

Inventaire de chauves-souris dans la concession forestière de Kirindy CNFEREF, Morondava, Madagascar

Claude Fabienne Rakotondramana^{1,2} & Steven M. Goodman^{2,3}

¹Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar

E-mail : fabiclaude@yahoo.fr

²Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar

³Field Museum of Natural History, 1400 South Lake Shore Drive, Chicago, IL, 60605, USA

E-mail : sgoodman@fieldmuseum.org, sgoodman@vahatra.mg

Résumé

Une étude d'inventaire a été menée à Kirindy CNFEREF et ses alentours entre les mois de septembre et décembre 2010 afin de collecter plus d'informations sur la faune de chauves-souris de la région du Menabe central. Cette étude a permis, non seulement, de mieux apprécier l'importance de la faune chiroptérologique de cette région mais aussi de rassembler plus d'informations sur quelques aspects de leurs histoires naturelles. En combinant les résultats de cet inventaire avec ceux des différentes études antérieures et en tenant compte de l'évolution de la taxinomie des chauves-souris de Madagascar, un total de 14 espèces est connu à Kirindy CNFEREF et ses alentours dont 12 recensées lors de cette étude. Trois espèces (*Scotophilus marovaza*, *Neoromicia* cf. *malagasyensis* et *Chaerephon leucogaster*) ont été ajoutées à la liste des espèces confirmées à Kirindy CNFEREF. Les inventaires effectués sur deux périodes différentes ont mis en évidence une variation saisonnière de la présence, du taux de capture (particulièrement pour *Myotis goudoti* et *Hipposideros commersoni*) et de l'état de reproduction des chauves-souris de la région. Chez la plupart des espèces locales, la période de mise bas se situe entre la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies (novembre-décembre).

Mots clés : Inventaire, chauves-souris, variation saisonnière, reproduction, Kirindy CNFEREF

Detailed abstract

An inventory of the bats occurring in the Kirindy Forest concession, also called the Centre National

de Formation, d'Etudes et de Recherches en Environnement et Foresterie (CNFEREF) and neighboring zones, was conducted in late 2010. This concession was previously known as the Centre de Formation Professionnelle Forestière (CFPF) de Morondava and is often referred to as the Kirindy (CFPF) Forest. The natural vegetation of the site is dry deciduous forest. The principal method used to inventory bats was with mist nets placed at different sites in the Kirindy River valley and specifically traversing water pools. The zone was visited during two different periods: 5 September to 9 October 2010 during the end of the dry season and 14 November to 17 December 2010 during the start of the rainy season. In total four sites were systematically inventoried and a number of additional sites, including day roosts, were surveyed to obtain further information on the locally occurring species and aspects of their ecology.

The data resulting from this field inventory provide insights into the local bat fauna, as well as information on the natural history of certain insectivorous species. Using previously published information and available specimen material, as well as taking into account the different recent systematic revisions of Malagasy bats, 14 species of bats are known to occur in the Kirindy CNFEREF forest and neighboring areas. Three species (*Scotophilus marovaza*, *Neoromicia* cf. *malagasyensis*, and *Chaerephon leucogaster*) were previously not documented at the site; the specific identification of the animal referred to herein as *N.* cf. *malagasyensis* needs confirmation and may represent a new species for Madagascar.

On the basis of data obtained during two different 2010 field visits to the site, the small insect-eating bats of the Kirindy CNFEREF forest and the immediate surroundings show seasonal variation in their local density and presence, particularly *Myotis goudoti* and *Hipposideros commersoni*. For the majority of species, females give birth between the end of the dry season and the start of the rainy season (November-December). Comparing data from the two visits, reproductive activity in females shows some clear trends, particularly amongst small Vespertilionidae. A large percentage of female *Pipistrellus raceyi*, *P. hesperidus*, *Neoromicia* cf. *malagasyensis*, and *Hypsugo anchietae*, as well as released individuals under the collective term "non-identified vespertilionid",

were pregnant in September-October and lactating in November-December. This coincides with the onset of the first seasonal rains and when insect availability increases considerably in the dry deciduous forests.

Although the capture effort was constant, there were notable differences in the number of individuals netted and to some extent differences in the species represented between the two 2010 visits. For the “non-identified vespertilionids” capture rates between the start of the first site visit to the end of the second visit were largely constant; only a single marked and released animal was recaptured. In contrast, during the first visit, a single *Hipposideros commersoni* was netted and about mid-way through the second visit, a second *Hipposideros* was captured and rates for this species increased considerably thereafter to the end of the study. For *Pipistrellus raceyi*, *P. hesperidus*, *Neoromicia* cf. *malagasyensis*, and *Hypsugo anchietae*, the number of individuals captured was notably less during the first visit, as compared to the second. The situation with *Myotis goudoti* was the inverse, with 33 individuals being netted during the first visit and only a single individual during the second. Based on these data, certain species show seasonal differences in their presence and density in the Kirindy CNFEREF forest.

