres espèces capturées, d'autres facteurs pourraient influencer cette faible abondance relative. Elle est minimale pour *Pipistrellus raceyi*. Seul, un individu a été capturé pendant toute l'étude. Cette espèce semble avoir une densité faible ou bien la population de cette espèce vit au-delà de la station forestière d'Ivoloina.

III-2-5- Composition spécifique et abondance des Chiroptères capturés au sein des trois sites d'étude

La richesse spécifique et l'abondance de chaque espèce diffèrent selon les habitats étudiés. *Myzopoda aurita* a été capturé au sein des 3 sites d'étude mais le taux de capture a été plus élevé au sein du site 1 constitué par une zone marécageuse à

Ravenala madagascariensis et à *Typhonodorum lindleyanum*. Celles des deux autres sites sont similaires avec 2 individus capturés pendant toute l'étude. *Myotis goudotii* et *Hipposideros commersoni* ont été capturés uniquement au sein du site 2 qui est caractérisé par la présence d'une forêt quasi-naturelle. *Pipistrellus raceyi* a été capturé au sein du site 1 (Tableau 5).

Myzopoda aurita peut donc coloniser tous les habitats au sein de la station mais l'habitat préférentiel serait les zones marécageuses. Par contre, *Myotis goudotii* et *Hipposideros commersoni* fréquentent surtout les endroits fermés (site 2). *Pipistrellus raceyi* a été capturé près d'un point d'eau.

Les espèces capturées au sein des sites aléatoires ne figurent pas dans le Tableau 5.

Tableau 5. Richesse spécifique et nombre d'individus capturés par site

Espèces	Site 1	Site 2	Site 3	Total
<i>Myzopoda aurita</i>	8	2	2	12
<i>Myotis goudotii</i>	0	2	0	2
<i>Pipistrellus raceyi</i>	1	0	0	1
<i>Hipposideros commersoni</i>	0	1	0	1
Nombre d'espèces	2	3	1	4
Effectif total	9	5	2	16

III-2-6- Variation de la richesse spécifique au cours des saisons

Les descentes 1 et 4 ont effectués pendant la saison à faible pluviosité et les descentes 2 et 3 au cours de la saison à forte pluviosité.

Trois espèces ont été recensées pendant la saison à forte pluviosité contre 4 espèces pour la saison à faible pluviosité (Tableau 6, p. 53). *Myzopoda aurita* et *Myotis goudotii* ont toujours été capturées, Les populations de ces espèces sont vraiment établies au sein de la station. Par contre, pour les autres espèces, la précipitation constitue un facteur pouvant influencer leur capture. *Hipposideros commersoni*, *Pipistrellus raceyi*, capturés uniquement pendant la saison à faible pluviosité. Il est probable que ces espèces ne vivent pas au sein de la station pendant toute l'année. En

outre, la précipitation qui est élevée pendant la saison humide diminue la chance de capture. Ces trois dernières espèces semblent être migratrices.

Aucun gîte de Molossidae n'a été trouvé au sein de la station ; il est probable que *Chaerephon pumilus* soit capable de traverser de longues distances pour rechercher sa nourriture.

Tableau 6. Variation d'espèces capturées par saison

Espèces	Descente 1	Descente 2	Descente 3	Descente 4
Saison	A	B	B	A
<i>Myzopoda aurita</i>	+	+	+	+
<i>Pipistrellus raceyi</i>	-	+	-	-
<i>Myotis goudotii</i>	+	-	+	+
<i>Hipposideros commersoni</i>	-	-	-	+
<i>Chaerephon pumilus</i>	-	-	-	+
Effectif total	2	2	2	4

+ : espèce présente

- : espèce absente

A : saison à faible pluviosité

B : saison à forte pluviosité

III-2-7- Détection ultrasonique

III-2-7-1- Richesse spécifique basée sur la détection ultrasonique

Cinq taxa ont été détectés en utilisant le mode d'expansion temporelle (Tableau 7, p. 54). Les Molossidés ont été regroupés car il est difficile de déterminer l'espèce, vue l'allure de leurs cris qui sont à peu près identiques. L'enregistrement des cris de *Chaerephon pumilus* en cage a permis d'obtenir uniquement des cris de détresse car elle est habituée à fréquenter les milieux ouverts. Les autres taxa détectés ont été limités au nom de genre (*Miniopterus* sp. et *Pipistrellus/Eptesicus* sp.) car le nom de l'espèce n'a pas été identifié avec exactitude. Pendant notre étude, aucun enregistrement en cage de ces taxa n'a pu être entrepris.

Tableau 7. Taxa recensés par la détection ultrasonique dans la station forestière d'Ivoloina

Sous-ordre	Familles	Taxa
Microchiroptera	Myzopodidae	<i>Myzopoda aurita</i>
	Vespertilionidae	<i>Myotis goudotii</i>
		<i>Pipistrellus/Eptesicus</i> sp.
	Miniopteridae	<i>Miniopterus</i> sp.
	Molossidae	Molossidae

III-2-7-2- Sonogrammes des espèces détectées

III-2-7-2-1- Vespertilionidés

a) *Myotis goudotii*

Pendant toute l'étude, seul, un enregistrement a permis d'avoir un cri de *Myotis goudotii* le 29 novembre 2007 au sein du site 2 à 19h 55 dont la fréquence d'énergie maximale est de 78,76 kHz, avec une durée de 3,67 ms et un Inter - pulse Intervalle égal à 68,25 ms. *Myotis goudotii* émet des pulsations à composante FM (Figure 13). Ce type de cris est caractéristique des espèces fréquentant les endroits fermés. C'est pourquoi, cette espèce a été uniquement détectée au sein du site 2.

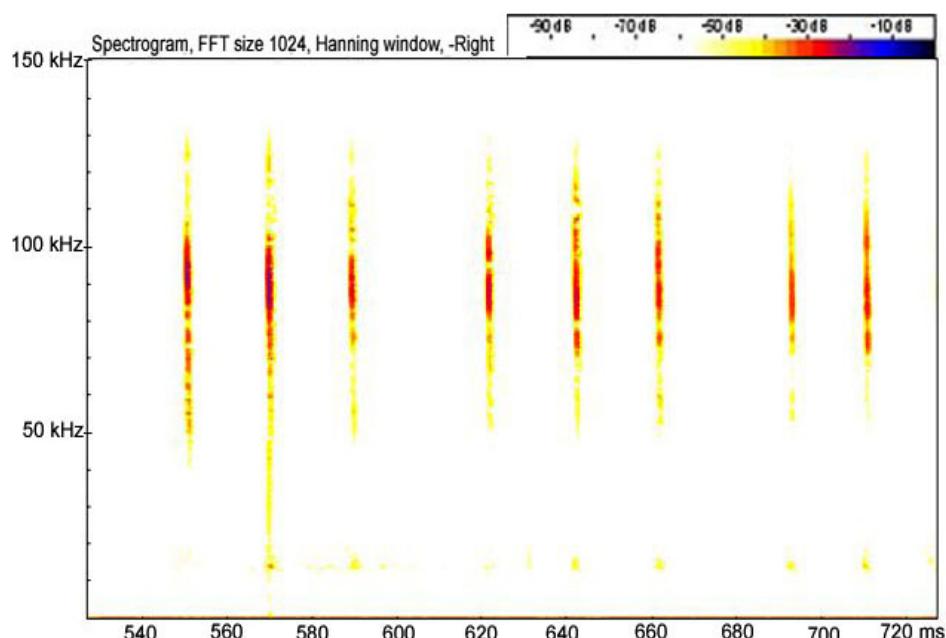


Figure 13. Sonogramme de *Myotis goudotii* enregistré dans une cage

FmaxE = 88,7 kHz, dur = 1,5 ms, IPI = 21,7 ms

FmaxE : Fréquence d'énergie maximale

dur : durée des pulses

IPI : Inter-pulse Intervalle

ms: millisecondes

kHz: Kilohertz

b) *Pipistrellus/Eptesicus* sp.

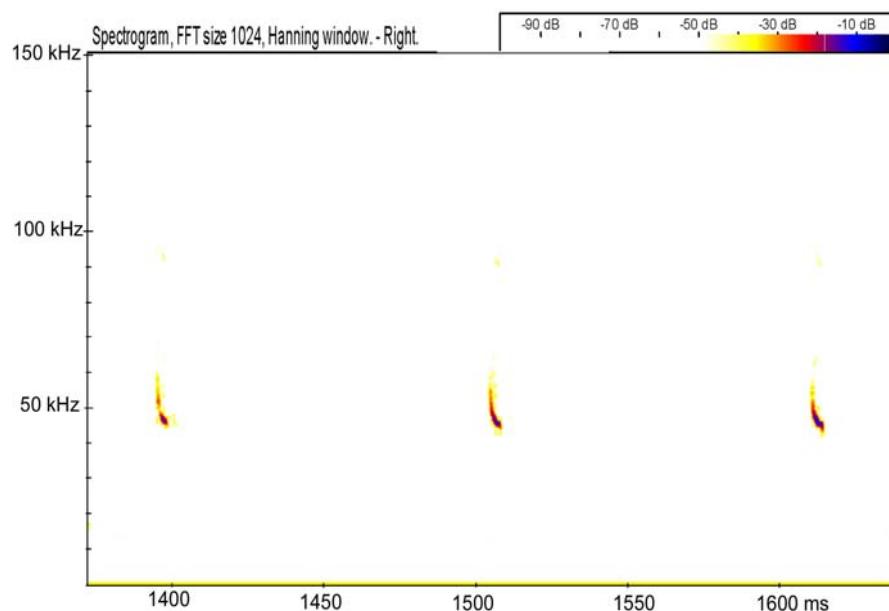


Figure 14. Sonogramme de *Pipistrellus/Eptesicus* sp. enregistré en vol libre dans la station forestière d'Ivoloina le 26 avril 2007 au sein du site 1 à 20h 15

FmaxE = 46,26 kHz, Dur = 4,96 ms, IPI = 96 ms

Le groupe *Pipistrellus/Eptesicus* sp. émet des cris constitués par une partie à fréquence modulée (FM) suivie d'une petite portion à fréquence constante (CF) (Figure 14). Ceci démontre sa capacité de voler dans les endroits semi-fermés.

Tableau 8. Paramètres issus des sonogrammes de *Pipistrellus/Eptesicus* sp.

Espèce	FmaxE	dur	IPI
<i>Pipistrellus/Eptesicus</i> sp.	$45,8 \pm 1,23$ 44,1 - 47,5 ; n = 7	$5,9 \pm 1,17$ 4,0 - 7,0 ; n = 6	$86,1 \pm 27,62$ 52,0 - 128,0 ; n = 6

Données exprimées en moyenne \pm déviation standard, minimum-maximum, nombre d'échantillons analysés

III-2-7-2-2- *Miniopterus* sp. (Miniopteridés)

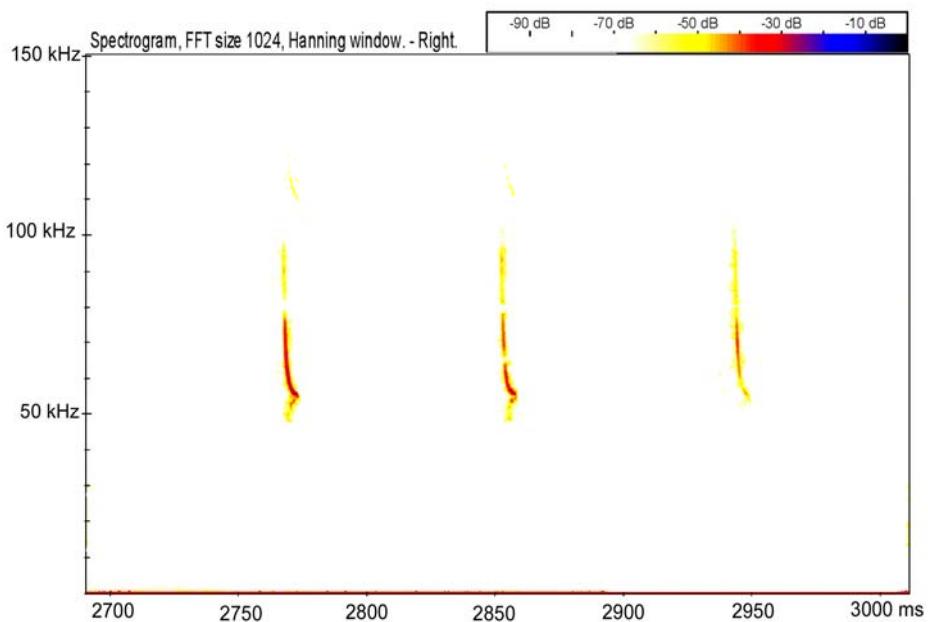


Figure 15. Sonogramme de *Miniopterus* sp. enregistré en vol libre dans la station forestière d'Ivoloina le 13 mai 2007, à 05h 10, au sein du site 1
 $F_{maxE} = 57$ kHz, IPI = 87, dur = 6,86 ms

Tableau 9. Paramètres issus des sonogrammes de *Miniopterus* sp.

Espèce	F_{maxE}	dur	IPI
<i>Miniopterus</i> sp.	$53,2 \pm 2,50$ 51,0 - 57,0 ; n = 7	$6,2 \pm 0,48$ 5,6 - 6,9 ; n = 7	$80,1 \pm 6,64$ 71,0 - 88 ; n = 7

Données exprimées en moyenne \pm déviation standard, minimum-maximum, nombre d'échantillons analysés

Le sonogramme de *Miniopterus* sp., famille des Miniopteridés, est composé d'une partie à FM suivie d'une partie à fréquence constante (CF) (Figure 15). Ce type de cris est caractéristique des espèces qui peuvent fréquenter les milieux semi-fermés et parfois fermés mais surtout les lisières.

Le cri de *Miniopterus* sp. ci-dessus peut être attribué à celui de *Miniopterus manavi* qui a une $F_{maxE} = 58,9$ kHz, $F_{min} = 56$ kHz, $F_{max} = 76$ kHz, IPI = 65,6 ms, dur = 4,22 ms (*sensus* Russ *et al.*, 2001).

III-2-7-2-3- *Myzopoda aurita* (Myzopodidés)

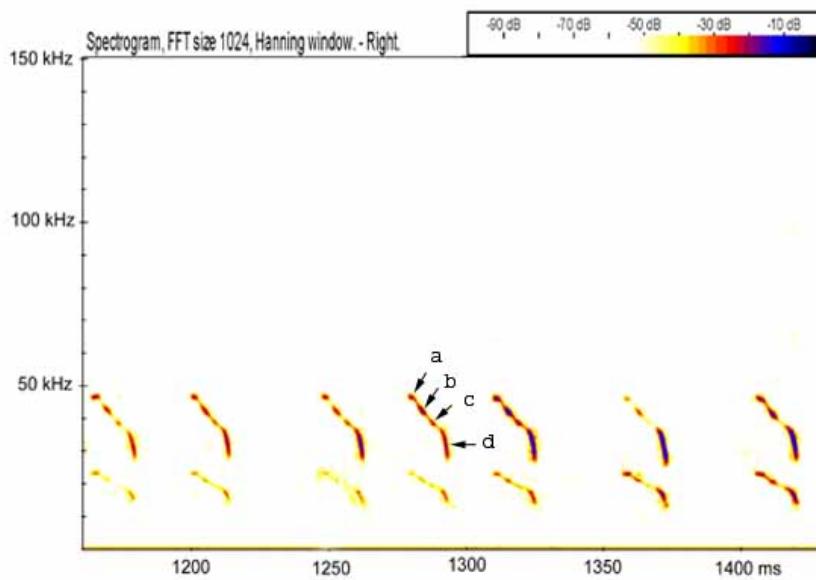


Figure 16. Sonogramme de *Myzopoda aurita* dans une cage

$F_{maxE} = 42,6$ kHz, $F_{maxEa} = 46,63$ kHz, $F_{maxEb} = 42,77$ kHz, $F_{maxEc} = 39,13$ kHz, $F_{maxEd} = 33,97$ kHz, $F_{max} = 47,33$ kHz, $F_{min} = 27$, $dur = 15,87$ ms, dur finale = 3,83 ms, $IPI = 31,5$ ms

dur finale : Durée de la dernière partie du sonogramme

Le sonogramme de *Myzopoda aurita* a une structure complexe (Figure 16). Il est composé de 4 parties à fréquences régressives du début jusqu'à la fin. Ces parties sont mieux observées lors des enregistrements en cage parce que la qualité des ultrasons est très élevée et toutes les parties de chaque pulse sont nettement discernables. Les harmoniques sont souvent présents et ont des fréquences plus basses.

Tableau 10. Paramètres issus des sonogrammes de *Myzopoda aurita*

Espèce	F_{maxE}	dur	IPI
<i>Myzopoda aurita</i>	$43,2 \pm 1,80$ 39,7-45,4 ; n = 13	$38,4 \pm 10,05$ 24,33-57 ; n = 10	$86,4 \pm 15,93$ 61,7-101,9 ; n = 6

Données exprimées en moyenne \pm déviation standard, minimum-maximum, nombre d'échantillons analysés

III-2-7-2-4- Molossidés

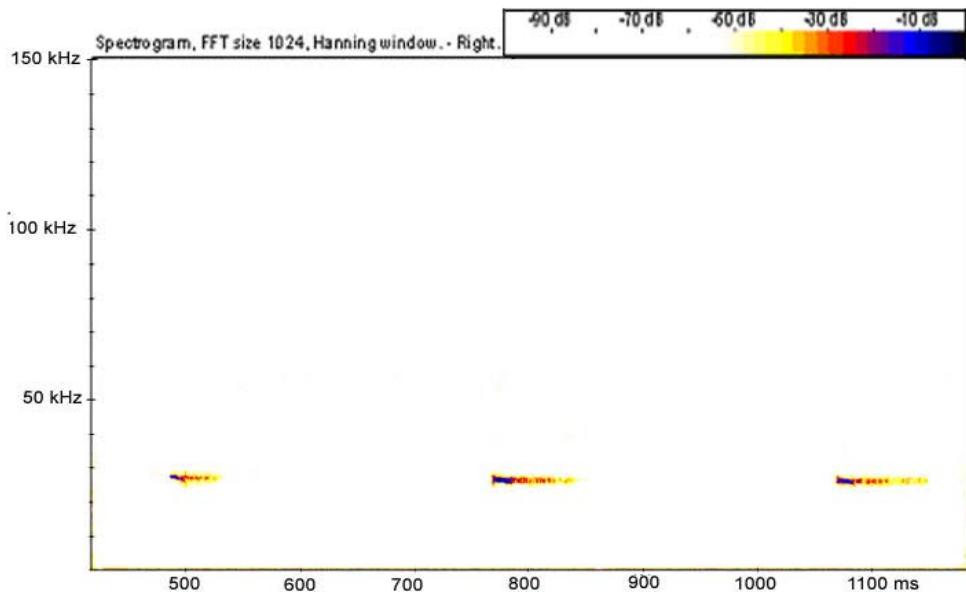


Figure 17. Sonogramme de Molossidés 1 enregistré en vol libre, le 11 mai 2007 au sein du site 3 à 18h 01

FmaxE = 27,1 kHz, dur = 16,33 ms, IPI = 293,5 ms

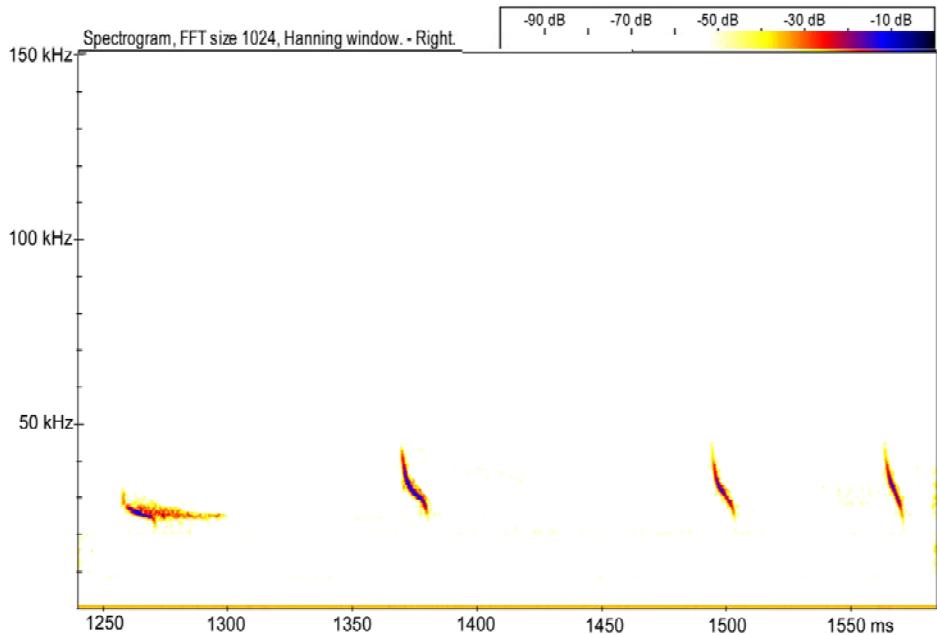


Figure 18. Sonogramme de Molossidés 2 enregistré en vol libre, le 20 novembre 2007 au sein du site 1 à 18h 50

FmaxE = 30,23 kHz, dur = 11,27 ms, IPI = 117,85 ms

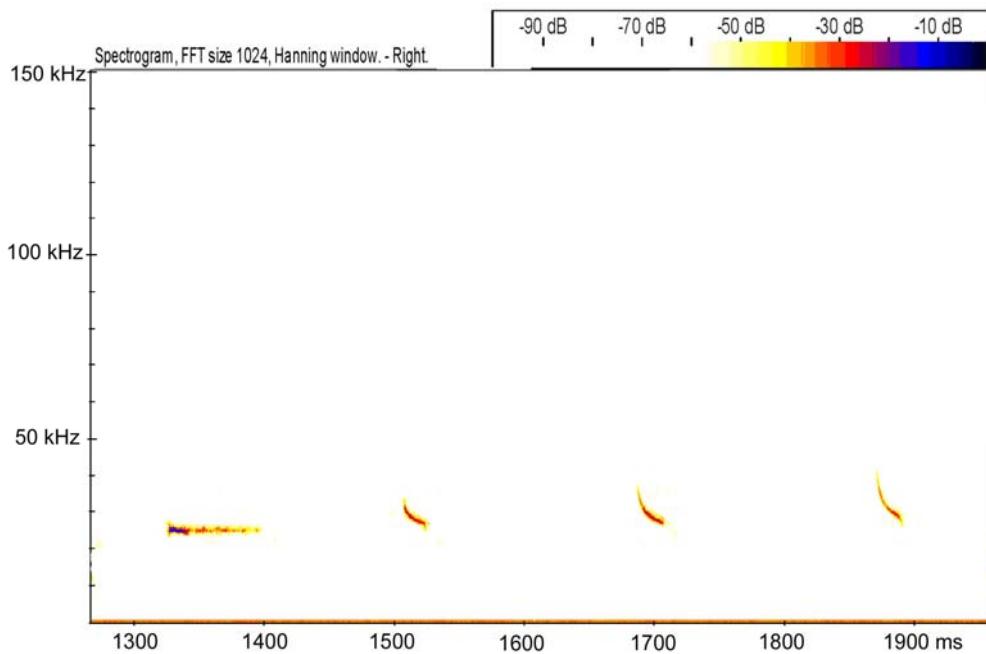


Figure 19. Sonogramme de Molossidés 3 enregistré en vol libre le 10 janvier 2008 au sein du site 3 à 19h 12

FmaxE = 27,3 kHz, dur = 18,33, IPI = 181,5 ms

Tableau 11. Paramètres issus des sonogrammes des Molossidés

Groupe	FmaxE	dur	IPI
Molossidae	$26,0 \pm 2,73$ 19,3-35,4 ; n = 1135	$17,0 \pm 3,21$ 7-61 ; n = 977	$236,4 \pm 115,13$ 75-695 ; n = 128

Données exprimées en moyenne \pm déviation standard, minimum-maximum, nombre d'échantillons analysés

La classification en Molossidés 1, 2 et 3 ne définit pas trois espèces distinctes mais donne uniquement les types de cris qui peuvent être rencontrés sur le terrain et rendant difficile une identification spécifique. Ces cris peuvent comporter uniquement des composantes CF (fréquence constante ou "constant frequency") uniquement (Figure 17, p. 58) ou des séquences qui commencent par une pulse CF, suivie de séquences à composantes FM (modulation de fréquence ou "frequency modulation") –QCF (fréquence quasi - constante ou "quasi – constant frequency") (Figure 18, p. 58, Figure 19). Ces Molossidés sont classés parmi les groupes à vol rapide et dont les cris ont les mêmes allures. Ils peuvent être constitués de *Chaerephon pumilus* et *Mops leucostigma*.

Chaerephon pumilus a été capturée au sein de la station et *Mops leucostigma* dans un hôpital et dans une école locale.

III-2-7-2-5- Résumé des cris enregistrés

Les Microchiroptères démontrent une large gamme d'ultrasons (Figure 20). Chaque type d'ultrason a ses propres valeurs dans la biologie et l'écologie des chauves-souris.

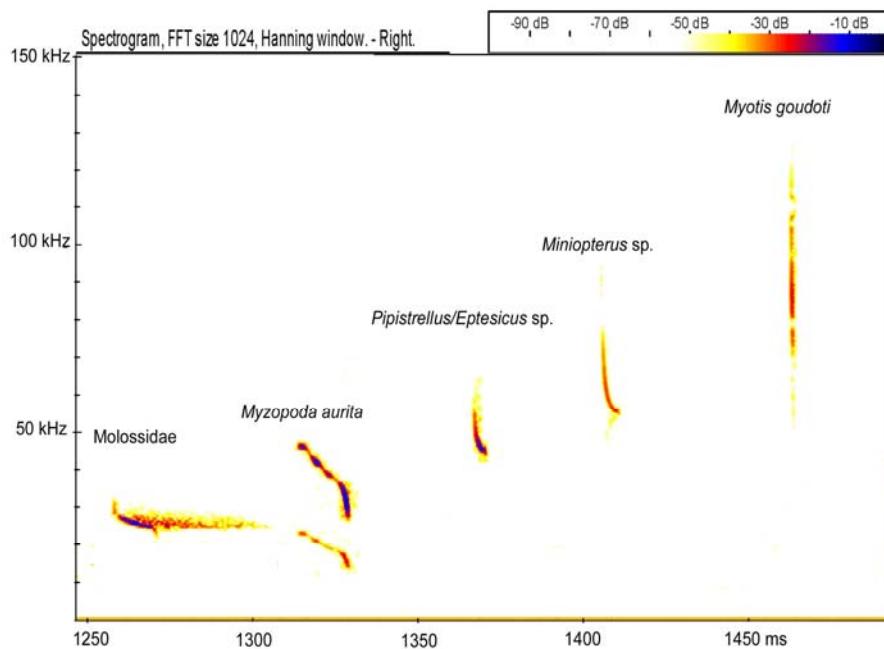


Figure 20. Résumé des cris des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina.

III-3 – Aperçu sur l'histoire naturelle des chauves-souris

III-3-1- Structure de la population

La détermination de l'âge des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina est importante dans la connaissance de la structure de la population. Tous les individus capturés pendant la présente étude sont des adultes (Tableau 12). L'effectif de *Myzopoda aurita* est la seule suffisamment élevée pour les analyses plus approfondies.

Tableau 12. Aperçu de la structure de la population des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina

Espèces	Effectif	Adulte	Subadulte
<i>Myzopoda aurita</i>	13	13	0
<i>Pipistrellus raceyi</i>	1	1	0
<i>Myotis goudotii</i>	4	4	0

<i>Hipposideros commersoni</i>	2	2	0
<i>Chaerephon pumilus</i>	2	2	0
<i>Mops leucostigma</i>	9	4	5

III-3-2- Sex-ratio chez *Myzopoda aurita* et *Mops leucostigma*

Le résultat montre que le sex-ratio pour les deux espèces est supérieur à 1 (Tableau 13). Les individus de *Myzopoda aurita* proviennent de la même population de la station forestière d'Ivoloina, ce qui signifie que la chance de capturer les mâles est plus élevée que celle des femelles. Par contre, les individus de *Mops leucostigma* proviennent de 2 populations différentes. Les mâles proviennent d'un hôpital local et les femelles d'une population découverte dans une école.

Tableau 13. Sex-ratio de *Myzopoda aurita* et *Mops leucostigma*

Espèces	Effectif	Mâles	Femelles	Sex-ratio
<i>Myzopoda aurita</i>	13	10	3	3,33
<i>Mops leucostigma</i>	9	5	4	1,25

III-3-3- Dimorphisme sexuel chez *Myzopoda aurita* et *Mops leucostigma*

III-3-3-1- Dimorphisme sexuel chez *Myzopoda aurita*

Pour tous les caractères externes, les mâles et les femelles ne présentent pas de différence significative ($p>0,05$). Il n'y a donc pas de dimorphisme sexuel chez *Myzopoda aurita* (Tableau 14).

Tableau 14. Résultats du test U de Mann-Whitney chez *Myzopoda aurita*

Paramètres	Mâles	Femelles	Probabilité
LT (mm)	$112,3 \pm 4,03$ 106-117 ; n = 9	$113,0 \pm 7,00$ 106-120 ; n = 3	$U = 13,5$ $p = 1$, n.s.
LQ (mm)	$48,7 \pm 2,83$ 43-53 ; n = 9	$47,3 \pm 3,06$ 44-50 ; n = 3	$U = 10,5$ $p = 0,564$, n.s.
LP (mm)	$6,1 \pm 0,53$ 5-7 ; n = 9	6 6-6 ; n = 3	$U = 12$ $p = 0,716$, n.s.
OR (mm)	$32,8 \pm 0,67$ 32-34 ; n = 9	$33,7 \pm 0,56$ 33-34 ; n = 3	$U = 4,5$ $p = 0,071$, n.s.
AB (mm)	$48,3 \pm 1,16$ 46-50 ; n = 10	$48,3 \pm 1,15$ 47-48 ; n = 3	$U = 14,5$ $p = 0,929$, n.s.
P (g)	$9,1 \pm 0,69$ 8,5-10,5 ; n = 10	$8,8 \pm 0,62$ 8,1-9,3 ; n = 3	$U = 12$ $p = 0,612$, n.s.

LT : longueur totale, LQ : longueur de la queue, LP : longueur du pied, TR : longueur du tragus, OR : longueur de l'oreille, AB : longueur de l'avant-bras, Poids : poids de l'individu

n.s. : non significative

III-3-3-2- Dimorphisme sexuel chez *Mops leucostigma*

L'analyse des caractères externes chez *Mops leucostigma* a permis d'observer la présence d'un dimorphisme sexuel chez cette espèce ($p < 0,05$) sauf pour la longueur de l'avant-bras (Tableau 15). Pour les autres caractères externes, les mâles sont plus grands que les femelles.

Tableau 15. Résultats des tests U de Mann-Whitney chez *Mops leucostigma*

Sexes	Mâles	Femelles	Probabilité
LT (mm)	$129,8 \pm 1,30$ 128-131 ; n = 5	$111,5 \pm 3,11$ 109-116 ; n = 4	U = 0 $p = 0,014$
LQ (mm)	$44,8 \pm 0,84$ 44 - 46 ; n = 5	$42,5 \pm 1,29$ 41-44 ; n = 4	U = 1 $p = 0,024$
LP (mm)	$9,5 \pm 0,35$ 9-10 ; n = 5	$8,5 \pm 0,58$ 8-9 ; n = 4	U = 1 $p = 0,022$
OR (mm)	$19,7 \pm 0,67$ 19-20,5 ; n = 5	$18,3 \pm 0,50$ 18-19 ; n = 4	U = 1 $p = 0,022$
AB (mm)	$43,8 \pm 1,48$ 42-46 ; n = 5	$43,3 \pm 1,50$ 42-45 ; n = 4	U = 8 $p = 0,612$, n.s.
P (g)	$24,3 \pm 1,53$ 22,5-26 ; n = 5	$18,0 \pm 3,37$ 16-23 ; n = 4	U = 1,5 $p = 0,036$

n.s. : non significative

III-3-4- Analyse de la mobilité chez *Myzopoda aurita*

L'individu, qui a été capturé au sein du site 3 et marqué, n'a jamais été recapturé pendant l'étude. Peu d'informations sur la mobilité de cette espèce peuvent être émises. Néanmoins, la présence de *Myzopoda aurita* dans tous les sites échantillonnés permet de stipuler que cette espèce peut coloniser divers habitats et ne se contente pas de rester à un endroit donné. *Myzopoda aurita* peut donc être qualifiée d'espèce nomade.

III-3-5- Biologie de reproduction

La connaissance de la reproduction des espèces de Microchiroptères est une étape importante dans l'étude de leur biologie en vue de leur conservation. Ainsi, pour les

individus capturés, divers paramètres et mesures ont été notés afin d'avoir une idée sur la période de reproduction des espèces (Tableau 16, p. 64).

Comme *Myzopoda aurita* est la plus représentée, les informations la concernant sont plus importantes. Les mâles possèdent des testicules à position scrotale au moins pendant 5 mois (janvier - mai), ceci traduit un signe d'activité sexuelle possible. La femelle allait au moins du mois de novembre au mois de janvier. Il est donc probable que la gestation de *Myzopoda aurita* se situe pendant la période où la précipitation n'est pas trop élevée. La naissance de ses descendants se fait au moment où la précipitation commence à augmenter (mois de novembre). En effet, les femelles semblent allaiter pendant la saison des pluies car cette saison est marquée par l'abondance de proies (insectes et/ou autres invertébrés). Pour les autres espèces, le nombre de captures est faible et les interprétations de saison de reproduction sont moins importantes par rapport à *M. aurita*. Pour *Hipposideros commersoni*, il n'y a pas de signe de reproduction au moment de la capture (avril-mai). Il en est de même pour *Myotis goudotii*. Les mâles de cette espèce, capturés au mois d'avril avaient des testicules abdominaux et les femelles collectées au mois de janvier et au mois de mai ne présentaient pas de signe de reproduction. L'individu femelle de *Pipistrellus raceyi*, capturé au mois de novembre était enceinte et prêt à la mise-bas. L'examen de son utérus a permis d'observer la présence de deux fœtus.

Tableau 16. Etat de reproduction des Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina

Espèces	Sexe	Paramètres							Date	Descente
		E m	E v	Embryon	C. plac.	Test (L x l)	Pos.	Epid		
<i>Pipistrellus raceyi</i>	femelle	lg	perf	1G1D					19/11/2007	2
<i>Myotis goudotii</i>	mâle					8 x 6	abd	m	27/04/2007	1
<i>Myotis goudotii</i>	mâle					6 x 3	abd	nc	27/04/2007	1
<i>Myotis goudotii</i>	femelle	pt	np	0	0				30/01/2008	3
<i>Myotis goudotii</i>	femelle	pt	np	0	0				08/05/2008	4
<i>Hipposideros commersoni</i>	femelle	pt	perf	0	0				27/04/2008	4
<i>Hipposideros commersoni</i>	femelle	pt	np	0	0				13/05/2008	4
<i>Chaerephon pumilus</i>	femelle	lg	perf	0	1D				13/05/2008	4
<i>Chaerephon pumilus</i>	mâle					5 x 2,5	scrot	m	13/05/2008	4
<i>Myzopoda aurita</i>	femelle	lg	perf	0	1G				25/04/2007	1
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					6 x 3	scrot	m	25/04/2007	1
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					5 x 3	abd	m	25/04/2007	1
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					6 x 3	scrot	nc	27/04/2007	1
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					8 x 4	scrot	m	27/04/2007	1
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					3 x 2	scrot	m	15/05/2008	4
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					4 x 2,5	scrot	m	22/05/2008	4
<i>Myzopoda aurita</i>	femelle	lac	perf	0	0				19/11/2007	2
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					4 x 3	abd	nc	19/11/2007	2
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					3 x 2	abd	nc	19/11/2007	2
<i>Myzopoda aurita</i>	mâle					3 x 2	abd	nc	19/11/2007	2
<i>Myzopoda aurita</i>	femelle	lac	perf	0	1D				05/01/2008	3
<i>Myzopoda aurita*</i>	mâle						scrot		16/01/2008	3

*: individu relâché

E m (état des mamelles) : pt = petits

lg = larges

lac = lactés

E v (état du vagin) : np= non perforé

p = perforé

C. plac. : Cicatrice placentaire

G = gauche/D = droite

1 = présence/0 = absence

Epid (épididyme) nc = non contourné

m = entre contourné et non
contourné

Pos. (Position des testicules)

abd = abdominale

scrot = scrotale

Test (testicules)

L x l = Longueur x largeur (millimètre)

III-3-6- Régime alimentaire

III-3-6-1- Pourcentage de fréquence et pourcentage volume (pourcentage de la quantité) de chaque type de proie chez *Myzopoda aurita*

Une à 36 pelotes fécales ont été collectées sur 11 individus. Trois ordres d'insectes ont été recensés, à savoir : 1) les Lépidoptères parmi lesquelles figurent la famille des Saturniidés, 2) les Coléoptères comme les Scarabeidés et 3) les Dictyoptères (Blattodea) (Tableau 17). En outre, des pattes d'araignées (ordre des Araneae, classe des Arachnida) ont été également observées. Tous les échantillons analysés contiennent des restes de Lépidoptères. Les Coléoptères et les Blattes ont été observés dans 6 sur 11 échantillons. Les araignées ont été vues uniquement dans un échantillon.