The hypothesis has been previously presented that in portions of western Madagascar with sedimentary rock (limestone and sandstone), which possess numerous caves, crevices, and other sites for bat day roost sites, bat species richness is greater than forested sites without such outcrops and where roost sites are restricted to foliage and crevices in standing trees. With the new measures of species richness from Kirindy CNFEREF this hypothesis was tested. The nearby limestone sites of Bemaraha and Namoroka, which contain numerous caves, possess 16 and 17 species of bats, respectively, as compared to Kirindy CNFEREF and Kirindy Mitea, both resting on sand deposits, with 13 and 12 species, respectively. Hence, we confirm that species richness is higher in western Madagascar in zones with exposed sedimentary rock.

Key words: Inventory, bats, seasonal variation, reproduction, Kirindy CNFEREF

Introduction

Les informations disponibles sur les espèces de chauves-souris du Moyen Ouest de Madagascar, particulièrement dans les zones de forêt sèche caducifoliée, sont encore incomplètes malgré les

efforts déployés afin de mieux connaître les chauves-souris de Madagascar. De plus, plusieurs études intensives sur une grande variété de vertébrés terrestres ont été réalisées dans la concession forestière de Kirindy CNFEREF (Centre National de Formation, d'Etudes et de Recherches en Environnement et Foresterie, auparavant connu comme CFPF, Centre de Formation Professionnelle Forestière de Morondava) (Sorg *et al.*, 2008), mais peu de données issues d'inventaire approfondi (standardisé et détaillé) sur les espèces des chauves-souris existent. Cet article présente les résultats de suivis des chauves-souris entrepris à Kirindy CNFEREF, avance quelques informations sur leur histoire naturelle et établit une liste à jour des espèces.

Aperçu des études sur les chauves-souris de la région du Menabe central

En se basant sur des collections de musées, Peterson *et al.* (1995) ont fourni des informations sur la faune chiroptérologique de la région de Morondava. Ces données ont été par la suite rassemblées et complétées par Eger & Mitchell (2003) afin d'établir la liste des espèces de chauves-souris de Kirindy CFPF, aujourd'hui CNFEREF.

Au cours de ces dernières décennies, des inventaires ponctuels de chauves-souris ont été menés dans cette concession forestière. Le plus détaillé a été réalisé par Rasolozaka (1994), associé à une étude de comparaison écomorphologique des espèces de chauves-souris locales. Il a recensé six espèces avec des spécimens s'y référant en utilisant une taxonomie dépassée. Malheureusement, la plupart des échantillons obtenus n'ont pas été correctement préservés pour permettre une vérification de leur détermination spécifique. Par exemple, les spécimens qui ont été référés à *Mops condylura* sont probablement des *M. leucostigma* et *Chaerephon chapini* est dénommé *C. leucogaster*.

Au cours de la même période, Göpfert *et al.* (1995) ont visité le site et réalisèrent des collections de chauves-souris. Selon ces auteurs, trois différentes formes de *Pipistrellus* y ont été identifiées : celle de *P. africanus*, qui est souvent considérée sous un synonyme de *P. nanus* (= *Neoromicia nanus*), une autre a été assignée au « *Pipistrellus*-group » et la troisième a été incluse dans « *P. kuhlii*-group ».

En se basant sur les collections antérieures, Bates *et al.* (2006) réexaminèrent les différentes formes de petits Vespertilionidae provenant de Madagascar dont ceux de la région du Menabe central et identifièrent

trois autres taxa africains, auparavant non connus de l'île (*P. hesperidus* [= *P. kuhlii*], *Neoromicia melckorum* [= *N. capensis*, Kearney, 2005] et *Hypsugo anchietae*). Ainsi, ces auteurs décrivent une espèce nouvelle à la science (*P. raceyi*) dont des paratypes ont été collectés dans la concession forestière de Kirindy.

Récemment, des études sur les chauves-souris frugivores de la région du Menabe ont également mis en évidence la pollinisation de certains grands arbres par des Pteropodidae dans les villages de Beroboka et de Marofandilia (Andriafidison *et al.*, 2006). La région héberge deux membres de cette famille, *Pteropus rufus* qui contribue à la pollinisation des kapokiers (*Ceiba pentandra*, Malvaceae) et *Eidolon dupreanum* qui participe autant à la pollinisation des kapokiers que des baobabs (*Adansonia grandidieri*, Malvaceae).

Matériels et méthodes

Période d'étude

Deux saisons s'alternent dans la région du Menabe, une saison sèche très prononcée pouvant durer jusqu'à huit mois d'avril ou mai à octobre ou novembre et une saison de pluies débutant vers novembre et s'achevant en mars (Sorg *et al.*, 2008). Les échantillonnages ont alors été entrepris du mois de septembre 2010 au mois de décembre 2010, répartis en deux sessions de travaux sur le terrain. La première mission effectuée du 5 septembre au 9 octobre 2010 correspondait à la fin de la saison sèche et la deuxième mission réalisée du 14 novembre au 17 décembre 2010, concordait avec le début de la saison des pluies.

Sites d'étude standards et disposition des filets

Quatre points d'eau le long de la rivière Kirindy (saisonnière) ont constitué les « sites standards » pour les inventaires standardisés et détaillés au sein de la concession forestière de Kirindy CNFEREF. Deux de ces sites se trouvent à l'intérieur de la parcelle « CS7 » et les deux autres à quelques centaines de mètres de celle-ci (Figure 1). La quantité de l'eau au niveau de chaque site a été notablement variable entre la fin de la saison sèche et le début de la saison de pluies. Les captures répétées à l'aide des filets japonais de 12 et de 6 m ont été réalisées au bord de ces quatre points d'eau. Les efforts de capture ont été mesurés en unité MFH par nuit, en multipliant la longueur des filets en mètre (M), le nombre des filets (F) et la durée des heures de captures (H).

Le **site 1** (S1) se trouve en amont des trois autres sites et se situe à environ 100 m du second point d'eau (S2). Les deux rives sont distantes d'environ 7 m et les bords ainsi que le lit sont rocaillieux. Au cours de la première session, les dimensions du point d'eau sont passées de 7,3 x 5,3 m à 3,8 x 2,4 m. Durant la deuxième session, la rivière était totalement asséchée au début de l'échantillonnage et s'est remplie petit à petit pour former un point d'eau de 12,8 x 6,2 m. Un filet de 12 m a été placé le long de la longueur maximale au bord de l'eau, du côté de la rive Sud-sud-est et recoupant l'extrémité d'un filet de 6 m placé à l'extrême bord en amont du point d'eau. Les deux filets ont ainsi formé une configuration en « L » et leur point d'intersection se situe à 20°4'43,968"S, 44°40'43,104"E.

Le **site 2** (S2) est assez similaire au premier (S1) et se trouve à environ 400 m suivant une direction Est-sud-est du troisième point d'eau (S3). La distance entre les deux rives est d'environ 7 m. Au cours de la première session, le point d'eau est passé de 12,1 x 5,0 m à 8,3 x 3,4 m tandis qu'au début de la deuxième session, la rivière était totalement asséchée et le point d'eau s'est petit à petit formé pour atteindre 14,5 x 5,6 m à la fin de la visite. Le filet de 12 m a été placé le long de la longueur maximale du point d'eau sur la rive Sud-sud-est et recoupait l'extrémité du filet de 6 m placé en amont. Les deux filets ont formé une configuration en « L » et leur point d'intersection est 20°4'41,664"S, 44°40'40,152"E.

Le **site 3** (S3) est situé à environ 500 m du quatrième point d'eau (S4) et les rives y sont distantes d'environ 15 à 20 m. Les bords de la rivière laissent apparaître des racines creuses de grands arbres et le lit de la rivière saisonnière présente quelques parties rocaillieuses. Au cours de la première session, le point d'eau est passé de 17,2 x 9,7 m à 16,8 x 8,8 m tandis qu'au début de la deuxième session, il a été de 11,4 x 6,5 m pour se remplir jusqu'à 18,2 x 15,6 m à la fin de la visite. Un filet de 12 m a été placé sur la rive Sud et recoupant l'extrémité du filet de 6 m placé en aval. Les deux filets ont formé une configuration en « L » et leur point d'intersection est 20°4'35,112"S, 44°49'49,379"E.

Le **site 4** (S4) est situé à environ 1 km en aval du site S1. Il est constitué du point d'eau le moins important en profondeur par rapport aux trois premiers car le lit de la rivière y est assez arasé naturellement. Les rives y sont distantes d'environ 10 m et certaines parties des bords présentent des rochers. Au début de la première session, le point d'eau était de 5,4 x 2,0 m et s'est retrouvé à sec à la fin de cette session.