Tableau 17. Pourcentage de fréquence et pourcentage volume de chaque ordre d'insectes et d'araignées consommé par *Myzopoda aurita*

	<i>Myzopoda aurita</i> (n = 11)	
Ordres	PF (%)	PV (%)
Lepidoptera	100	60,4 ± 9,54
Coleoptera	54,54	19,4 ± 8,44
Dictyoptera	54,54	19,0 ± 6,32
Araneae	9,09	1,2 ± 1,21

PF : Pourcentage de fréquence (en %), PV : Pourcentage volume (en %). Données exprimées en pourcentage volume ± erreur standard, le nombre d'échantillons analysés est mentionné entre parenthèse

Comme un échantillon de fèces uniquement contenait l'ordre des Araignées, il a été exclu de l'analyse statistique. Les analyses montrent que le pourcentage volume de chaque type de proie consommé par *Myzopoda aurita* est différent (Kruskal-Wallis H = 10,969, d.d.l. = 2, $p = 0,004$), le pourcentage volume moyen étant plus élevé pour les Lépidoptères. Par contre, le volume de Coléoptères et de Dictyoptères ne présente aucune variation (Mann-Whitney U = 58,5, $p = 0,890$). Les Lépidoptères semblent constituer les principales sources de nourriture de *Myzopoda aurita*.

III-3-6-2- Pourcentage de fréquence et pourcentage volume de chaque type de proie chez *Mops leucostigma*

Lors des analyses des féces, comme un échantillon uniquement contenait des Dictyoptères (Blattodea), cet ordre a été exclu des analyses statistiques. Les analyses du pourcentage volume de chaque type de proie consommé par *Mops leucostigma* présentent une variation significative (Kruskal-Wallis $H = 9,85$, d.d.l. = 2, $p = 0,007$). Le pourcentage volume moyen est plus élevé pour les Coléoptères (Tableau 18). Cette différence est absente entre le volume de Lépidoptères et de Hémiptères (Mann-Whitney $U = 8$, $p = 0,421$). Par contre, entre le pourcentage volume moyen de Coléoptères et Lépidoptères d'une part, et celui des Coléoptères et Hémiptères d'autre part, il y a une différence marquée (Mann-Whitney $U = 0$, $p = 0,009$). Les Coléoptères peuvent constituer les principales sources de nourriture de *Mops leucostigma*.

Tableau 18. Pourcentage de fréquence et pourcentage volume de chaque ordre d'insectes et d'araignées consommé par *Mops leucostigma*

	<i>Mops leucostigma</i> (n = 5)	
Ordres	PF (%)	PV (%)
Lepidoptera	80	15,0 ± 6,38
Coleoptera	100	75,5 ± 8,11
Hemiptera	60	7,5 ± 4,38
Dictyoptera	20	2,0 ± 2,00

PF : Pourcentage de fréquence (en %), PV : Pourcentage volume (en %). Données exprimées en pourcentage volume ± erreur standard, le nombre d'échantillons analysés est mentionné entre parenthèse

III-3-6-3- Pourcentage de fréquence des types de proies consommées par les autres espèces

Après l'analyse des pelotes fécales des 4 autres espèces, 6 ordres d'insectes ont été répertoriés à savoir les Lépidoptères, Coléoptères, Dictyoptères, Hémiptères, Hyménoptères et Diptères (Tableau 19, p. 67).

Tableau 19. Pourcentage de fréquence (en %) de chaque ordre d'insectes pour chaque espèce de Microchiroptères

Ordres	<i>M. goudoti</i> n=3	<i>H. commersoni</i> n=2	<i>C. pumilus</i> n=1	<i>P. raceyi</i> n=1
Lepidoptera	100	0	100	0
Coleoptera	100	50	0	100
Dictyoptera	33,33	50	0	100
Hemiptera	0	50	100	0
Hymenoptera	66,66	0	0	0
Diptera	33,33	0	0	0

M. goudoti = *Myotis goudoti*, *H. commersoni* = *Hipposideros commersoni*, *C. pumilus* = *Chaerephon pumilus*, *P. raceyi* = *Pipistrellus raceyi*

Chez *Myotis goudoti*, deux familles de Coléoptères ont été identifiées à savoir Histeridés et Scarabeidés, le Diptère appartient au sous-ordre de Nematocera et à la famille de Chironomidae.

En plus des restes de Dictyoptères (Blattodea), trois familles de Coléoptères ont été identifiées dans le fèces de *Pipistrellus raceyi*, à savoir : Les Histeridés, les Curculionidés et les Scarabeidés.

Dans les fèces de *Chaerephon pumilus*, les familles des Cercopidés et des Delphacidés ont été recensées parmi les Hémiptères.

Chez *Hipposideros commersoni*, la famille des Cercopidés pour l'ordre des Hémiptères et la famille des Chrysomelidés pour l'ordre des Coléoptères ont été identifiées parmi les restes analysés.

Tout ceci permet de dire que le régime alimentaire de Chiroptères est très variable.

III-3-6-4- Nombre minimum d'individus

Le nombre minimum d'individus de proies consommées par chaque individu de Microchiroptères peut varier selon le nombre de pelotes fécales obtenues et analysées (Tableau 20, p. 68). *Myzopoda aurita* peut consommer au moins 6 individus par phase de recherche de nourriture. Trois pour *Hipposideros commersoni*, 6 pour *Pipistrellus raceyi*, 4 pour *Chaerephon pumilus* et *Myotis goudoti* peut consommer au moins dix 10 individus. L'estimation du nombre minimum d'individus peut donner une idée de la quantité ou du nombre d'individus que peut consommer un individu pendant chaque phase de recherche de nourriture.

Tableau 20. Nombre minimum d'individus consommés par chaque individu de Microchiroptères analysés

Individus des espèces	Npi	Lepidoptera	Coleoptera	Hemiptera	Hymenoptera	Dictyoptera	Diptera	Araneae	Total
<i>Myzopoda aurita</i>	5	1						1	2
<i>Myzopoda aurita</i>	3	2	1						3
<i>Myzopoda aurita</i>	4	1							1
<i>Myzopoda aurita</i>	30	2	1						3
<i>Myzopoda aurita</i>	36	1	1			1			3
<i>Myzopoda aurita</i>	19	2	1			1			4
<i>Myzopoda aurita</i>	19	1							1
<i>Myzopoda aurita</i>	9	1	1			1			3
<i>Myzopoda aurita</i>	35	3	1			2			6
<i>Myzopoda aurita</i>	1	1				1			2
<i>Myzopoda aurita</i>	5	1				1			2
<i>Hipposideros commersoni</i>	5					1			1
<i>Hipposideros commersoni</i>	16		2	1					3
<i>Pipistrellus raceyi</i>	5		3			3			6
<i>Myotis goudotii</i>	19	1	2		1				4
<i>Myotis goudotii</i>	26	1	4		2	2	1		10
<i>Myotis goudotii</i>	11	1	1						2
<i>Chaerephon pumilus</i>	11		2	2					4
<i>Mops leucostigma</i>	2	1	2			1			4
<i>Mops leucostigma</i>	4	1	2	1					4
<i>Mops leucostigma</i>	1		2	1					3
<i>Mops leucostigma</i>	3	2	5	1					8
<i>Mops leucostigma</i>	4	1	2						3

Npi : Nombre de pelotes par individu

III-4- Variation du nombre de cris de Microchiroptères enregistrés

Les ultrasons enregistrés en mode d'expansion temporelle ne permettent pas de déterminer le nombre d'individus qui a passé. Cette méthode est plutôt qualitative. Les ultrasons obtenus peuvent témoigner la présence d'une espèce donnée ou d'un groupe de Microchiroptères à un endroit précis. L'analyse de ces ultrasons permet de déterminer l'habitat préférentiel de chaque espèce et de déduire l'influence des saisons sur le nombre de cris enregistrés.

III-4-1- Importance des cris enregistrés de chaque groupe

Quatre familles ont été identifiées d'après les études ultrasoniques dans la station forestière d'Ivoloina, les Molossidés étant les plus enregistrés (Tableau 21). Ces derniers constituent environ 95% des cris enregistrés et analysés (Figure 21).

Tableau 21. Nombre de cris analysés pour chaque famille de chauves-souris

Familles	Nombre de cris
Molossidae	1135
Myzopodidae	13
Miniopteridae	8
Vespertilionidae	8
Non identifiés	25
Total	1189

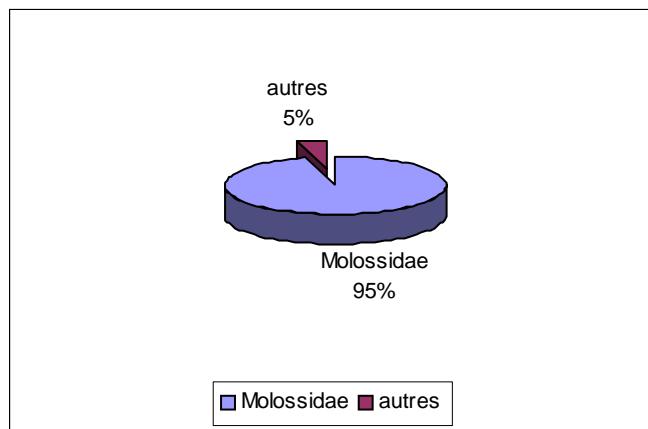


Figure 21. Importance des Molossidés et des autres familles

autres : Miniopteridés, Vespertilionidés, Myzopodidés et non identifiés dans les cris enregistrés.

III-4-2- Variation du nombre de cris enregistrés en fonction de la saison

Le nombre de cris enregistrés ne varie pas en fonction des 3 premières descentes (descentes 1, 2 et 3) (Kruskal-Wallis $H = 0,622$, d.d.l. = 2, $p = 0,733$). En outre, afin de vérifier cette hypothèse, une analyse menée sur l'étude des cris enregistrés pendant la première et la quatrième descente (même saison) confirme cette absence de différence entre le nombre de cris enregistrés (Mann-Whitney $U = 4$, $p = 0,827$). Les descentes 1 et 4 correspondent à la saison à faible pluviosité tandis que les descentes 2 et 3 ont eu lieu pendant la saison à forte pluviosité.

D'après ces données, la saison ne constitue donc pas un paramètre pouvant influencer l'activité des Microchiroptères dans la station forestière d'Ivoloina (Figure 22).

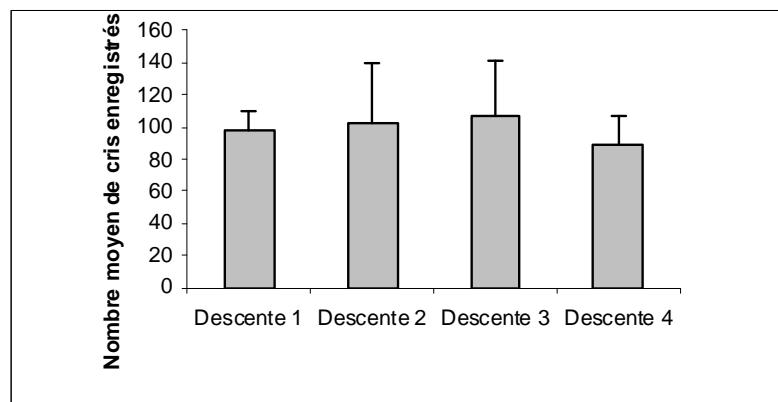


Figure 22. Variation du nombre de cris enregistrés en fonction de la saison
Données exprimées en nombre de cris moyens \pm erreur standard

III-4-3- Variation du nombre de cris enregistrés en fonction de l'habitat

Il existe une variation significative entre le nombre de cris enregistrés au sein des trois habitats au cours des quatres descentes (Kruskal-Wallis $H = 7,42$, d.d.l. = 2, $p = 0,024$). Cette différence existe entre le site 1 (lac ouvert) et le site 2 (écotone forestier près de la formation quasi - naturelle) et entre le site 2 et le site 3 (zone ouverte avec une surface rizicole importante encadrée d'une plantation d'arbres exotiques) (Mann-Whitney $U = 0$, $p = 0,029$). Le nombre de cris enregistrés est minimal au sein du site 2 alors que le nombre de cris enregistrés aux sites 1 et 3 ne présente pas de

variation significative (Mann-Whitney $U = 7$, $p = 0,886$). Ceci permet d'avancer l'hypothèse que l'activité des espèces dans la station forestière d'Ivoloina est donc conditionnée par l'habitat ; elle est minimale dans les endroits plus ou moins fermés (Figure 23).

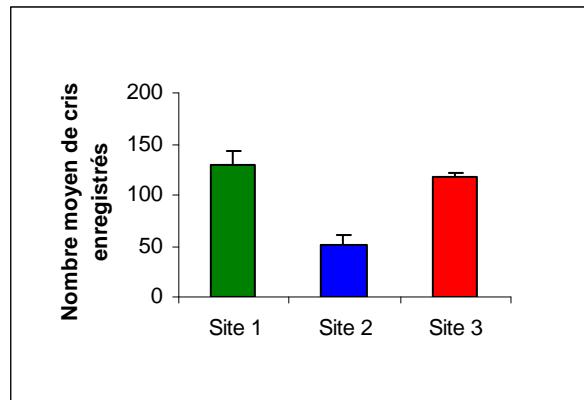


Figure 23. Variation du nombre de cris enregistrés en fonction des habitats étudiés
Données exprimées en nombre de cris moyens \pm erreur standard

III-5- Comparaison de l'efficacité des méthodes utilisées

Après une combinaison de la méthode de capture et celle de la détection ultrasonique, le nombre d'espèces recensées a augmenté. En effet, au moins 9 taxa ont été recensés pendant cette combinaison (Tableau 22). Les Molossidés détectés peuvent être *Mops leucostigma* et *Chaerephon pumilus*. Ce qui permet de confirmer une complémentarité des méthodes utilisées.

Tableau 22. Comparaison de la richesse spécifique selon les méthodes utilisées

Espèces	Méthode de recensement			Sites			
	Observation	Capture	Détection	1	2	3	aléatoires
<i>Pteropus rufus</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Myzopoda aurita</i>	-	+	+	+	+	+	+
<i>Myotis goudotii</i>	-	+	+	-	+	-	+
<i>Pipistrellus raceyi</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Pipistrellus/Eptesicus</i> sp.	-	-	+	+		+	-
<i>Miniopterus</i> sp.	-	-	+	+	+	-	-
<i>Hipposideros commersoni</i>	-	+	-	-	+	-	+
<i>Chaerephon pumilus</i>	-	+	-	-	-	-	+
<i>Mops leucostigma</i>	-	+	-	-	-	-	+
Molossidae	-	-	+	+	+	+	-
Total : 9	1	6	5	6	5	3	5

Chapitre IV : DISCUSSION

IV-1- Diversité spécifique

IV-1-1- Richesse spécifique

IV-1-1-1- Basée sur la capture

Malgré l'effort d'échantillonnage très élevé, cinq espèces de Microchiroptères seulement ont été capturées dans la station forestière d'Ivoloina. Toutefois, la présente étude permet de confirmer notamment certains points sur l'écologie de *Myzopoda aurita* qui était l'espèce la plus abondante. La distribution de cette espèce est limitée d'après les recherches antérieures (Russ *et al.*, 2001 ; Randrianandrianina *et al.*, 2006). Ces observations n'étaient pas prouvées car cette espèce n'exige pas une forêt naturelle intacte pour survivre. De part son écologie, elle fréquente les milieux secondaires surtout dans les endroits à *Ravenala madagascariensis* et à *Typhonodorum lindleyanum*. En outre, la majorité des inventaires de Chiroptères ont été effectués dans la partie occidentale de Madagascar et peu d'études ont été entreprises dans la partie orientale. Les récentes recherches ont permis d'affirmer que *Myzopoda aurita* existe de Maroantsetra (Nord-est) à Tolagnaro (Sud-est) (Goodman *et al.*, 2007a).

Cette étude a permis de mieux apprécier la richesse spécifique de la partie Est de Madagascar, surtout dans sa partie de basse altitude. Elle confirme la présence de *Myotis goudotii* et de *Chaerephon pumilus*. L'existence de ce dernier n'a pas été suspectée dans cette partie de l'île notamment dans l'ex-province de Toamasina en basse altitude (Eger et Mitchell, 2003). *Chaerephon pumilus* a été capturé pendant son émergence d'un bâtiment à Andasibe (900 m d'altitude en moyenne). Dorénavant, la présence de *C. pumilus*, même en basse altitude, est vérifiée.

La station forestière d'Ivoloina est la cinquième localité où *Pipistrellus raceyi* a été recensée. L'altitude de toutes ces localités est inférieure à 100 m. Cette espèce a été capturée à Kianjavato (75 m) et dans la station forestière de Tampolo (10 km au NNE de Fenoarivo Atsinanana, 10 m) dans la partie orientale de l'île et dans la forêt de Kirindy (CFPF) (30 m) et dans la forêt de Mikea (80 m) dans la partie occidentale (Bates *et al.*, 2006).