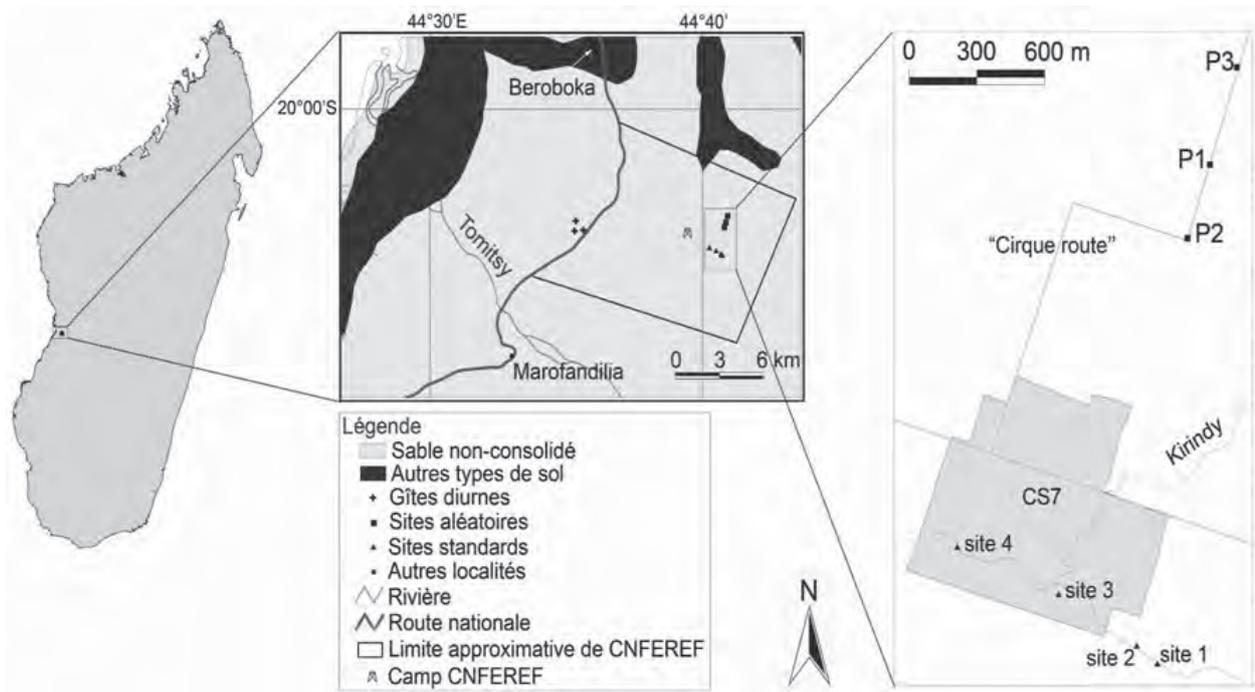


Figure 1. Localisation des sites d'études.

Le point d'eau asséché au début de la deuxième session s'est rempli jusqu'à 18,9 x 7,7 m à la fin des échantillonnages. Un filet de 12 m a été placé le long de la longueur maximale du point d'eau sur la rive Sud et recoupait l'extrémité du filet de 6 m placé en amont. Les deux filets ont formé une configuration en « L » et leur point d'intersection est 20°4'29,064"S, 44°40'14,412"E.

Autres sites d'échantillonnage

Après les inventaires standardisés, des échantillonnages aléatoires ont été réalisés à l'intérieur de la concession forestière, au niveau de trois points de capture le long d'une piste appelée « Cirque Route » ainsi qu'auprès du point d'eau (S1) le long de la rivière Kirindy (Figure 1). Par ailleurs, aux environs de la concession forestière, à la périphérie du village de Kirindy, trois arbres constituant des gîtes diurnes potentiels des chauves-souris ont été échantillonnés. Le gîte 1 (20°3'45,468"S, 44°35'18,312"E) était une souche de *Commiphora* (Burseraceae), le gîte 2 était un *Adansonia* à l'entrée du village Kirindy (20°4'0,948"S, 44°35'48,192"E) et le gîte 3 était également un arbre de la famille des Burseraceae (20°3'49,212"S, 44°35'18,312"E) (Figure 1).

Techniques d'échantillonnage au sein des « sites standards »

Au cours des deux périodes de terrain, 10 répétitions d'échantillonnage au total par site ont été effectuées dont cinq du 5 septembre au 9 octobre 2010 c'est-à-dire vers la fin de la saison sèche, et cinq entre le 14 novembre et le 17 décembre 2010 ou au début de la saison de pluies. Le mode de recensement consistait à l'installation des filets (voir section plus haut) pendant quatre nuits consécutives sur les sites standards, de manière à échantillonner un site par nuit. Chaque capture a été réalisée à partir du coucher du soleil, moment où la plupart des chauves-souris sortent de leurs gîtes diurnes, jusqu'à la baisse de leur activité approximativement trois heures plus tard.

Manipulation et identification de chauves-souris capturées

Après capture des chauves-souris, différents paramètres morphologiques et morphométriques ont été utilisés pour identifier les différentes espèces sur le terrain (Peterson *et al.*, 1995 ; Bates *et al.*, 2006 ; Goodman *et al.*, 2006). Certains individus ont été retenus comme spécimens de référence afin de vérifier leur identité spécifique tandis que d'autres ont été marqués et relâchés. En plus du poids en gramme, pris à l'aide d'une peson (modèle « Pesola ») les mensurations en millimètre relevées

sur les chauves-souris étaient : la longueur totale de l'animal (LT) : distance entre le bout du museau et la dernière vertèbre caudale ; la longueur de la queue (LQ) : distance entre la première et la dernière vertèbre caudale ; la longueur du pied (LP) : distance à partir du talon jusqu'à l'extrémité du plus long orteil sans la griffe ; la longueur de l'oreille (OR) : hauteur depuis l'échancrure jusqu'à l'extrémité distale de l'oreille ; la longueur du tragus (T), surtout pour les membres des familles Vespertilionidae et Miniopteridae : hauteur à partir de la base jusqu'au sommet du tragus ; la longueur de l'avant-bras (AB) : distance entre le coude et le poignet pliant.

Pour les animaux relâchés, seulement les mesures OR, T, AB et P ont été prises. Ces individus ont été marqués par trois trous de 3 mm de diamètre, sur leur patagium droit et entre les métacarpes à l'aide d'un « biopunch ». Les marquages ont été spécifiques pour chaque site : D 3/4 (2), 4/5 (1) pour le site S1 ; D 3/4 (1), 4/5 (2) pour le site S2 ; D 4/5 (2), 5/patagium (1) pour le site S3 ; et D 3/4 (2), 5/patagium (1) pour le site S4. (Exemple de lecture des marquages, D indique le patagium droit, 3/4 (2) signifie qu'il y a deux trous entre le troisième et le quatrième métcarpe). Quand un individu est recapturé, un autre trou est ajouté sur son patagium gauche.

Après mensuration et observation de l'état de reproduction, les chauves-souris gardées comme spécimens muséologiques ont été conservées dans du formol (12,5 %). L'état de reproduction chez les mâles est déterminé par la position des testicules (abdominale, intermédiaire ou scrotale) et par leur taille (longueur et largeur en mm). Après dissection, l'état de l'épididyme (contourné ou non contourné) a été noté. Chez les femelles, après détermination de la condition des mamelles (petites, larges ou allaitantes), la présence éventuelle d'embryons et leur longueur (en mm) du vertex au coccyx (CR « crown rump ») ont été notées.

Une section de muscle pectoral pour les spécimens de référence ainsi que les morceaux des membranes alaires, découpés par le « biopunch », pour les individus relâchés ont été préservés dans de l'EDTA pour des analyses génétiques ultérieures.

Les spécimens récoltés ont permis de vérifier et de poursuivre l'identification des espèces au laboratoire. Les caractères morphologiques des dents ont servi de critères d'identification, surtout chez des espèces de Vespertilionidae (Bates *et al.*, 2006 ; Goodman *et al.*, 2005b, 2006). Certains individus appartenant à cette famille, spécifiquement les genres *Pipistrellus*, *Hypsugo* et *Neoromicia*, ayant été relâchés mais

pourtant difficiles à identifier sur le terrain ont été rassemblés dans un groupe, « vespertilionidés non-déterminés ». La détermination spécifique des chauves-souris identifiées tel *N. cf. malagasyensis* au cours de cette étude nécessite encore des vérifications. Nous utilisons ici la taxonomie des chauves-souris de Madagascar proposée par Goodman (2011).

Analyses statistiques

Des analyses de Chi deux ont été effectués pour étudier l'influence potentielle de la saison sur le nombre de captures des Vespertilionidae et des Hipposideridae, d'une part avec les effectifs cumulés des quatre sites d'études et d'autre part avec les effectifs par site d'étude.

Similarité faunistique

Les coefficients de Jaccard ont été utilisés pour comparer la similarité de la faune chiroptérologique entre deux types de sites : 1) formation sableuse, sans affleurement de rochers (Kirindy CNFEREF et Kirindy Mitea) et 2) formation calcaire avec des rochers émergés, des grottes et des crevasses (Namoroka et Bemaraha). Ces coefficients ont été ensuite traités avec le logiciel SYSTAT (liaison complète, distance euclidienne) afin de produire un dendrogramme. Les sites à analyser ont été limités à la région occidentale de basse altitude qui ont déjà fait l'objet d'inventaires de chauves-souris plus ou moins intensifs et qui sont relativement proches de Kirindy CNFEREF. Outre les informations présentées dans cet article, une partie des données provient d'une synthèse récente sur les chauves-souris de Madagascar (Goodman, 2011).

Résultats

Capture et recapture

Au total, 265 individus répartis en quatre familles et représentant 10 espèces ont été capturés au niveau des sites standards le long de la rivière Kirindy (Tableau 1). Au niveau des sites aléatoires, 24 individus ont été capturés dont 17 issus de trois espèces (*Mops midas*, *M. leucostigma* et *Chaerephon leucogaster*) trouvés auprès du gîte 1 qui leur servait de gîte diurne (Rakotondramanana, 2011), quatre autres ont été capturés le long de la piste appelée « Cirque Route » (*Triaenops menamena*, *Neoromicia cf. malagasyensis* et « vespertilionidés non-déterminés »). Deux autres individus ont été trouvés dans des bâtiments du campement forestier. Le premier était un *Pipistrellus raceyi* de passage

Tableau 1. Abondance spécifique par site et par saison lors de l'inventaire dans la concession forestière de Kirindy au sein des sites standards. Saison 1, 5 septembre au 9 octobre 2010, fin de la saison sèche ; saison 2, 14 novembre au 17 décembre 2010, début de la saison des pluies.