La comparaison des résultats de la station forestière d'Ivoloina avec ceux de la partie occidentale permet de conclure que la richesse spécifique dans la partie orientale est faible. Comme exemple, le Parc National de Bemaraha (18°50' de latitude Sud), qui se trouve à peu près à la même latitude que la station forestière d'Ivoloina, renferme 14 espèces sans les espèces commensales (*Mops leucostigma* et *Scotophilus tandrefana* ; Goodman *et al.*, 2005a) et 16 espèces avec ces deux dernières. Ce parc est dominé par

une forêt sèche décidue, sur une formation karstique offrant une grande disponibilité de gîte telles que les caves, les fissures (Goodman *et al.*, 2005b). Ce qui explique cette forte diversité dans cette localité.

IV-1-1-2- Basée sur la détection

La détection a permis de recenser la présence d'au moins 5 taxa différents dans la station forestière d'Ivoloina. Il y a une grande variabilité sur la structure des sonogrammes de chaque taxa (Figure 20). Les Molossidés ont des pulses plutôt à CF (fréquence constante). Le groupe *Pipistrellus/Eptesicus* sp. et *Miniopterus* sp. émettent des pulses à composantes FM (fréquence modulée) et CF et *Myotis goudotii*, des pulses uniquement à FM. Le sonogramme de *Myzopoda aurita* a une structure complexe, il est composé de 4 parties à fréquences décroissantes mais dont la cause de l'utilisation reste encore mal connue.

Le groupe *Pipistrellus/Eptesicus* sp. et *Miniopterus* sp. passent plus de temps au sein des écotones d'habitats pour rechercher leur nourriture, les Molossidés exploitent notamment les habitats ouverts. Ifticène *et al.* (2005) rapportent la détection de *Miniopterus* spp. et des Molossidés à un étang piscicole. D'après son écholocation, *Myotis goudotii* a la capacité de vivre dans des endroits fermés.

Il est difficile de classer les vocalisations des Molossidés jusqu'au rang d'espèces parce que les espèces appartenant à cette famille ont à peu près des sonogramme de même structure et dont la fréquence est considérée comme inférieure à 33 kHz. *Otomops madagascariensis* en est exclue car il émet des cris à 15 kHz environ (Russ *et al.*, 2001). Basée sur les études de Russ *et al.* (2001), la fréquence d'énergie maximale est inversement proportionnelle à la longueur de l'avant-bras, ceci a permis de montrer que *Miniopterus majori* a une fréquence compris entre celle de *M. manavi* et *M. gleni* qui émettent respectivement des cris à 58 et 40 kHz. Après la capture de *M. majori*, ils ont pu confirmer cette hypothèse. En effet, *M. majori* émet des pulsations à 50 kHz environ (Russ *et al.*, 2001). Cela peut également servir de bases pour les Molossidés mais il faut avoir les bonnes séquences. Bien que la fréquence d'émission des Molossidés est inférieure à 33 kHz (Russ *et al.*, 2001 ; Kofoky *et al.*, 2007), des sonogrammes dont la fréquence est supérieure à 33 kHz peuvent apparaître, pendant les analyses. Ceci est surtout visible lors de la phase d'approche de l'individu en vue de la capture de proies chez les Molossidés.

Tout ceci peut illustrer l'insuffisance de données concernant les Chiroptères de Madagascar ainsi que le besoin d'une étude plus extensive. Pour le genre *Miniopterus*, par exemple, des études en cours démontrent le problème de taxinomie et de référence des vocalisations de ce genre.

Des problèmes supplémentaires apparaissent car les Molossidés sont des espèces à vol rapide à cause de leurs ailes longues et fines (Russ, 1999). Les enregistrements doivent donc être entrepris lors du relâchement de l'individu ou pendant leur sortie à travers les gîtes monospecifiques. Tout ceci doit être associé à une capture et collection de spécimens de référence. En outre, plus d'un observateur doit enregistrer les cris de l'espèce afin de pouvoir les comparer et avoir des données plus crédibles.

Comme l'analyse des ultrasons obtenus chez les Miniopteridés pendant cette étude montre un intervalle de fréquence d'énergie maximale compris entre 51 kHz et 57,7 kHz, il est possible que la population de *Miniopterus* sp. au sein de la station forestière d'Ivoloina soit composée d'au moins deux espèces à savoir *M. majori* (FmaxE = 50 kHz, Russ *et al.*, 2001) et *M. manavi* (FmaxE = 58 kHz, Russ *et al.*, 2001). Mais *Miniopterus manavi* est une espèce paraphylétique et l'identité du taxon local est à confirmer (Goodman et Maminirina, données non publiées).

Pour le groupe *Pipistrellus/Eptesicus* sp., la fréquence d'énergie maximale moyenne recensé dans la station forestière d'Ivoloina était de 45,8 kHz, il est possible que ce soit le cri de *Pipistrellus raceyi*, capturé dans la station, mais sans information tangible sur la vocalisation de cette espèce, il est difficile de le confirmer. Il serait donc plus commode d'effectuer des études supplémentaires sur cette espèce afin d'obtenir plus d'informations.

Myotis goudotii est une espèce de petite taille émettant des ultrasons à fréquence d'énergie maximale élevée. Il est habitué à fréquenter les endroits plus ou moins fermés. Cette haute fréquence permet d'avoir une précision sur l'habitat afin de se mouvoir sans problème et de localiser avec précision les invertébrés sur la végétation. Il est possible que cette espèce exploite des proies de petite taille car selon Jones et Holdereid (2007), il est nécessaire d'émettre des ultrasons de haute fréquence afin de détecter les petits objets tels les petits insectes.

Tous les ultrasons obtenus lors de la présente étude appartiennent à des Microchiroptères dont l'émission d'ultrasons se fait à temps partiel ou «low duty cycle echolocators». Pendant leur phase d'approche au cours de la capture des proies, elles réduisent la durée du temps d'émission et la durée de l'intervalle entre deux pulses

(Kalko, 1995) parce qu'elles ne peuvent pas tolérer un chevauchement entre les pulses émis et les échos (Jones et Holdereid, 2007). Pour les Molossidés, cette durée varie de 7 à 61 ms. Pendant la poursuite d'un insecte, l'animal émet un ultrason après un autre afin d'avoir des informations actualisées (Jones et Holdereid, 2007).

L'enregistrement des ultrasons en cage donne une idée sur la structure et la fréquence d'émission des espèces, mais la durée d'émission dans la nature semble être plus élevée que celle en cage. Les ultrasons qu'un individu émet doivent être fiable afin d'avoir plus d'information sur l'endroit où il se trouve. Comme la dimension de la cage utilisée est de 2 x 2 m, pendant le relâchement, l'individu peut détecter les limites de la cage.

IV-1-2- Analyse biogéographique

La distribution des espèces de Chiroptères permet d'avancer certaines mesures en vue de faciliter sa conservation. En effet, une espèce à faible répartition géographique est plus vulnérable à l'extinction que d'autres largement réparties. Chaque espèce peut avoir ses propres exigences en terme d'habitats, ce qui permet parfois de prédire la présence de telle ou telle espèce dans une localité donnée et son absence ferait l'objet d'une étude plus poussée.

Les inventaires menés dans la partie Est de Madagascar permet de comparer les chauves-souris dans ces différents sites. Le tableau suivant montre la richesse spécifique au sein de ses sites, en terme de présence/absence (Tableau 23).

Tableau 23. Liste des espèces recensées dans les divers sites de l'Est

Site	île Sainte					
	Ivoloina	Tampolo	Masoala	Marie	Tolagnaro	Andohahela
Pteropodidae						
<i>Pteropus rufus</i>	+	-	+	+	+	-
<i>Eidolon dupreanum</i>	-	-	+	-	+	-
<i>Rousettus madagascariensis</i>	-	+	+	+	+	+
Myzopodidae						
<i>Myzopoda aurita</i>	+	+	+	-	+	-
Vespertilionidae						
<i>Pipistrellus raceyi</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Scotophilus robustus</i>	-	-	+	-	+	-
<i>Myotis goudotii</i>	+	-	+	-	+	+
Miniopteridae						
<i>Miniopterus gleni</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Miniopterus majori</i>	-	-	+	-	-	-

<i>Miniopterus manavi</i>	-	-	+	-	-	+
Hipposideridae						-
<i>Hipposideros commersoni</i>	+	+	+	-	+	+
Emballonuridae						
<i>Emballonura atrata</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Taphozous mauritianus</i>	-	+	+	-	-	-
Molossidae						
<i>Mormopterus jugularis</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Tadarida fulminans</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Chaerephon pumilus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Mops leucostigma</i>	+	+	+	-	-	-
Nombre total d'espèces	7	6	13	4	9	5
Références	1	2, 5	6	7	4, 8	3

Références : 1 = cette étude ; 2 = Goodman (communication personnelle) ; 3 = Goodman (1999) ; 4 = Rakotonirainy (2001) ; 5 = Eger et Mitchell (2003) ; 6 = Ifticène *et al.* (2005) ; 7 = Rakotonandrasana et Goodman (2007) ; 8 = Jenkins *et al.* (2007).

* : espèce observée ;

+ : espèces présentes (spécimens)

- : espèces absentes

Le coefficient de similarité des sites a été calculé en comparant les sites deux à deux (Tableau 24). Le tableau 23 a été traduit en dendrogramme (Figure 24, p. 78) montrant que les 6 sites sont réunis en 2 groupes distincts.

Tableau 24. Indice de similarité de Jaccard

	IV	TAM	MAS	TOL	SMA	AND
Ivoloina (IV)	1					
Tampolo (TAM)	0,444	1				
Masoala (MAS)	0,333	0,357	1			
Tolagnaro (TOL)	0,333	0,250	0,467	1		
Île Sainte Marie (SMA)	0,100	0,111	0,308	0,182	1	
Andohahela (AND)	0,200	0,222	0,286	0,400	0,125	1

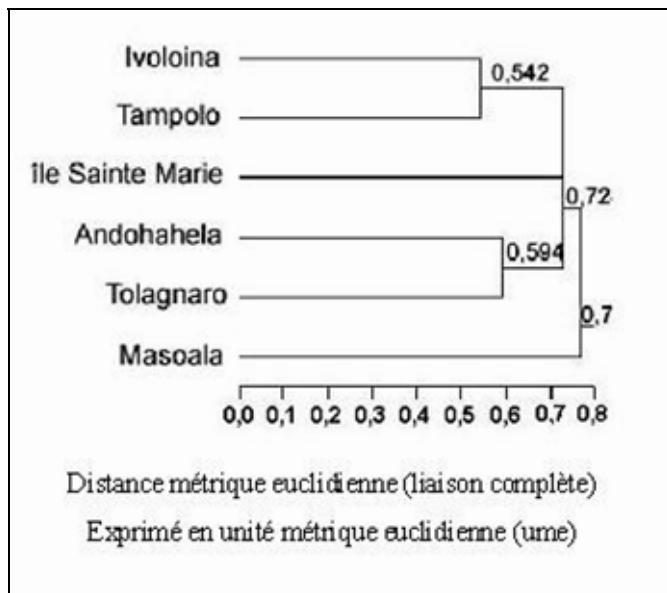


Figure 24. Dendrogramme de similarité de quelques localités de l'Est

Le premier groupe est constitué par la péninsule de Masoala qui est éloignée de 0,767 ume (unité métrique euclidienne) du deuxième groupe du fait qu'elle renferme 13 des 17 espèces recensées dans les diverses localités citées soit 76,5 % de la diversité totale de Chiroptères mentionnée. Elle possède 2 espèces qui lui sont propres à savoir : *Miniopterus majori* et *M. manavi* (Tableau 23, p. 76). Parmi les sites analysés, elle a la richesse spécifique la plus élevée.

Le deuxième groupe est plus complexe, il rassemble les 5 autres sites qui sont divisés en 3 sous-groupes.

- Le premier sous-groupe est formé par la station forestière d'Ivoloina et la station forestière de Tampolo, ces dernières sont éloignées de 0,542 ume, leur indice de similarité est de 0,444 (Tableau 24, p. 77). Elles possèdent 4 espèces communes à savoir *Myzopoda aurita*, *Hipposideros commersoni*, *Pipistrellus raceyi* et *Mops leucostigma*.

- Le deuxième sous-groupe est formé par l'île Sainte Marie qui possède 4 espèces de chauves-souris. Ce site est éloigné de 0,728 ume du sous-groupe précédent.

- Le troisième sous-groupe est composé de 2 sites qui sont la forêt littorale de Tolagnaro et le Parc National d'Andohahela. Ces deux sites partagent en commun 4 espèces de chauves-souris à savoir : *Rousettus madagascariensis*, *Myotis goudotii*, *Hipposideros commersoni* et *Mormopterus jugularis*. Elles sont éloignées de 0,594 ume. Leur indice de similarité est de 0,400.

Pour la péninsule de Masoala, Eger et Mitchell (2003) avancent la présence de *Miniopterus fraterculus* qui est un taxon qui n'existe plus parmi les espèces de Chiroptères de Madagascar. Cette espèce se rencontre en Afrique du Sud, Malawi, Zambie, Angola et Mozambique (Simmons, 2005). Les analyses génétiques ont permis de révéler que l'espèce qui a été reconnue comme *M. fraterculus* est une nouvelle espèce de Madagascar, dénommée *M. sororculus* (Goodman *et al.*, 2007b). Il est donc plus prudent de l'enlever des analyses de similarités.

Le dendrogramme de la Figure 24 (p. 78) montre en premier lieu une relation plus marquée entre la station forestière d'Ivoloina et celle de Tampolo. Ce qui fait que la distance métrique euclidienne entre ces deux sites est faible. Ces deux sites ont le même climat, ce sont des zones cotières à fortes précipitations. Mais comme la station forestière d'Ivoloina est plus petite que celle de Tampolo, cette dernière offre plus d'espaces et de gîtes pour les chauves-souris. C'est pourquoi, *Rousettus madagascariensis* et *Taphozous mauritianus* ont été recensé à Tampolo et non à Ivoloina.

L'île sainte Marie est une île qui n'est pas trop loin de la côte Est de Madagascar. La distance entre l'île sainte Marie et la côte Est malgache est de 7 km (Rakotonandrasana, 2008). La présence de *Pteropus rufus* (Pteropodidae) et de *Rousettus madagascariensis* (Pteropodidae) peut être due à une migration de ces dernières à cause du fait que les représentants de la famille des Pteropodidés sont reconnus comme étant des disséminateurs de graine et de pollen (MacKinnon, 2003).

La forêt littorale de Tolagnaro et le Parc National d'Andohahela ont tendance à se rapprocher. Ces deux sites se trouvent au Sud-est de Madagascar. Ils ont un indice de similarité de 0,400 et sont distants de 0,594 ume. Ils partagent également quatre espèces communes. Ce rapprochement témoigne une certaine ressemblance du milieu environnant au sein de ces deux sites.

Ce premier groupe montre un rassemblement des sites ayant les mêmes caractéristiques climatiques surtout pour la station forestière de Tampolo, la station forestière d'Ivoloina et la forêt littorale de Tolagnaro mais la différence entre la richesse spécifique pour ces trois sites est due à leur taille respective.

Masoala forme un groupe à part. Pour les espèces qui ont été recensées dans la péninsule, les unes utilisent les arbres comme gîte (cas de *Pteropus rufus*) et les autres sont plutôt cavernicoles et *Myzopoda aurita* utilise les larges feuilles. Cette richesse

spécifique élevée est due, en majeure partie, non seulement à sa taille dépassant tous les autres sites mentionnés mais aussi à la diversité de gîtes possibles en ce lieu.

La taille et la qualité de l'habitat ont des influences non négligeables sur la composition spécifique de Chiroptères. En outre, la présence de gîtes (comme les caves et les grottes) surtout pour les espèces cavernicoles, au sein de ces habitats ne font qu'augmenter davantage cette richesse spécifique.

Cette analyse biogéographique permet de tirer une conclusion sur la distribution des espèces de chauves-souris de Madagascar. En effet, Il y a des espèces qui sont largement réparties dans la partie Est comme *Pteropus rufus*, *Rousettus madagascariensis* et *Hipposideros commersonni* et d'autres ont une distribution plus restreinte. Tel est le cas de *Pipistrellus raceyi* qui a été recensé uniquement dans la station forestière d'Ivoloina et celle de Tampolo. Dans la partie orientale de Madagascar, Kianjavato est la troisième localité où cette espèce a été capturée. Des recherches supplémentaires méritent d'être entreprises afin de comprendre la cause de cette faible distribution.

IV-2- Aperçu sur l'histoire naturelle des Microchiroptères

IV-2-1- Sex-ratio, dimorphisme sexuel et mobilité chez *Myzopoda aurita*

IV-2-1-1- Sex-ratio

Le calcul du sex-ratio est possible uniquement pour des échantillonnages permettant d'observer les deux sexes (mâles et femelles) de l'espèce étudiée. De ce fait, le sex-ratio n'a pas été calculé pour *Hipposideros commersoni* et *Pipistrellus raceyi*. Il est supérieur à 1 pour *Myzopoda aurita* car il y a plus de mâles que de femelles. Par contre, pour *Myotis goudotii* et *Chaerephon pumilus*, comme le nombre de femelles est égal à celui des mâles, le sex-ratio est égal à 1. Ceci peut être dû à la distribution même de l'espèce.

Pour *Myzopoda aurita*, le sex-ratio est supérieur à 1. Ceci peut traduire une forte mobilité des mâles par rapport aux femelles. Les mâles se déplacent beaucoup afin de rechercher ses nourritures. Si dans la population naturelle de cette espèce, l'effectif des femelles est inférieur à celui des mâles, ceci peut aboutir à une compétition des mâles lors de la période de reproduction afin d'accroître la population de l'espèce et ce sera à la femelle de choisir le mâle idéal pour la pérennisation de l'espèce. Par contre, pour *M. schliemannii*, le sex-ratio qui est de 0,8 (Rajemison et Goodman, 2007) n'est pas le même que pour *M. aurita*.

IV-2-1-2- Dimorphisme sexuel

Les tests statistiques effectués pour les mesures externes de *Myzopoda aurita* sont tous non significatifs. La variation des mensurations peut être due à l'âge de l'individu mais elle n'est pas trop marquée. Goodman *et al.* (2007a) ont également affirmé cette absence de dimorphisme sexuel aussi bien pour *M. aurita* que pour *M. schliemannii*.