	Site 1		Site 2		Site 3		Site 4		Total
	Saison 1	Saison 2							
Effort de capture (MFH)	256,5	288,0	283,5	285,0	261,0	283,5	261,0	288,0	2206,5
Vespertilionidae									
Vespertilionidés non-déterminés	13	1	15	6	16	19	8	0	78
<i>Pipistrellus raceyi</i>	1	1	3	3	4	4	2	1	19
<i>Pipistrellus hesperidus</i>	2	1	2	0	5	5	1	1	17
<i>Hypsugo anchietae</i>	1	8	2	3	0	8	0	4	26
<i>Neoromicia cf. malagasyensis</i>	0	1	0	2	0	2	0	1	6
<i>Myotis goudoti</i>	12	0	8	1	6	0	7	0	34
<i>Scotophilus marovaza</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Miniopteridae									
<i>Miniopterus gleni</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Molossidae									
<i>Mops leucostigma</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	7
Hipposideridae									
<i>Triaenops menamena</i>	2	1	5	2	5	13	1	3	32
<i>Hipposideros commersoni</i>	0	14	0	4	1	23	0	1	43
Total	31	28	35	21	44	74	21	11	265

sur les lieux, au cours de ses activités de chasse nocturne. Cet individu s'était accroché au plafond lors de la session correspondant à la fin de la saison sèche. Le second était un *Hipposideros commersoni* au repos qui utilisait un abri tente comme gîte diurne. Ce dernier a été trouvé suspendu sous le toit en paille de la case lors de la session correspondant au début de saison des pluies.

Durant les suivis au sein des sites standards, lors de la première session sur terrain, 89 chauves-souris ont été marquées (52 « vespertilionidés non-déterminés », 26 *Myotis goudoti*, trois *Mops leucostigma* et huit *T. menamena*), mais aucune recapture n'a été faite. Au cours de la deuxième session, 81 individus ont été marqués (26 « vespertilionidés non-déterminés », 16 *T. menamena* et 39 *H. commersoni*). Un seul individu, classé parmi les « vespertilionidés non-déterminés » a été recapturé. Cet individu était une femelle et portait le code de marquage du site S2 alors qu'il a été recapturé au site S3 le 5 décembre. Ces deux sites sont distants d'environ 400 m. Quatre femelles portant les mêmes marquages ont été relâchés au site 2, la première le 17 novembre et les trois autres le 28 novembre.

Variation saisonnière de la présence des espèces et de leur état de reproduction

Certaines informations recueillies au niveau des sites standards durant les deux périodes mettent

en évidence les variations saisonnières. En effet, l'ensemble des individus de la famille des Vespertilionidae et des Hipposideridae groupés présente une différence significative en ce qui concerne le nombre des individus capturés ($X^2 = 36,68$, $P < 0,001$, $dl = 1$) en fonction de la saison. Ensuite, les mêmes comparaisons effectuées pour chacun des sites montrent des variations saisonnières significatives au niveau de S1 ($X^2 = 15,92$, $P < 0,001$, $dl = 1$), S3 ($X^2 = 11,94$, $P < 0,001$, $dl = 1$) et S4 ($X^2 = 4,85$, $P = 0,028$, $dl = 1$), mais pas S2 ($X^2 = 1,70$, $P = 0,193$, $dl = 1$).

Concernant l'état de reproduction des femelles (gravides ou allaitantes), la comparaison saisonnière des données sur les « vespertilionidés non-déterminés », *Pipistrellus raceyi*, *P. hesperidus*, *Neoromicia cf. malagasyensis* et *Hypsugo anchietae* (Figure 2) de la famille des Vespertilionidae et les individus de *Triaenops menamena* de la famille des Hipposideridae (Figure 3) indique que certaines espèces de la zone d'étude n'allaitent qu'à partir du début de la saison des pluies (novembre – décembre). A la fin de la saison sèche, sur un total de huit petites Vespertilionidae femelles identifiées à partir des spécimens récoltés 3/3 *P. raceyi*, 1/4 *P. hesperidus* et 1/1 *N. cf. malagasyensis* étaient gravides. Pendant cette même saison, 14/24 femelles « vespertilionidés non-déterminés » étaient gravides. Au cours de la deuxième visite, au début de la saison des pluies, 4/5 *P. raceyi* femelles étaient allaitantes et 1/5 gravide ;

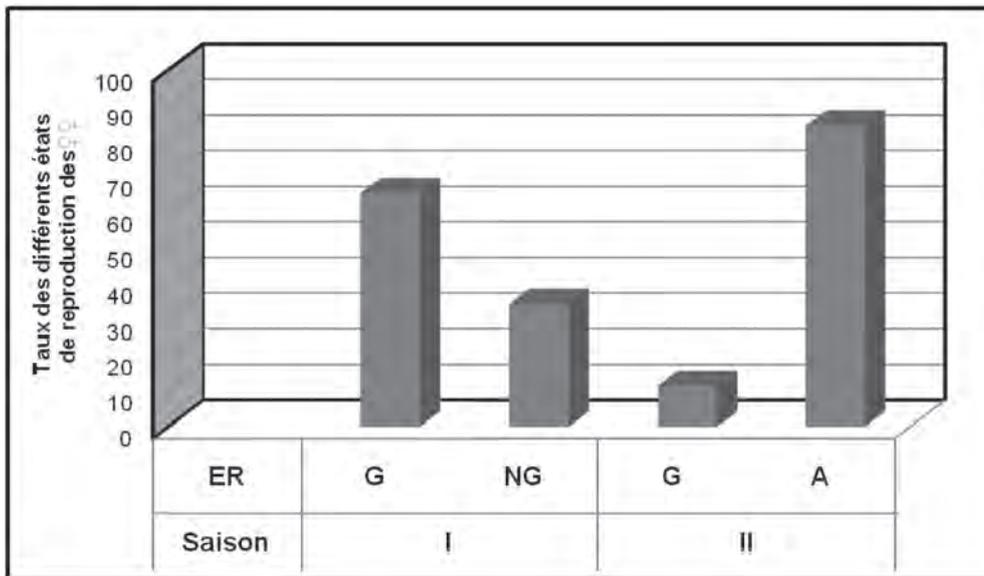


Figure 2. Histogramme indiquant les taux des différents états de reproduction (ER) des femelles des « vespertilionidés non-déterminés », *Pipistrellus raceyi*, *P. hesperidus*, *Hypsugo anchietae* et *Neoromicia cf. malagasyensis* par saison : I = fin saison sèche, II = début de saison des pluies. G = gravides, NG = non gravides, A = allaitantes.

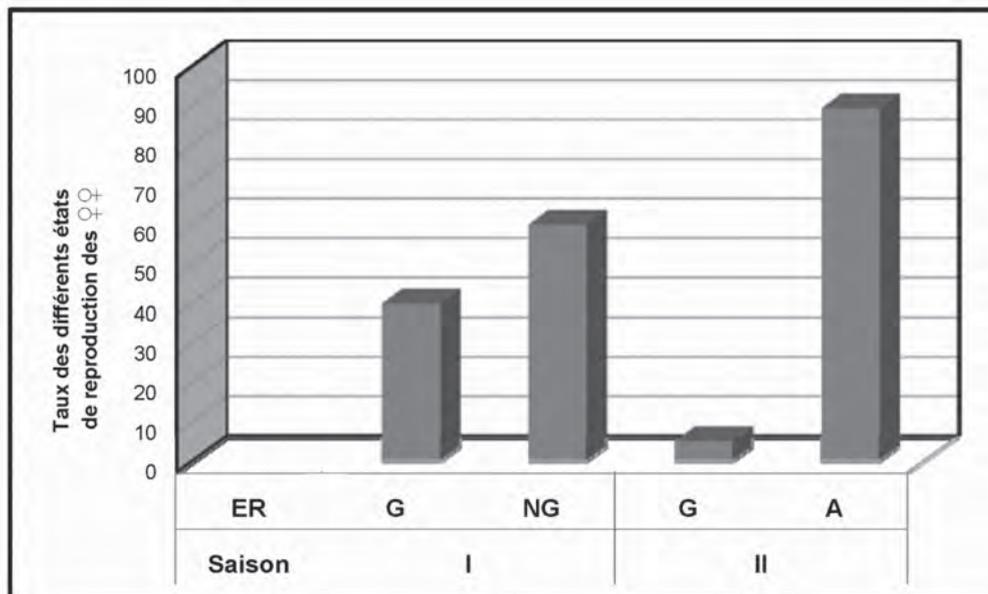


Figure 3. Histogramme indiquant les taux des différents états de reproduction (ER) des femelles de *Triaenops menamena* par saison : I = fin saison sèche, II = début de saison de pluies. G = gravides, NG = non gravides, A = allaitantes.

inversement 4/5 femelles *P. hesperidus* étaient gravides et 1/5 allaitante ; les 18 femelles *H. anchietae* et la seule *N. cf. malagasyensis* capturée étaient toutes allaitantes. A la fin de la saison sèche, 4/10 femelles de *T. menamena* portaient des embryons et au début de la saison de pluies, 17/20 femelles étaient allaitantes.