IV-2-1-3- Mobilité

Au cours de cette étude, aucune information tangible sur la mobilité de *Myzopoda aurita* n'a pu être détectée. Toutefois, comme *M. aurita* est une espèce dotée de disques adhésifs permettant de s'accrocher à un substrat lisse comme les larges feuilles de *Ravenala* (Goodman *et al.*, 2007a). Il est donc probable qu'au fur et à mesure que les jeunes feuilles se déroulent, l'espèce quitte son ancien gîte pour trouver d'autres feuilles enroulées, traduisant un caractère nomade. Cette utilisation de larges feuilles encore jeunes et enroulées a été mis en évidence lors des études menées sur *Thyroptera tricolor* en Amérique, qui avait une grande préférence aux jeunes feuilles de *Heliconia* (Heliconiaceae) et de *Calathea* (Marantaceae) (Vonhof et Fenton, 2004). La présence de cette espèce est conditionnée par l'existence des feuilles jeunes pouvant servir de gîte.

IV-2-2- Dimorphisme sexuel chez *Mops leucostigma*

Chez certaines espèces, la différence entre les mâles et femelles est vraiment remarquable qu'il est même possible de détecter un dimorphisme sexuel sur plusieurs caractères externes. Tel est le cas de *Mops leucostigma*. Neuf échantillons ont été analysés dont 5 mâles et 4 femelles. Tous les caractères externes présentent une différence sauf pour la longueur de l'avant-bras, les mâles étant plus grands que les femelles. Rakotonandrasana (2008) a noté la présence d'un dimorphisme sexuel chez cette espèce notamment pour les longueurs des oreilles et de l'avant-bras. L'absence de dimorphisme pour la longueur de l'avant-bras peut être due à la taille de l'échantillon analysé ou par le fait que les deux sexes proviennent de deux populations différentes. Il est probable qu'un échantillon plus grand permettrait l'observation d'un dimorphisme au niveau de la longueur de l'avant-bras.

IV-2-3- Reproduction

La reproduction et le développement sont des étapes importantes dans la vie de tout être vivant car ils permettent la pérennisation de l'espèce et l'accroissement de la population. La présente étude permet d'améliorer nos connaissances sur la reproduction des espèces de Microchiroptères.

Les testicules des mâles de *M. aurita* étaient descendus dans un pseudo-scrotum du mois de janvier au mois de mai. L'observation de ces individus présentant un signe de reproduction au mois de mai, permet de dire que la saison de reproduction de *M. aurita* n'est pas limitée sur une courte période de l'année. Elle s'étale, au moins, sur cinq mois chaque année pour les mâles. Pour *M. schliemannii*, de la partie Ouest de Madagascar, peu d'informations restent accessibles quant à la saison de reproduction de cette espèce, mais il est possible que cette période n'est pas également confinée sur une courte période de l'année (Goodman *et al.*, 2007a). Ce qui permet d'imaginer la présence d'une certaine ressemblance concernant leur reproduction respective.

Les spécimens femelles de *M. aurita* capturés dans la station forestière d'Ivoloina avaient une cicatrice placentaire sur le côté gauche ou droit mais jamais des deux côtés. Ceci peut insinuer le développement d'un embryon unique par portée. Carter *et al.* (2008) ont émis la même hypothèse. *Thyroptera* spp. et *Myzopoda* spp. sont des espèces phylogénétiquement proches (Springer *et al.*, 2001). Les études entreprises sur *T. tricolor* ont permis d'avancer que la durée de gestation de cette espèce est de cinq mois et que *T. tricolor* a au moins 2 cycles de reproduction par an. En outre, seul un embryon a été observé chez les femelles gestantes de cette espèce, ceci suppose que *Thyroptera* possède un seul ovaire fonctionnel (Wimsatt et Enders, 1980).

Myzopoda spp. et *Thyroptera* spp. présentent des convergences non seulement sur leur morphologie et leur écologie mais aussi sur leur reproduction.

Pour les autres espèces capturées dans la station forestière d'Ivoloina, peu de données sur la reproduction sont accessibles d'après notre étude car *Hipposideros commersoni* et *Myotis goudotii* ne présentaient aucun signe de reproduction. La cicatrice placentaire chez *Chaerephon pumilus* explique qu'elle vient de donner naissance à un nouveau-né.

Pipistrellus raceyi est une espèce qui a été récemment décrite (Bates *et al.*, 2006). Ces auteurs ont déjà émis l'hypothèse que cette espèce donne naissance au début de la saison des pluies (novembre-décembre) coïncidant à la période d'abondance des petits

insectes volants. Le spécimen récolté au mois de novembre était enceinte et les deux fœtus étaient déjà assez gros. Il est donc possible d'imaginer que la mise-bas ne va pas tarder. La présence de deux jeunes par portée est très rare car la majorité des Chiroptères donne naissance uniquement à un jeune par portée (Altringham, 2001). Mais chez le genre *Pipistrellus*, le nombre d'embryon chez la femelle peut aller de 1 à 4 chez *Pipistrellus subflavus* (Hayssen *et al.*, 1993).

Selon Altringham (2001), la période de gestation des Chiroptères est très variable selon les espèces et au sein d'une même espèce. Cette période de gestation peut aller de 40 jours à 5 mois. Pour les Chiroptères de 5 - 8 g, la durée de gestation est de 40 - 50 jours. A titre d'illustration, la durée de gestation pour *Pipistrellus nanus* au Zaire est de 5 mois (Hayssen *et al.*, 1993) alors qu'au Zimbabwe, cette durée, pour la même espèce, est de 2 mois. Cette variation au sein de la même espèce est due largement aux facteurs environnementaux affectant la disponibilité de la nourriture. Les Chiroptères insectivores ont su développer un compromis quant à la chance de survie de ses progénitures. De ce fait, leur ovulation et la gestation apparaissent généralement pendant la saison fraîche et moins humide et la parturition et la lactation se font pendant la saison chaude et pluvieuse (Cumming et Bernard, 1997 ; Lloyd *et al.*, 1999). En effet, la population d'insectes est très élevée au moment de la saison des pluies. Lorsque le climat est sec, peu d'œufs éclosent et le taux de mortalité des jeunes larves est élevé parce que la sécheresse entraîne un ralentissement du développement des plantes. Après une pluie importante, la mortalité est réduite et la population d'insectes augmente (Dajoz, 1974).

Comme la station forestière d'Ivoloina se trouve dans la partie Est de Madagascar, dotée d'une forte précipitation, cette variation de la quantité de proies disponibles n'est peut être pas trop marquante. Toutefois, il est probable que la gestation, pour *Pipistrellus raceyi* et *Myzopoda aurita*, se déroule pendant la saison où la précipitation est faible et la mise-bas, au cours de la saison à forte pluviosité afin d'assurer une alimentation suffisante pendant l'allaitement.

IV-2-4- Régime alimentaire

L'analyse des pelotes fécales provenant des individus de *Myzopoda aurita* de la station forestière d'Ivoloina a permis de recenser 3 ordres d'insectes, à savoir les Lépidoptères, les Coléoptères et les Blattes. Le volume moyen de chaque type de proies consommées est différent chez *M. aurita* avec une forte préférence des Lépidoptères.

Ces derniers peuvent constituer une source de nourriture principale pour *M. aurita*. Les Lépidoptères sont facilement identifiables à cause de la présence des écailles (Whitaker, 1988), dans les pelotes fécales. Cette étude donne une meilleure appréciation du régime alimentaire de cette espèce car les analyses antérieures mentionnaient uniquement la présence de Lépidoptères (Göpfert et Wasserthal, 1995), identifiés comme étant des microlépidoptères qui forment un groupement paraphylétique de Lépidoptères (Powell, 1980). Cette étude permet donc d'affirmer que *Myzopoda aurita* ne consomme pas uniquement les Lépidoptères mais aussi d'autres groupes comme les Blattes et les Coléoptères. Rajemison et Goodman (2007), en effectuant des analyses des pelotes fécales de *M. schliemanni* apparentée à la côte Ouest malgache, ont trouvé quatre ordres d'insectes à savoir Lépidoptères dans 89% des échantillons, les Blattes (77,8%), les Coléoptères (33,3%) et les Hyménoptères (17%). Ces analyses montrent l'importance des Lépidoptères dans le régime alimentaire de *Myzopoda* spp.

Les Araignées sont des Arthropodes Chélicérates qui sont dépourvus d'ailes. Comme un des échantillons de fèces analysés contenait ce groupe, il est probable que *Myzopoda aurita* soit capable d'extraire des invertébrés au repos sur la végétation («gleaning»). Rajemison et Goodman (2007) ont trouvé des restes de Formicidae, groupe d'insectes non-volant également pendant les analyses des matières fécales de *Myzopoda schliemanni*.

En outre, il est aussi possible que les ventouses sur les mains et pieds de *Myzopoda* spp. servent à se déplacer sur des surfaces lisses, comme les larges feuilles, afin de prendre les invertébrés non-volants. Tout ceci nous amène à conclure la présence d'une certaine ressemblance entre l'habitude alimentaire de *M. aurita* et *M. schliemanni* qui, probablement, peuvent prendre des proies de la végétation également (Rajemison et Goodman, 2007) et qui exploitent à peu près les mêmes ressources.

Bien que la durée de l'étude soit assez longue, elle n'a pas permis d'apprécier la variation du régime alimentaire de *Myzopoda aurita* en fonction de la saison à cause de la taille des échantillons. Afin d'avoir de plus amples informations sur cette variation saisonnière du régime alimentaire de *M. aurita*, une étude supplémentaire devraient être entreprise là où cette espèce a été recensée.

Pour le régime alimentaire des autres espèces recensées dans la station forestière d'Ivoloina (*Hipposideros commersoni*, *Myotis goudotii*, *Chaerephon pumilus* et *Pipistrellus raceyi*), bien que les données obtenues ne permettent pas d'établir une liste exhaustive des proies consommées par les Microchiroptères présentes, elles donnent

une idée de ce que peuvent exploiter ces espèces. Ces informations peuvent donc constituer des données préliminaires qui peuvent servir de base pour les recherches ultérieures en vue d'une meilleure connaissance du régime alimentaire des chauves-souris insectivores de Madagascar.

Le régime alimentaire de *Hipposideros commersoni* a été déjà étudié par Ralisata (2005) dans le Parc National d'Ankarafantsika. Cette étude a permis de reconnaître que les Coléoptères, membres des familles Scarabeidés, Carabidés, Elateridés, Chrysomelidés et les Hémiptères constituent la source principale d'alimentation. Les Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères, Ephemeroptères et Trichoptères sont peu exploités. Donc, en plus de ces ordres, *H. commersoni* exploite également les Blattes. Notons que dans l'un des deux échantillons analysés, les Blattes constituaient le seul type de fragments identifiables, les pelotes provenant du deuxième échantillon contenaient des Hémiptères (famille des Cercopidés).

Rakotoarivelo *et al.* (2007) ont recensé des Coléoptères, des Lépidoptères, des Hyménoptères, des Diptères, des Neuroptères, des Hémiptères et des Dictyoptères dans les crottes de *Myotis goudotii* récoltés dans le Parc National Tsingy de Bemaraha. Seuls, les Neuroptères et les Hémiptères n'ont pas été rencontrés dans les pelotes fécales des 3 individus de *M. goudotii* capturés dans de la station forestière d'Ivoloina. Ce qui peut s'expliquer par le fait que ces groupes d'insectes ne sont pas les principales sources de nourriture et ne sont pris que rarement. Ils ont donc peu de chance d'apparaître lors des analyses. En effet, les Neuroptères et les Hémiptères constituaient respectivement 2,6% et 8,3% des proies consommées par *M. goudotii* (Rakotoarivelo *et al.*, 2007). Leur étude a été basée sur des échantillons de fèces provenant de 24 individus. C'est la raison pour laquelle la chance d'obtenir le maximum de données sur le régime alimentaire de cette espèce était très élevée.

Pour *Chaerephon pumilus*, une étude effectuée par Andrianaivoarivelo *et al.* (2006) a permis de constater la présence de Coléoptères, Hémiptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères et Trichoptères dans leur régime alimentaire. L'ordre des Coléoptères constitue la source de nourriture principale en été. Les Lépidoptères et les Hémiptères sont plus exploités en hiver. Mais comme un seul échantillon a été analysé pendant notre étude, seuls, les Lépidoptères et les Hémiptères ont été recensés.

Pour ces trois dernières espèces, les études antérieures ont déjà contribué à la connaissance de leur régime alimentaire. Ce qui fait que les données obtenues dans la station forestière d'Ivoloina ont été comparées à celles de ces différents auteurs.

Par contre, comme *Pipistrellus raceyi* est une espèce nouvellement décrite (Bates *et al.*, 2006), peu d'informations sont encore disponibles concernant son histoire naturelle. Des informations sur la description, la distribution géographique, l'habitat préférentiel ainsi que la reproduction de cette espèce ont été émises (Bates *et al.*, 2006) mais le régime alimentaire de cette espèce demeure ainsi un nouveau sujet à approfondir. La présente étude peut donc servir de base pour les recherches ultérieures concernant cette espèce en vue d'une meilleure connaissance de son histoire naturelle. En plus des Blattes, trois familles de Coléoptères ont été identifiées, à savoir : Les familles des Histeridés, des Curculionidés et des Scarabeidés. Ce qui permet déjà d'avoir une idée sur ce que cette espèce exploite.

Les analyses des pelotes fécales effectuées sur les espèces de Microchiroptères de la station forestière d'Ivoloina ont permis d'améliorer la connaissance des habitudes alimentaires des espèces présentes. Pour *Myzopoda aurita*, par exemple, l'importance de Lépidoptères est confirmée. Néanmoins, la raison de ce choix est encore mal comprise, une étude de la disponibilité et de l'abondance de ces Lépidoptères devrait être entreprise afin de mieux comprendre la situation.

Sachant que *Hipposideros commersoni*, *Myotis goudotii* et *Chaerephon pumilus* ont déjà fait l'objet d'une étude détaillée. De tels efforts devraient également être entrepris afin de connaître la variation du régime alimentaire en fonction de la saison pour *Myzopoda aurita* et *Pipistrellus raceyi*.

Parmi les six espèces dont le régime alimentaire a été analysé, cinq d'entre elles exploitent les Coléoptères.

IV-3- Variation du nombre de cris des Microchiroptères enregistrés

Les activités au sens propre du terme telles le «bat pass» ou phase de passage et le «bat feeding» ou phase de chasse et de capture sont mieux observables en utilisant le «Batbox Duet» en mode hétérodyne et division de fréquence. Il est important de noter que la méthode d'expansion temporelle ou «time expansion» permet surtout une détermination d'une espèce ou d'un genre. Toutefois, la méthode d'expansion temporelle peut donner une idée sur l'importance la présence de chaque groupe selon la dominance des enregistrements. Les groupes fréquemment enregistrés sont considérés comme étant plus représentés et plus actifs dans la station forestière d'Ivoloina. Ces groupes ont l'habitude de chercher leur nourriture au sein de la station. Donc, les groupes rarement enregistrés sont peu abondants.

Concernant le choix de la méthode d'étude, notamment sur la limitation de la durée de détection allant de 17h 45 à 20h 15 puis de 3h 45 à 5h 15, les Chiroptères sont des animaux crépusculaire et nocturne, leur activité commence quelques temps après le coucher du soleil. Randrianandrianina (2006) a avancé que 71% des activités nocturnes des Chiroptères se déroulent avant 22 heures et que le pic d'activité se situe entre 18 et 19 heures.

Les enregistrements ultrasoniques montrent que la saison ne constitue pas vraiment une source de variation du nombre de cris de Microchiroptères enregistrés. D'après nos observations, l'activité est très intense avant la pluie et ne reprend que tardivement après la pluie. La majorité des cris obtenus appartient aux Molossidés. Ces derniers émettent des ultrasons de forte intensité et de basse fréquence.

Selon les habitats, le nombre de cris enregistrés est variable. En effet, les enregistrements dans la station sont dominés par ceux des Molossidés. De par leur écologie, ce groupe exploite plus particulièrement les habitats ouverts aussi bien pendant leur déplacement que lors de la recherche de nourriture. Ils ont des ailes longues et fines. Leurs écholocations ont une forte intensité et sont généralement de basse fréquence, leur manœuvrabilité semble être réduite. Le milieu forestier ne constitue pas un domaine de prédilection pour ce groupe, sauf au-dessus de la canopée. Par contre, en milieu ouvert, que ce soit proche des milieux de cultures ou des points d'eau, l'activité des Molossidés est plus importante, ils chassent généralement à ces endroits. Ce qui explique pourquoi il n'y a pas trop de différence entre le nombre d'enregistrements effectués au sein du site 1 (lac ouvert) et du site 3 (zone ouverte dominée par une surface rizicole encadrée d'une plantation d'arbres exotiques).

Les résultats de cette analyse des habitats préférentiels des Chiroptères peuvent également servir d'indicateur quant à la qualité des habitats de la station forestière d'Ivoloina. Comme les Molossidés constituent 95% des enregistrements, ils sont plus adaptés à ce site ouvert. Par contre, les autres groupes tels que la famille des Hipposideridés, des Vespertilionidés ou des Miniopteridés sont plutôt des groupes qui fréquentent les zones fermées ou la lisière forestière.

L'abondance relative de la famille des Myzopodidés est conditionnée par la disponibilité des gîtes, la présence des marais et une végétation où les plantes à larges feuilles comme *Ravenala madagascariensis* sont présentes.

Les investigations menées dans la station forestière d'Ivoloina n'ont pas montré la présence de grottes ou de caves. Par contre, *Miniopterus* sp. figure parmi les espèces détectées. Juste *et al.* (2007) affirment que la distribution de *Miniopterus* est liée à la disponibilité des caves qu'elles utilisent comme gîte. A Madagascar, ce genre est largement cavernicole (Eger et Mitchell, 2003). Mais il est aussi connu dans les zones sans aucun affleurement de roche sédimentaire et probablement les trous dans les grands arbres peuvent leur servir de gîte (Goodman *et al.*, 2005b).

IV-4- Efficacité des méthodes utilisées

La combinaison des méthodes de capture et de détection ont permis de recenser la présence d'au moins 9 taxa au sein de la station forestière d'Ivoloina. Il y a donc une nette amélioration des résultats d'inventaire en combinant les deux méthodes car ceci permet d'obtenir une liste exhaustive des Microchiroptères d'une localité donnée. Il est possible que les Molossidés détectés soient *Mops leucostigma* et/ou *Chaerephon pumilus*.

Toutes les méthodes que ce soit de capture ou de détection ont des avantages mais aussi quelques inconvénients. Les filets déployés ont généralement une hauteur de 2,5 m, ce qui peut sous-estimer les espèces volant en hauteur telle que les Molossidés. Ces derniers sont habitués à chasser en hauteur. Il en est de même pour les espèces qui sont peu représentées. En outre, la diversité spécifique obtenue après la capture est influencée par le climat car les Microchiroptères arrivent à détecter les filets pendant la pluie et la probabilité de capture des chauves-souris serait réduite (Iftcène *et al.*, 2005). Par contre, la capture par filet permet d'avoir beaucoup d'informations sur les mensurations, la reproduction, le régime alimentaire des Microchiroptères. En outre, elle permet également d'identifier et de décrire avec exactitude les nouvelles espèces après l'analyse des caractères externes, craniaux et dentaires. La couleur du pelage de l'animal constitue un indice complémentaire. Cette capacité de décrire les nouvelles espèces servira à améliorer la richesse spécifique des Chiroptères malgaches. Les individus capturés permettent également d'obtenir des cris de référence de chaque espèce en vue d'une étude de la richesse spécifique d'une localité donnée.

Le détecteur ultrasonique est un appareil électronique qui ne peut pas résister à la pluie. Pourtant, elle permet d'identifier sur le terrain certaines espèces telles que *Myzopoda aurita* ou *Myotis goudotii* et de recenser celles qui sont peu abondantes et qui ont peu de chance d'être capturées à cause de la pluie ou de leur capacité à éviter les

filets. En guise d'illustration, la capture par filet n'a pas permis de recenser *Miniopterus* sp. alors que la détection ultrasonique indique sa présence dans la station forestière d'Ivoloina. La description des écholocations chez les Microchiroptères est d'une importance capitale parce qu'elle permet l'évaluation de leur comportement, de leur habitat préférentiel (Kofoky *et al.*, soumis).

Sachant que la richesse spécifique ainsi que l'abondance des Chiroptères est faible à l'Est de Madagascar par rapport à l'Ouest, il est plus sûr de combiner les méthodes d'inventaire en vue de minimiser les erreurs éventuelles. Toutes ces méthodes d'inventaire permettent d'obtenir des résultats sur la diversité spécifique d'un site donné mais la combinaison de ces méthodes seraient plus efficaces (O'Farrell et Gannon, 1999 ; Flaquier *et al.*, 2007).

CONCLUSION

La présente étude a permis de fournir plus d'informations sur l'histoire naturelle des chauves-souris notamment en matière de biologie de reproduction, de régime alimentaire et d'écologie des populations de chauves-souris de Madagascar, plus particulièrement celles dans la partie Est à basse altitude. Comme il s'agit d'un groupe dont le rythme d'activité est nocturne, une combinaison des méthodes de capture avec celle de la détection ultrasonique a été entreprise afin d'obtenir la liste la plus probable des espèces présentes. L'effort d'échantillonnage par site a été le même. En outre, des sites aléatoires ont été choisis afin d'avoir des données plus représentatives du milieu d'étude.

Au total, neuf taxa ont été recensés dont un Mégahiroptère et huit taxa de Microchiroptères. Parmi ces taxa, six espèces ont été recensées par capture et par observation directe. Cinq taxa ont été inventoriés par la détection ultrasonique et une espèce a été récoltée manuellement auprès de leur gîte aux alentours de la station.

Les informations sur *Myzopoda aurita* ont été améliorées, les femelles sont plus difficiles à capturer que les mâles et l'espèce ne présente pas de dimorphisme sexuel. L'étude de similarité entre les sites montre une forte ressemblance entre la station forestière d'Ivoloina et celle de Tampolo.

La reproduction des Microchiroptères est très variable, comme *Myzopoda aurita* a été l'espèce la plus représentée, les analyses le concernant sont plus appréciables. Sa reproduction peut s'étaler sur au moins cinq mois. Par contre, peu d'informations sont encore disponibles quant à la présence d'un ou deux cycle(s) de reproduction chez *Myzopoda aurita* en un an. Davantage de recherches devraient être entreprises car les autres espèces étaient constituées par peu d'échantillons rendant difficile l'établissement d'une hypothèse sur leur reproduction sauf si des informations antérieures sont disponibles.

Le régime alimentaire des Microchiroptères est également très variable. Parmi les ordres identifiés figurent les Lépidoptères, les Coléoptères, les Blattes, les Hémiptères, les Hyménoptères, les Diptères et les Araignées à proportions variables. Celui de *Myzopoda aurita* est surtout constitué, par ordre de préférence, par les Lépidoptères suivi par les Coléoptères, les Blattes et enfin les Araignées.

La détection ultrasonique des Microchiroptères a permis de reconnaître l'importance des Molossidés. La saison a peu d'influence sur le nombre de cris de

Microchiroptères enregistrés dans la station. Par contre, l'habitat préférentiel serait les milieux ouverts témoignant ainsi une faible densité des autres groupes tels que les Vespertilionidés et les Miniopteridés et une prédominance des Molossidés.

Ainsi, loin d'être complète, ce travail constitue une étape qui permet d'étoffer la connaissance des Chiroptères de Madagascar. Toutefois, davantage de recherche serait bénéfique en vue d'assurer une meilleure conservation du groupe.

Divers sites, surtout dans la partie Est de Madagascar, demeurent non explorés et méritent une attention particulière des chercheurs en vue d'établir une liste plus à jour des espèces de Chiroptères de la partie orientale de Madagascar permettant l'établissement de leur statut de conservation respectif.

RECOMMANDATIONS

La conservation des Microchiroptères n'est pas limitée uniquement à la préservation de leur habitat naturel car toutes les espèces présentes devraient également être soumises à des mesures de conservation.

D'après la présente étude, au moins 9 taxa vivent ou fréquentent pendant un moment de leur vie la station forestière d'Ivoloina. Les Chiroptères devraient faire l'objet d'une étude supplémentaire en vue d'une meilleure connaissance de leur histoire naturelle et ceci afin d'établir les mesures et les priorités de conservations adéquates. La connaissance des Chiroptères de la partie orientale de Madagascar est loin d'être complète. Plusieurs sites d'étude ont été inventoriés mais d'autres comme la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona restent encore mal connue. Ce site, plus étendu, peut abriter plusieurs espèces de Chiroptères.

Myzopoda est une espèce apparentée aux larges feuilles. Pourtant les observations effectuées sur les jeunes plants de *Ravenala* n'ont pas révélé la présence de l'espèce. D'autres techniques comme la radio télémétrie ou «radio tracking» devraient être déployées afin de mettre en évidence cette utilisation des larges feuilles.

Certains groupes de la famille des Molossidés comme *Mops leucostigma* ont une odeur un peu forte due à des sécrétions glandulaires et urinaires facilitant l'investigation des gîtes. Cette odeur persistante incite parfois la population locale à dénigrer les gîtes de cette espèce. Il est utile de trouver une meilleure solution en vue de la conservation de ces espèces, par exemple, par utilisation des gîtes artificiels ou «bat houses».

Sachant que *Pipistrellus raceyi* est une espèce nouvellement décrite, la présente étude peut servir de base sur les études ultérieures concernant son régime alimentaire et autres aspects de leur histoire naturelle.

Pour les Chiroptères de Madagascar en général, il faut établir un catalogue de sonogrammes basé sur les animaux proprement identifiés permettant de reconnaître toutes les espèces de Chiroptères malgaches au sein de leur milieu naturel. Comme la famille des Molossidés est soumise à ce problème, les étapes à entreprendre peuvent consister à l'identification de la colonie monospécifique (sachant que les Molossidés sont des espèces vivant en colonie) et à l'enregistrement de leur écholocation aussi bien à la sortie qu'à proximité de leur gîte. L'utilisation des puces électroniques peut fournir des données complémentaires car cette méthode permet une localisation précise de l'individu, en premier lieu, et un enregistrement de leur ultrason en second lieu.

L'étude du régime alimentaire des Chiroptères mérite encore d'être approfondie. Pour cela, un échantillonnage systématique des insectes présents au sein du milieu d'étude devrait être entrepris car non seulement ceci peut faciliter l'identification des restes de proies dans les fèces mais aussi il permettrait la détermination du pourcentage de la biomasse de chaque groupe d'invertébrés consommés.

D'après les études du régime alimentaire des Chiroptères de la station forestière d'Ivoloina, les Diptères (comme les moustiques) ont été rarement observés. Par contre, Coléoptères et Lépidoptères sont des proies fréquentes de plusieurs espèces.

Pour *Myzopoda aurita*, comme nous le savons, la tradition Betsimisaraka, surtout en dehors de la ville, les toits des maisons d'habitations sont faits de feuilles de *Ravenala* séchées. Des fois, des feuilles encore vertes sont découpées et laissées à terre jusqu'à l'assèchement. Ce qui peut constituer une menace pour *Myzopoda aurita* qui utilise les larges feuilles comme gîte si ces pratiques se développent davantage. Mais, *Ravenala* est une plante commune des zones dégradées, cette plante est caractéristique des zones secondaires. En effet, la destruction de la forêt de basse altitude a probablement beaucoup augmenté le nombre des pieds de *Ravenala* et, ce qui a pu augmenter la population de *Myzopoda*. La découverte des 9 taxa de chauves-souris dans la station forestière d'Ivoloina peut servir d'indicateur sur la capacité de ces espèces d'exploiter aussi bien les zones secondaires que les formations naturelles.

Les chauves-souris insectivores jouent un rôle fondamental dans la régulation de la population entomofaune et le maintien de l'équilibre des écosystèmes (William-Guillén *et al.*, 2008; Kalka *et al.*, 2008). Lee et McCracken (2005) avancent la capacité des Microchiroptères insectivores de contrôler la pullulation des insectes nuisibles. De telles expérimentations devraient être entreprises à Madagascar surtout dans les essais de maîtrise des insectes vecteurs de maladies.

Certains micromammifères comme *Microgale dobsoni*, *M. pusilla*, *M. parvula* (Afrosoricida) demandent la présence de la forêt pour survivre (Ganzhorn *et al.*, 2003). Les Chiroptères, contrairement aux autres Mammifères terrestres ont la capacité d'exploiter divers habitats (Goodman *et al.*, 2008a). La forêt peut fournir certains besoins, mais d'autres structures comme les formations secondaires, les constructions humaines, les espaces ouvertes, les grottes, les caves et les fissures s'avèrent plus importantes. Il est donc important d'inclure les recherches de gîtes potentiels de ces Chiroptères en vue d'une meilleure conservation du groupe.

BIBLIOGRAPHIE

1. Altringham, J. D. 2001. *Bats - biology and behaviour*. Oxford University Press, Oxford. 262 pp.
2. Andriafidison, D., Andrianaivoarivel, R. A., Ramilijaona, O. R., Razanahoera, M. R., MacKinnon, J., Jenkins, R. K. B. et Racey, P. A. 2006. Nectarivory by endemic Malagasy fruit bat during the dry season. *Biotropica*, 38: 85-90.
3. Andrianaivoarivel, A. R., Ranaivoson, N., Racey, P. A. et Jenkins, R. K. B. 2006. The diet of three synanthropic bats (Chiroptera: Molossidae) from eastern Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8: 439-444.
4. Andriantsalama, V. 2001. *Etude d'impacts environnementaux de la mise en place d'infrastructures d'accueil et de formations dans la station forestière d'Ivoloina - Tamatave*. Mémoire de Diplôme d'Etude Supérieure Spécialisée, Université d'Antananarivo–Université Montesquieu. 59 pp.
5. Anthony, E. L. P. 1988. Age determination in bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz, T. H. (Ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 47-58.
6. Barclay, R. M. R. 1988. Marking and observational techniques. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz, T. H. (Ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 59-76.
7. Bates, P. J. J., Ratrimomanarivo, F., Harrison, D. L. et Goodman, S. M. 2006. A review of pipistrelles and serotines (Chiroptera: Vespertilionidae) from Madagascar, including the description of a new species of *Pipistrellus*. *Acta Chiropterologica*, 8: 299-324.
8. Bollen, A. et van Elsacker, E. 2002. Feeding ecology of *Pteropus rufus* (Pteropodidae) in the littoral forest of Sainte Luce, SE Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 4: 33-47.
9. Bollen, A. 2003. *Fruit-frugivore interactions in a Malagasy littoral forest: a community-wide approach of seed dispersal*. Thèse de Doctorat, Faculteit Wetenschappen, Département Biologie, Universiteit Antwerpen, Antwerpen. 179 pp.
10. Borror, D. J. et White, R. E. 1970. *A field guide to insects. America north of Mexico*. Houghton Mifflin, Boston. 404 pp.
11. Borror, D. J., Triplehorn, C. A. et Johnson, N. F. 1989. *An introduction to the study of insects*. 6th edition. Hartcourt Brace College, Orlando. 875 pp.

12. Campbell, R. C. 1989. *Statistics for biologists*. 3rd edition. Cambridge University Press, Cambridge. 446 pp.
13. Carleton, M. D. et Musser, G. G. 2005. Order Rodentia. In: *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference*. Wilson, D. E. et Reeder, D. A. (Eds). 3rd edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 745-1600 pp.
14. Carter, A. M., Goodman, S. M. et Enders, A. C. 2008. Female reproductive tract and placentation in sucker – footed bats (Chiroptera: Myzopodidae) endemic to Madagascar. *Placenta*, 29: 484-491.
15. Cumming, G. S. et Bernard, R. T. F. 1997. Rainfall, food abundance and timing of parturition in African bats. *Oecologia*, 111: 309-317.
16. Cumming, G., Fidler F. et Vaux, D. L. 2007. Error bars in experimental biology. *The Journal of Cell Biology*, 177: 7-11.
17. Dajoz, R. 1974. *Dynamique des populations*. Masson et Compagnie, Paris. 301 pp.
18. Delaware, G. et Aberlenc, H. P. 1989. *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles*. CIRAD, Laboratoire de Faunistique, Département GERDAT, Imprimerie Laballery, Clamecy. 302 pp.
19. DesRoche, K., Fenton, M. B. et Lancaster, W. C. 2007. Echolocation and the thoracic skeletons of bats: a comparative morphological study. *Acta Chiropterologica*, 9: 483-494.
20. Donque, G. 1972. The climatology of Madagascar. In: *Biogeography and ecology of Madagascar*. Battistini, R. et Richard-Vindard, G. (Eds). Junk, The Hague. Pp. 87-144.
21. Donque, G. 1975. *Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar*. Nouvelles imprimerie des Arts graphiques, Tananarive. 478pp.
22. Dorst, J. 1947. Les chauves-souris de la faune malgache. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris 19: 306-313.
23. Dytham, C. 2003. *Choosing and using statistics. A Biologist's Guide*. 2nd edition. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts. 248 pp.
24. Eger, J. L. et Mitchell, L. 1996. Biogeography of the bats of Madagascar. Dans : *Biogéographie de Madagascar*. Lourenço, W. R. (Ed). Editions ORSTOM, Paris. Pp. 321-328.

25. Eger, J. L. et Mitchell, L. 2003. Chiroptera, bats. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1287-1298.
26. Fenton, M. B. 1988. Detecting, recording and analysing vocalisations of bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz, T. H. (Ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 91-104.
27. Fenton, M. B. 2002. Sound wars: How bats and bugs evolve new weapons and defenses. *Bats*, 20: 1-4.
28. Fenton, M. B. et Eger, J. L. 2002. *Chaerephon chapini*. *Mammalian Species*, 692: 1-2.
29. Flaquier, C., Torre, I. et Arrizabalaga, A. 2007. Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *Journal of Mammalogy*, 88: 526-533.
30. Ganzhorn, J. U., Goodman, S. M. et Deghan, A. 2003. Effects of forest fragmentation on small mammals and lemurs. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1228-1234.
31. Goodman, S. M. 1999. Notes on the bats of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela and surrounding areas of southeastern Madagascar. In: A floral and faunal inventory of the Reserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar: with reference to elevational variation. Goodman, S. M. (Ed). *Fieldiana: Zoology*, new series, 94: 251-257.
32. Goodman, S. M. et 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.
33. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. 2005. Updated estimate of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx*, 39: 73-77.
34. Goodman, S. M., Jenkins, R. K. B. et Ratrimomanarivo, F. H. 2005a. A review of the genus *Scotophilus* (Chiroptera: Vespertilionidae) on Madagascar, with description of a new species. *Zoosystema*, 27: 867-882.
35. Goodman, S. M., Andriafidison, D., Andrianaivoarivelo, R., Cardiff, S. G., Ifticène, E., Jenkins, R. K. B., Kofoky, A. F., Mbohoahy, T., Rakotondravony, D., Ranivo, J., Ratrimomanarivo, F., Razafimanahaka, J., Razakarivony, V. et Racey, P. A. 2005b. The distribution and conservation of bats in the dry regions of Madagascar. *Animal Conservation*, 8: 153-165.

36. Goodman, S. M. 2006. Hunting of Microchiroptera in south-western Madagascar. *Oryx*, 40: 225-228.
37. Goodman, S. M., Ratrimomanarivo, F. H. et Randrianandrianina, F. 2006a. A new species of *Scotophilus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from western Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8: 21-37.
38. Goodman, S. M., Cardiff, S. G., Ranivo, J., Russell, A. L., et Yoder, A. D. 2006b. A new species of *Emballonura* (Chiroptera: Emballonuridae) from the dry regions of Madagascar. *American Museum Novitates*, 3538: 1-24.
39. Goodman, S. M., Rakotondraparany, F. et Kofoky, A. F.. 2007a. The description of a new species of *Myzopoda* (Myzopodidae: Chiroptera) from western Madagascar. *Mammalian Biology*, 72: 65–81.
40. Goodman, S. M., Ryan, K. E., Maminirina, C. P., Fahr, J., Christidis, L. et Appleton, B. 2007b. Specific status of populations on Madagascar referred to *Miniopterus fraterculus* (Chiroptera: Vespertilionidae), with description of a new species. *Journal of Mammalogy*, 88: 1216-1229.
41. Goodman, S. M., Bradman, H. M., Maminirina, C. P., Ryan, K. E., Christidis, L. L. et Appleton B. 2008b. A new species of *Miniopterus* (Chiroptera: Miniopteridae) from lowland southeastern Madagascar. *Mammalian Biology*, 73: 199–213.
42. Goodman, S. M., Ganzhorn J. U. et Rakotondravony, D. 2008a. Les Mammifères. Dans : *Paysages naturels et biodiversité de Madagascar*. Goodman, S. M. (Ed). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 435-484.
43. Göpfert, C. et 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.
44. Hayssen, V., van Tienhoven, A. et van Tienhoven, A. 1993. *Asdell's patterns of mammalian reproduction: A compendium of species-specific data*. Cornell University Press, New York. 1023 pp.
45. Hutcheon, J. M. 2003. Frugivory by Malagasy bats. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1205-1207.
46. Hutson, A. M., Mickleburg, S. P. et Racey, P. A. 2001. *Global status survey and conservation action plan - microchiropteran bats*. IUCN/SSC, Chiroptera Specialist Group, Gland and Cambridge. 258 pp.

47. Iambana, R. B. 2005. *Rapport annuel parc Ivoloina 2004*. Madagascar Fauna Group, Toamasina. Rapport non publié. 16 pp.
48. Ifticène, E., Razafimanahaka, J. H. et Goodman, S. M. 2005. Les Chiroptera. Dans : Suivi de la biodiversité de la forêt littorale de Tampolo. Ratsirarson, J. et Goodman, S. M. (Eds). *Recherche pour le développement, Série Sciences Biologiques*, 22: 81-88.
49. IUCN. 2007. *IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland [http://www.iucnredlist.org, visité le 08 août 2008].
50. Jenkins, R. K. B., Kofoky, A. F., Russ, J. M., Andriafidison, D., Siemers, B. M., Randrianandrianina, F., Mbohoahy, T., Rahaingodrahety, V. N. et Racey, P. A. 2007. In: *Biodiversity, ecology and conservation of littoral ecosystems in southeastern Madagascar, Tolagnaro (Fort Dauphin)*. Ganzhorn, J. U., Goodman, S. M. et Vinclette M. (Eds). Smithsonian Institution, Washington, D.C. Pp. 209-222.
51. Jones, G. et Rydell, J. 2003. Attack and defense interaction between echolocating bats and their prey. In: *Bat ecology*. Kunz, T. H. et Fenton, M. B. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 301-345.
52. Jones, G. et Teeling, E. C. 2006. The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 149-156.
53. Jones, G. et Holdereid, M.W. 2007. Bat echolocation calls: adaptation and convergent evolution. *Proceeding of the Royal Society*, 274: 905-912.
54. Juste, J., Ferrández, A., Fa, J. E., Masefield, W. et Ibáez, C. 2007. Taxonomy of little bent-winged bats (*Miniopterus*, Miniopteridae) from the African islands of São Tomé, Grand Comoro and Madagascar, based on mtDNA. *Acta Chiropterologica*, 9: 27-37.
55. Kalko, M. B., Smith, A. R. et Kalko, E. K. V. 2008. Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science*, 320: 71.
56. Kalko, E. K. V. et Schnitzler, H.-U. 1993. Plasticity in echolocation signals of European pipistrelle bats in search flight: implications for habitat use and prey detection. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 33: 415-428.
57. Kalko, E. K. V. 1995. Insect pursuit, prey capture and echolocation in pipistrelle bats (Microchiroptera). *Animal Behaviour*, 50: 861-880.
58. Katz, A. S. et Welch, C. R. 2003. Parc Ivoloina. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1555-1559.

59. Kofoky, A. F, Andriafidison, D., Ratrimomanarivo, F., Razafimanahaka, H. J., Rakotondravony, D. et Racey, P. A. 2007. Habitat use, roost selection and conservation of bats in Tsingy de Bemaraha National Park, Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 16: 1039-1053.
60. Kofoky, A. F., Randrianadrianina, F., Russ, J., Raharinantenaina, I., Cardiff, S. G., Jenkins, R. K. B. et Racey, P. A. Acoustic description of some insectivorous bats (Microchiroptera) from Madagascar. *Acta Chiropterologica*. Soumis.
61. Kremen, C. 2008. La presqu'île de Masoala. Dans : *Paysages naturels et biodiversité de Madagascar*. Goodman, S. M. (Ed). Publications Scientifiques du Muséum, Paris. Pp. 523-536.
62. Kunz, T. H. et Kurta, A. 1988. Capture methods and holding devices. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz, T. H. (Ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 1-28.
63. Lawrence, B. D. et Simmons, J. A. 1982. Echolocation in bats: the external ear and perception of the vertical positions of targets. *Science*, 218: 481-483.
64. Leelapaibul, W., Bumrungsri, S. et Pattanawiboon, A. 2005. Diet of wrinkle-lipped free-tailed bat (*Tadarida plicata* Buchanan, 1800) in central Thailand insectivorous bats potentially act as biological pest control agents. *Acta Chiropterologica*, 7: 111-119.
65. Lee, Y.-F. et McCracken, G. F. 2005. Dietary variation of Brazilian free-tailed bats links to migratory populations of pest insects. *Journal of Mammalogy*, 86: 67-76.
66. Lloyd, S., Hall, L. S. et Bradley, A. J. 1999. Reproductive strategies of a warm temperate vespertilionid, the large-footed myotis, *Myotis moluccarum* (Microchiroptera: Vespertilionidae). Australian Journal of Zoology, 47: 261-274.
67. MacKinnon, J. L., Hawkins, C. E. et Racey, P. A. 2003. Pteropodidae, fruit bats. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1299-1302.
68. Miller-Butterworth, C. M., Murphy, W. J., O'Brien, S. J., Jacobs, D. S., Springer, M. S. et Teeling, E. C. 2007. A family matter: conclusive resolution of the taxonomic position of the long-fingered bats, *Miniopterus*. *Molecular Biology and Evolution*, 24: 1553-1561.
69. Mittermeier, R. A., Langrand, O., Lowry II, P. P., Schatz, G., Gerlach, J., Goodman, S. M., Steininger, M., Hawkins, F., Raminosoa, N., Ramilijaona, O., Andriamaro, L., Randrianasolo, H., Rabarison, H. et Rakotobe, Z. L. 2004.

- Madagascar and the Indian Ocean Islands. In: *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Mittermeier, R. A., Gil, P. R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J., and Da Fonseca, G. A. B. (Eds). Toppan Printing Company, Japan. Pp. 138-144.
70. Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B. et Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
71. Neuweiler, G. 2000. *The biology of bats*. Oxford University Press, Oxford. 310 pp.
72. Nicoll, M. E. et Langrand, O. 1989. *Madagascar : Revue de la conservation et des Aires protégées*. WWF-Gland, Suisse. 374 pp.
73. Novacek, M. J. 1985. Evidence for echolocation in the oldest known bats. *Nature*, 315: 140-141.
74. O'Farell, M. J. et Gannon, W. L. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, 80: 24-30.
75. Peterson, R. L., Eger, J. L. et Mitchell, L. 1995. Chiroptères. Vol. 24. *Faune de Madagascar*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 204 pp.
76. Petterson, L. 2001. Batsound. *Bats*, 19: 10-12.
77. Powell, J. A. 1980. Evolution of larval food preferences in Microlepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 25:133-59.
78. Rabehavitra, D. 2007. Forêt littorale. Dans : Atlas de la vegetation de Madagascar. Moat, J. et Smith, P. (eds). Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 34.
79. Racey, P. A. 1988. Reproductive assessment in bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz, T. H. (Ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 31-45.
80. Raheriarisena, M., Kofoky, A. F., Rakotondraparany, F. et MacKinnon, J. 2002. Rapport du sous-groupe Chiroptères. Dans : *Evaluation et plans de gestion pour la conservation (CAMP) de la faune de Madagascar : Lémuriens, Autres Mammifères, Reptiles et Amphibiens, poissons d'eau douce*. Version finale. Autres Mammifères. Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN). Apple Valley, Minnesota. Pp 11-13.
81. Raheriarisena, M. 2005. Régime alimentaire de *Pteropus rufus* (Chiroptera : Pteropodidae) dans la région sub-aride du sud de Madagascar. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 60: 255-264.

82. Rajemison, B. et Goodman, S. M. 2007. The diet of *Myzopoda schliemannii*, a recently described Malagasy endemic, based on scat analysis. *Acta Chiropterologica*, 9: 311-313.
83. Rajoelison, G. L. 1994. Les sites de démonstrations de l'ESSA-Forêts : La station forestière de Tampolo (Fenoarivo Atsinanana). *Akon'ny ala*, 14: 47-49.
84. Rakotoarimanana, L. B. 2005. *Contribution à l'amélioration de l'écotourisme dans le parc Ivoloina*. Mémoire de Technicien Supérieur Spécialisé, Ecole Supérieure Spécialisée du Vakinankaratra. 58 pp.
85. Rakotoarivelo, A. A., Ranaivoson, N., Ramilijaona, O. R., Kofoky, A. F., Racey, P. A. et Jenkins, R. K. B. 2007. Seasonal food habits of five sympatric forest microchiropterans in western Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 88: 959-966.
86. Rakotomanampison, A. 1967. *Historique des réalisations forestières de la station d'Ivoloina*. Imprimerie privée, Toamasina. 54 pp.
87. Rakotonandrasana, R. E. N. et Goodman, S. M. 2007. Bat inventories of the Madagascar offshore islands of Nosy Be, Nosy Komba and Ile Sainte-Marie. *African Bat Conservation News*, 12: 6-10.
88. Rakotonandrasana, R. E. N. 2008. *Etudes faunistiques et biogéographiques des chauves-souris dans les îles de Nosy Be, de Nosy Komba et de Sainte-Marie*. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. 105 pp.
89. Rakotonirainy, E. O. 2001. *Etude de la bioécologie de la communauté de vertébrés frugivores de la forêt littorale du sud est de Madagascar (Tolagnaro) : Observation sur Ficus spp. (Moraceae) en vue de la conservation et de la réhabilitation de cet écosystème*. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. 64 pp.
90. Ralisata, M. 2005. *Contribution à l'étude du comportement alimentaire de la chauve-souris à nez feuillu : Hipposideros commersoni (Hill et Bull, 1963) (CHIROPTERES ; HIPPOSIDERIDAE) dans le Parc National d'Ankarafantsika*. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. 75 pp.
91. Ramanamanjato, J. B. et Ganzhorn, J. U. 2001. Effects of forest fragmentation, introduced *Rattus rattus* and the role of exotic tree plantation and secondary vegetation for the conservation of an endemic rodent and a small lemur in littoral forests of southeastern Madagascar. *Animal Conservation*, 4: 175-183.

92. Randrianandrianina, F. H. 2006. *Etude comparative de l'activité des Microchiroptères entre les différents types d'habitats du parc national Andasibe-Mantadia*. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. 80 pp.
93. Randrianandrianina, F., Andrefidison, D., Kofoky, A. F., Ramilijaona, O., Ratrimomanarivo, F., Racey, P. A. et Jenkins, R. K. B. 2006. Habitat use and conservation of bats in rainforest and adjacent human modified habitats in eastern Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8: 429-437.
94. Randriatavy, L. D. 2004. *Inventaire des oiseaux dans le parc Ivoholoina*. Madagascar Fauna Group, Toamasina. 24 pp.
95. Ranivo, J. 2007. *Révision taxinomique des espèces de Microchiroptera de la région sèche de Madagascar et leur écomorphologie*. Thèse pour l'obtention d'un diplôme de Doctorat en Sciences de la Vie, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. 143 pp.
96. Ranivo, J. et Goodman, S. M. 2007. Patterns of ecomorphological variation in the bats of western Madagascar: Comparisons among and between communities along a latitudinal gradient. *Mammalian Biology*, 72: 1-13.
97. Rasolohery, A. 2007. Forêt humide dégradée. Dans : Atlas de la végétation de Madagascar. Moat, J. et Smith, P. (eds). Royal Botanic Garden, Kew. Pp. 33.
98. Ratsirarson, J. et Goodman, S. M. 1998. Introduction. Dans : Inventaire biologique de la forêt littorale de Tampolo (Fenoarivo Atsinanana). Ratsirarson, J. et Goodman, S. M. (Eds). *Recherche pour le développement, Série Sciences Biologiques*, 14: 7-17.
99. Ravelomanana, T. 2006. *Essai de réintroduction d'une espèce de CICHLIDAE endémique de Madagascar Paratilapia sp. Fony dans les étangs du parc zoologique d'Ivoholoina*. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. 90 pp.
100. Russ, J. M. 1999. *The bats of Britain and Ireland: Echolocation calls, sound analysis and species identification*. Alana Books, Belfast. 103 pp.
101. Russ, J., Bennett, D., Ross, K. et Kofoky, A. F. 2001. *The bats of Madagascar: a field guide with description of echolocation calls*. Viper Press, Glossop. 96 pp.
102. Russell, A. L., Goodman, S. M., Fiorentino, I. et Yoder, A. D. 2008. Population genetic analysis of *Myzopoda* (Chiroptera: Myzopodidae) in Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 89: 209-221.

103. Sargent, E. L. et Anderson, D. 2003. The Madagascar Fauna Group. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1543-1544.
104. Schatz, G. E. 2001. *Flore Générique des Arbres de Madagascar*. Royal Botanic Gardens, Kew. 503 pp.
105. Schatz, G et Rasolohery, A. 2007. Forêt humide. Dans : Atlas de la végétation de Madagascar. Moat, J. et Smith, P. (eds). Royal Botanic Garden, Kew. Pp. 31.
106. Schliemann, H. et Goodman, S. M. 2003. *Myzopoda aurita*, Old World sucker-footed bats. In: *The natural history of Madagascar*. Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (Eds). The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 1303-1306.
107. Schnitzler, H. U. et Kalko, E. K. V. 1998. Echolocation by insect-eating bats. *BioScicence*, 51: 557-569.
108. Schober, W. et Grimmberger, E. 1991. *Guide des chauves-souris d'Europe : Biologie-Identification-Protection*. Perret D. (Ed). Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 223 pp.
109. Shiel, C., McAney, C., Sullivan, C. et Fairley, J. 1997. *Identification of arthropod fragments in bat droppings*. The Mammal Society, London. 56 pp.
110. Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. In: *Mammal species of the world: A taxonomic and geographical reference*, 3rd edition. Wilson, D. E. et Reeder, D. M. (Eds). John Hopkins University Press, Baltimore. Pp. 312-529.
111. Smith, P. 2007. Formation herbeuse boisée – formation buissonnante. Dans : Atlas de la vegetation de Madagascar. Moat, J. et Smith, P. (eds). Royal Botanic garden, Kew. Pp. 35.
112. Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Halsted Press Book, London. 524 pp.
113. Spallanzani. 1794. Lettre sur volo dei pipistrelli acciecati. In Giornale de ‘litterati tomo XCIII.
114. Springer, M. S., Teeling, E. C., Madsen, O., Stanhope, M. J. et de Jong, W. W. 2001. Integrated fossil and molecular data reconstruct bat echolocation. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 98: 6241-6246.
115. SYSTAT. 1996. SYSTAT version 6.0.1. SPSS Inc.
116. Taylor, P. J. 2000. *The bats of southern Africa*. University of Natal Press, Pietermaritzburg. 206 pp.

117. Vinclette, M., Dumouchel, J., Giroux, J. et Heriarivo, R. 2007. The Tolagnaro (Fort Dauphin) region: A brief overview of the geology, hydrology, and climatology. In: *Biodiversity, ecology and conservation of the littoral ecosystems in southeastern Madagascar, Tolagnaro (Fort Dauphin)*. Ganzhorn, J. U., Goodman, S. M. et Vinclette, M. (Eds). Smithsonian Institution, Washington, D.C. Pp. 9-17.
118. Vonhof, M. J. et Fenton, M. B. 2004. Roost availability and population size of *Thyroptera tricolor*, a leaf-roosting bat, in north-eastern Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 291-305.
119. Whitaker, J. O. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz, T. H. (Ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 171-189.
120. William-Guillén, K., Perfecto, I., Vandermeer, J. 2008. Bats limit insect in a Neotropical agroforestry system. *Science*, 320: 70.
121. Wimsatt, W. A. et Enders, A. C. 1980. Structure and morphogenesis of the uterus, placenta, and paraplacental organs of the Neotropical disc-winged bat *Thyroptera tricolor spix* (Microchiroptera: Thyropteridae). *American Journal of Anatomy*, 159: 209-243.

ANNEXES

Annexe 1. Description et coordonnées géographiques des sites aléatoires

Date	Longitude	Latitude	Habitats	Espèces capturées
06/01/2008	49°21,857'	18°03,402'	près de l'entrée du parc, formation de <i>Gluta turtur</i>	
08/01/2008	49°21,500'	18°03,451'	rive du lac Fulgence près de la buvette	
13/01/2008	49°21,784'	18°03,623'	station modèle agricole	
30/01/2008	49°21,681'	18°03,594'	près du site de camping	<i>Myotis goudotii</i>
13/05/2008	49°21,635'	18°03,406'	gîte «Peace Corps» (habitation)	<i>Chaerephon pumilus</i>
13/05/2008	49°21,635'	18°03,406'	gîte «Peace Corps» (habitation)	<i>Chaerephon pumilus</i>
13/05/2008	49°21,635'	18°03,406'	gîte «Peace Corps» (habitation)	<i>Hipposideros commersoni</i>
08/05/2008	49°21,522'	18°03,374'	capture, forêt naturelle perturbée	<i>Myotis goudotii</i>
15/05/2008	49°21,451'	18°03,559'	pont traversant le lac Fulgence	
15/05/2008	49°21,431'	18°03,574'	interface entre plantation d'arbres exotiques et lac Fulgence	<i>Myzopoda aurita</i>
24/05/2008	49°21,554'	18°03,376'	ecotone forestier près du petit pont/ limite du parc	

Annexe 2. Exemple de fiche de capture

LOCALITY												
Madagascar: Province de Toamasina, station forestière d'Ivoloina, lake near to gîte Mahatsinjo, 18°03.419'S, 49°21.660'E, 15 m												
FIELD NO.		COLLECTOR							DATE			
RB11		B. Ramasindrazana + Dadah							5 décembre 2007			
SPECIES								PREPARATION			SEX	AGE
<i>Myzopoda aurita</i>								Pickle + Skull			♀	
TL		TV	HF	EAR	FA	WT	COLLECTION METHOD					
113		48	6	34	49	8.9	12 m mistnet					
♂	TESTES POSITION			SIZE			EPIDIDYMIS			ACCESSORY GLANDS		
	Abd.	Scrot.	L	W	mm	Con.	Not.Con					
♀	MAMMAE NO.			CONDITION			VAGINA			REPRO. STAGE.		
	Ax.	Ab.	Ing.	Sm.	Lg.	Lact	Perf.	Imp.		Nul.	Prim.	Multi.
PUBIC SYMPHYSIS				EMBRYOS					PLACENTAL SCARS			
				L-	R	C-R	none	mm	Lx0	Rx1		
HABITAT												
In open disturbed habitat at edge of lake, dominated by introduced plants and <i>Ravenala</i>												
REMARKS												
Scats, no ectos												
						TISSUES			CAT. NO.			
						X 2						

Annexe 3. Faune de la station forestière d'Ivoloina

Annexe 3-1- Liste des Poissons rencontrés dans la station forestière d'Ivoloina (Ravelomanana, 2006)

Familles	Genres	Espèces
Anguillidae	<i>Anguilla</i>	sp.
Bedotiidae	<i>Bedotia</i>	<i>madagascariensis</i>
Channidae	<i>Ophicephalus</i>	<i>striatus</i>
Cichlidae	<i>Oreochromis</i>	<i>macrochir</i>
	<i>Paratilapia</i>	sp. fony
	<i>Tilapia</i>	<i>rendalli</i>
Poecilidae	<i>Gambusia</i>	<i>holbrooki</i>

Annexe 3-2- Liste des amphibiens dans la station forestière d'Ivoloina (Iambana, 2005)

Familles	Genres	Espèces
Hyperoliidae	<i>Heterixalus</i>	<i>madagascariensis</i>
		<i>cf. tricolor</i>
		sp. 1 (cf. <i>punctatus</i>)
		sp. 2 (cf. <i>andrakata</i>)
		sp. 3
Microhylidae	<i>Anodonthyla</i>	<i>boulengeri</i>
	<i>Plethodontohyla</i>	<i>notostica</i>
		<i>cf. notostica</i>
Mantellidae	<i>Aglyptodactylus</i>	<i>madagascariensis</i>
	<i>Boophis</i>	<i>cf. opisthodon</i>
		<i>tephraeomystax</i>
	<i>Gephyromantis</i>	<i>boulengeri</i>
	<i>Blommersia</i>	<i>cf. blommersae</i>
	<i>Mantidactylus</i>	<i>curtus</i>
		<i>ulcerosus</i>
	<i>Guibemantis</i>	<i>depressiceps</i>
Ptychadenidae	<i>Ptychadena</i>	<i>mascareniensis</i>

Annexe 3-3- Liste des reptiles dans la station forestière d'Ivoloina (Iambana, 2005)

Familles	Genres	Espèces
Boidae	<i>Sanzinia</i>	<i>madagascariensis</i>
Chameleonidae	<i>Calumma</i>	<i>nasuta</i>
	<i>Furcifer</i>	<i>pardalis</i>
Colubridae	<i>Dromicodryas</i>	<i>cf. bernieri</i>
	<i>Ithycyphus</i>	<i>goudoti</i>
	<i>Lioheterodon</i>	<i>madagascariensis</i>
	<i>Bibilava</i>	<i>lateralis</i>
	<i>Madagascarophus</i>	<i>colubrinus</i>
Gekkonidae	<i>Ebenavia</i>	<i>inunguis</i>
	<i>Geckolepis</i>	sp.
	<i>Gehyra</i>	<i>mutilata</i>
	<i>Hemidactylus</i>	sp.
	<i>Phelsuma</i>	<i>lineata</i>
		<i>madagascariensis</i>
		<i>quadriocellata parva</i>
Gerrhosauridae	<i>Zonosaurus</i>	<i>madagascariensis</i>
Scincidae	<i>Trachylepis</i>	<i>gravenhorstii</i>

Annexe 3-4- Liste des oiseaux dans la station forestière d'Ivoloina (Randriatavy, 2004)

Familles	Genres	Espèces
Accipitridae	<i>Accipiter</i>	<i>madagascariensis</i>
	<i>Buteo</i>	<i>brachypterus</i>
Alcenidae	<i>Ispidina</i>	<i>madagascariensis</i>
	<i>Corythornis</i>	<i>vintsoides</i>
Anatidae	<i>Dendrocygna</i>	<i>viduata</i>
Apodidae	<i>Zoonavena</i>	<i>grandidieri</i>
Ardeidae	<i>Butorides</i>	<i>striatus</i>
Estrildidae	<i>Lonchura</i>	<i>nana</i>
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus</i>	<i>madagascariensis</i>

Columbidae	<i>Streptopelia</i>	<i>picturata</i>
	<i>Treron</i>	<i>australis</i>
Corvidae	<i>Acridotheres</i>	<i>tristis</i>
	<i>Corvus</i>	<i>albus</i>
Cuculidae	<i>Cuculus</i>	<i>rochii</i>
	<i>Centropus</i>	<i>toulou</i>
Dicruridae	<i>Dicrurus</i>	<i>forficatus</i>
Falconidae	<i>Falco</i>	<i>newtoni</i>
Meropidae	<i>Merops</i>	<i>superciliosus</i>
Monarchidae	<i>Terpsiphone</i>	<i>mutata</i>
Nectariniidae	<i>Nectarinia</i>	<i>notata</i>
	<i>Nectarinia</i>	<i>souimanga</i>
Phasianidae	<i>Margaroperdix</i>	<i>madagascariensis</i>
	<i>Numida</i>	<i>meleagris</i>
Ploceidae	<i>Ploceus</i>	<i>nelicourvi</i>
	<i>Foudia</i>	<i>madagascariensis</i>
Psittacidae	<i>Agapornis</i>	<i>cana</i>
Pyconotidae	<i>Hypsipetes</i>	<i>madagascariensis</i>
Rallidae	<i>Dryolimnas</i>	<i>cuvieri</i>
	<i>Sarothrura</i>	<i>insularis</i>
Strigidae	<i>Asio</i>	<i>capensis</i>
	<i>Otus</i>	<i>rutilus</i>
Sylviidae	<i>Nesillas</i>	<i>typica</i>
Turdidae	<i>Copsychus</i>	<i>albospecularis</i>
Turnicidae	<i>Turnix</i>	<i>nigricollis</i>
Tytonidae	<i>Tyto</i>	<i>alba</i>
Vangidae	<i>Vanga</i>	<i>curvirostris</i>
	<i>Leptopterus</i>	<i>chabert</i>
Zosteropidae	<i>Zosterops</i>	<i>maderaspatana</i>

Annexe 3-5- Liste des lémuriens dans la station forestière d'Ivoloina (Iambana, 2005)

Familles	Taxon
Lemuridae	<i>Varecia variegata variegata</i> *
	<i>Eulemur macaco flavifrons</i>
	<i>Eulemur coronatus</i> *
	<i>Eulemur rubriventer</i> *
	<i>Eulemur fulvus albifrons</i> *
	<i>Hapalemur simus</i>
	<i>Hapalemur griseus griseus</i> *
Daubentonidae	<i>Daubentonina madagascariensis</i>
Cheirogaleidae	<i>Microcebus rufus</i> *

* : espèces vivant en liberté ou en semi-liberté contrôlée au sein de la station forestière d'Ivoloina

Annexe 4. Liste, classification, endémicité et statut IUCN (2007) des Chiroptères de Madagascar

Famille	Espèce	Endémique	IUCN
Pteropodidae	<i>Pteropus rufus</i>	+	VU A2b+3d
	<i>Eidolon dupreanum</i>	+	LR/lc
	<i>Rousettus madagascariensis</i>	+	LR/nt
Hipposideridae	<i>Hipposideros commersoni</i>	+	LR/lc
	<i>Triaenops auritus</i>	+	DD
	<i>Triaenops furculus</i>	+	VU A2c
	<i>Triaenops rufus</i>	+	DD
Emballonuridae	<i>Coleura afra</i>	-	-
	<i>Emballonura atrata</i>	+	VU A2c
	<i>Emballonura tiavato</i>	+	-
	<i>Taphozous mauritianus</i>	-	LR/lc
Myzopodidae	<i>Myzopoda aurita</i>	+	VU A2c
	<i>Myzopoda schliemanni</i>	+	-
Molossidae	<i>Chaerephon leucogaster</i>	+	DD
	<i>Chaerephon jobimena</i>	+	-
	<i>Chaerephon pumilus</i>	-	LR/lc
	<i>Mops leucostigma</i>	+	DD
	<i>Mops midas</i>	-	LR/lc
	<i>Mormopterus jugularis</i>	+	VU A2c
	<i>Otomops madagascariensis</i>	+	LR/nt

	<i>Tadarida fulminans</i>	-	LR/lc
Nycteridae	<i>Nycteris madagascariensis</i>	+	DD
Miniopteridae	<i>Miniopterus sororculus</i> *	-	
	<i>Miniopterus majori</i>	+	DD
	<i>Miniopterus manavi</i>	+	DD
	<i>Miniopterus gleni</i>	+	LR/nt
	<i>Miniopterus petersoni</i>	+	
Vespertilionidae	<i>Myotis goudotii</i>	+	LR/nt
	<i>Neoromicia malagasyensis</i>	+	-
	<i>Neoromicia matroka</i>	+	-
	<i>Neoromicia melckorum</i>	-	-
	<i>Hypsugo anchietae</i>	-	-
	<i>Pipistrellus hesperidus</i>	-	-
	<i>Pipistrellus raceyi</i>	+	-
	<i>Scotophilus borbonicus</i>	-	CR A1c
	<i>Scotophilus marovaza</i>	+	-
	<i>Scotophilus robustus</i>	+	LR/nt
	<i>Scotophilus tandrefana</i>	+	-

Sources : Bates *et al.* (2006); Peterson *et al.* (1995); Eger et Mitchell (2003); Goodman et Cardiff (2004); Goodman *et al.* (2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2008b); Simmons (2005)

*anciennement connue sous *Miniopterus fraterculus*

Annexe 5. Catégories de la Liste Rouge («Redlist») de l'IUCN^(1,2)

ETEINT (EX) : Un taxon est éteint quand il n'y a aucun doute que le dernier individu de l'espèce est mort.

ETEINT DANS LA NATURE (EW) : Un taxon est éteint dans la nature quand il existe seulement en culture ou en captivité.

GRAVEMENT MENACE (CR) : Un taxon est gravement menacé quand il est soumis à un haut risque d'extinction dans la nature se manifestant soit par une forte réduction de la population soit par une baisse de la zone d'occurrence à moins de 100 km²

CR A1c : On a une observation ou estimation de la réduction d'au moins 80 % de la population pendant les dix dernières années ou les trois dernières générations à cause de la diminution de la zone de distribution naturelle du taxon et/ou la diminution de la quantité de l'habitat.

Menacé (EN) : Un taxon est menacé quand il n'est pas gravement menacé mais soumis à un très haut risqué d'extinction dans la nature à court terme.

Vulnérable (VU) : Un taxon est vulnérable quand il n'est ni gravement menacé ni menacé mais qui est soumis à un haut risqué d'extinction à moyen terme.

VU A2c : Au moins 20 % de la population peuvent disparaître dans les dix prochaines années ou les trois prochaines générations basées sur la diminution de la zone de distributions et/ou de la qualité de l'habitat.

VU B2b+3d : La zone de distribution ou aire occupée estimée est inférieure à 20.000 km² et estimations indiquant :

- Un déclin continu déduit, observé ou projeté dans les zones occupées ;
- Une importante fluctuation dans le nombre de gîtes ou de sous-populations.

MOINDRE RISQUE (LR) : Un taxon est à préoccupation mineure quand il ne satisfait aucune des catégories sus-citées (gravement menacé, menacé, ou vulnérable). Les taxons appartenant à ce groupe peuvent être subdivisés en trois (3) catégories :

1. **«Conservation Dependent» (cd)** : Taxa soumis à des mesures de conservation continue au sein de leur habitat naturel.
2. **«Near Threatened» (nt)** : Taxa qui sont près d'être qualifiés parmi les taxa vulnérables.

(1) Source : http://www.iucnredlist.org/info/categories_criteria1994#categories visité le 18 août 2008

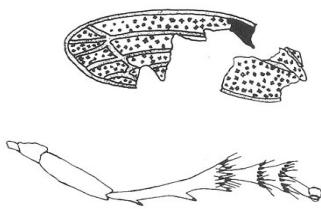
(2) Hutson *et al.* (2001)

3. «**Least Concern**» (lc) : Taxa qui ne demandent pas encore des mesures particulières de conservation.

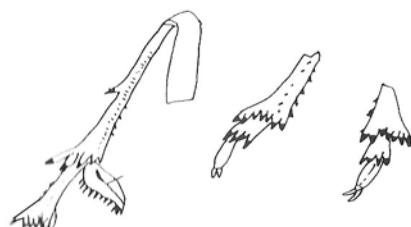
DONNEES INSUFFISANTES (DD) : Un taxon est classé à données insuffisantes quand les informations disponibles ne permettent pas d'évaluer directement ou indirectement son risque d'extinction basé sur sa distribution et/ou l'effectif de la population. Un taxon appartenant à ce groupe pourrait être bien étudié, et sa biologie bien connue mais les informations sur leur abondance et leur distribution sont encore limitées.

Annexe 6. Quelques clés d'identification des fragments contenus dans les fèces des Microchiroptères^(*)

HEMIPTERA

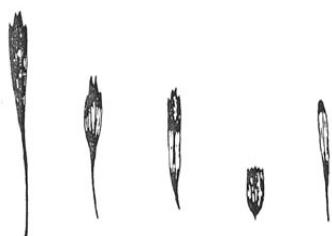


Hemelytra et patte de
Cercopidae



Fragments de pattes de
Delphacidae

LEPIDOPTERA

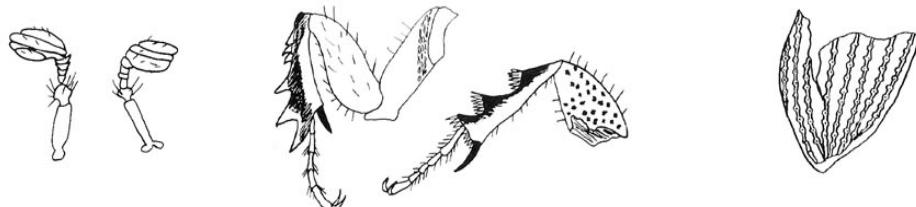


Ecailles

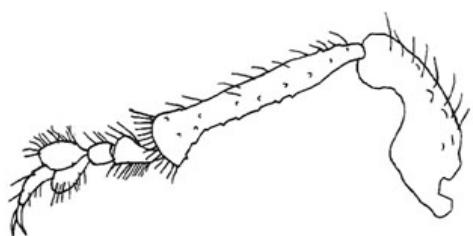


Pattes

COLEOPTERA



Antennes, pattes et portion d'élytres de Scarabeidae



Patte de Chrysomelidae

^(*) Source : Shiel *et al.* (1997).

Annexe 7. Photos de quelques espèces de chauves-souris (clichés de Ramasindrazana, 2008)



Pipistrellus raceyi



Myotis goudotii



Chaerephon pumilus



Hipposideros commersoni



Myzopoda aurita

Nom	: RAMASINDRAZANA
Prénom	: Beza
Titre du Mémoire	APERÇU DE LA BIOLOGIE DE REPRODUCTION, DU REGIME ALIMENTAIRE ET DE L'ECOLOGIE DES POPULATIONS DE CHAUVES-SOURIS (MICROCHIROPTERA) DANS LA STATION FORESTIERE D'IVOLOINA, REGION ATSINANANA
Pagination	: 104
Tableaux	: 24
Figures	: 24

RESUME

Cette étude a été entreprise, au sein de la station forestière d'Ivoloina et environs du mois d'avril 2007 au mois de mai 2008 dans le but de combler les informations sur la biologie de reproduction, le régime alimentaire et l'écologie des populations des Microchiroptères de Madagascar. Les méthodes de capture : piège harpe et filets japonais ont été combinées avec celle de la détection ultrasonique. En plus des sites aléatoires, 3 habitats différents, à savoir : un lac ouvert, un bloc de forêt quasi-naturelle et une zone ouverte dominée par une surface rizicole encadrée par une plantation d'arbres exotiques ont été choisis. Au moins neuf taxa ont été recensés. Cinq espèces de Microchiroptères (*Myzopoda aurita*, *Myotis goudotii*, *Pipistrellus raceyi*, *Hipposideros commersoni* et *Chaerephon pumilus*) ont été capturées ; cinq taxa de Microchiroptères : *Myzopoda aurita*, *Miniopterus* sp., *Myotis goudotii*, *Pipistrellus/Eptesicus* sp. et Molossidés ont été détectés ; *Mops leucostigma* a été collecté manuellement au sein de son gîte. *Pteropus rufus* (Mégachiroptères) a été observé. Comme le nombre d'individus de chaque espèce est faible, les informations sur la reproduction des Microchiroptères de la station sont limitées sauf pour *Myzopoda aurita*. Pour cette espèce, la durée de la reproduction s'étale sur au moins cinq mois pour les mâles. Les Microchiroptères capturés se nourrissent d'arthropodes, particulièrement des Lépidoptères, Coléoptères, Dictyoptères (Blattodea), Hémiptères, Hyménoptères, Diptères et Araignées. *Myzopoda aurita* consomme surtout les Lépidoptères, Coléoptères, Dictyoptères (Blattodea) et Araignées. La méthode ultrasonique a permis de montrer qu'il n'y a pas de variation entre le nombre de cris des Microchiroptères enregistrés en fonction de la saison. Ce nombre varie selon les trois habitats, les zones ouvertes étant plus visitées par les Microchiroptères de la station étant donné l'abondance de cris de Molossidés détectés. La combinaison des deux méthodes donne une meilleure estimation de la richesse spécifique d'une localité donnée surtout dans la partie Est malgache dotée d'une pluviométrie élevée rendant faible le taux de capture.

Mots clés : Microchiroptères, inventaire, détection ultrasonique, reproduction, régime alimentaire, station forestière d'Ivoloina, Région Atsinanana, Madagascar.

Rapporteur	: Professeur RAMILJAONA RAVOAHANGIMALALA Olga
Adresse de l'auteur	: BP 6208 Fiadanana - Antananarivo 101
E-mail	: ramasindrazana@yahoo.fr