Comparaison biogéographique

D'après les données sur la présence/absence des espèces de chauves-souris dans quatre sites (Bemaraha et Namoroka sur formation calcaire, et Kirindy CNFEREF et Kirindy Mite sur sols sableux), les analyses des coefficients de Jaccard (Tableau 2) indiquent deux regroupements : le premier est formé

par Namoroka et Bemaraha et le second par Kirindy CNFEREF et Kirindy Mitea. Une distance assez importante de 0,809 unité métrique euclidienne existe entre les deux groupes (Figure 4).

Tableau 2. Indices de similarité (coefficients de Jaccard) entre sites pour les communautés des chauves-souris : Namoroka (NAM), Bemaraha (BEM), Kirindy CNFEREF (KRC) et Kirindy Mitea (KRM).

	NAM	BEM	KRC	KRM
NAM	1,000			
BEM	0,852	1,000		
KRC	0,292	0,304	1,000	
KRM	0,364	0,381	0,533	1,000

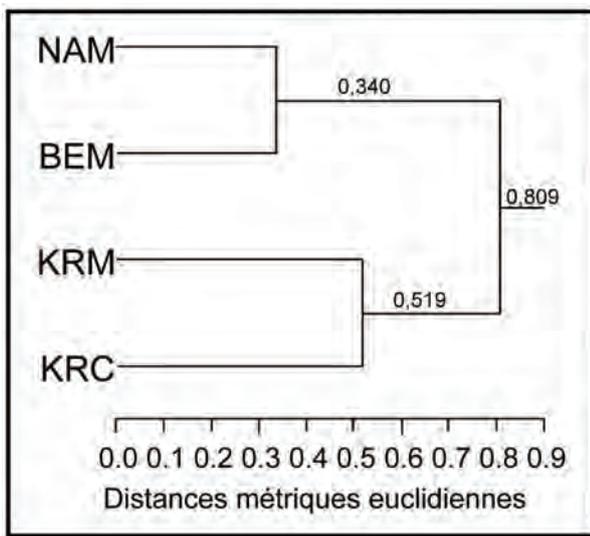


Figure 4. Diagramme de similarité des communautés de chauves-souris présentes entre les zones à sites sableux (Kirindy CNFEREF [KRC] et Kirindy Mitea [KRM]) et les zones à sites calcaires (Bemaraha [BEM] et Namoroka [NAM]) dans la partie occidentale de Madagascar.

Discussion

Depuis le premier inventaire sur les chauves-souris effectué dans la concession de Kirindy CNFEREF, la richesse spécifique de la zone ne cesse d'augmenter (Tableau 3). La présence de quatre espèces parmi les neuf citées par Eger & Mitchell (2003) était déduite des prédictions sur leur présence locale en rapport à leur distribution dans la partie Ouest de Madagascar. Ensuite, neuf taxa ont été identifiés à Kirindy incluant une nouvelle espèce dans la famille des Vespertilionidae, *Pipistrellus raceyi*, et une identification préliminaire de *Scotophilus tandrefana* probablement attribuée à *S. marovaza*, une espèce recensée pendant notre inventaire standard (Goodman *et al.*, 2005a, 2006 ; Bates *et al.*, 2006).

Toutes les données actuelles disponibles sur les chauves-souris de la région de Kirindy CNFEREF ont servi à tester les hypothèses émises par Goodman *et al.* (2005a), à savoir que les zones calcaires avec grottes et crevasses offrent en principe plusieurs types de gîtes diurnes naturels, et possèdent par conséquent une richesse spécifique plus importante de chauves-souris par rapport aux zones sans affleurements rocheux. La distinction faunistique entre ces zones peut être mise en exergue avec les informations de Goodman (2011) avançant 17 et 16 espèces de chauves-souris non commensales présentes dans les sites à roches calcaires de Namoroka et Bemaraha (respectivement) par rapport aux 13 et 12 espèces non commensales à Kirindy CNFEREF et Kirindy Mitea. La richesse spécifique de Kirindy CNFEREF provient ici des résultats de la présente étude. Ces deux types de site (avec ou sans affleurements rocheux) possèdent neuf espèces communes.

Sept espèces sont communes à Kirindy CNFEREF, Namoroka et Bemaraha, parmi lesquelles *Pteropus rufus*, *Hipposideros commersoni*, *Triaenops menamena*, *Chaerephon leucogaster* et *Mops leucostigma* qui sont connues utiliser les arbres (branches, feuilles, troncs creux et écorce) comme gîte diurne. Ces quatre dernières sont également rencontrées dans des habitats rocheux (crevasses, les abris sous roches et les grottes). Deux espèces sur les sept communes, à savoir *Myotis goudoti* et *Miniopterus gleni*, sont par contre connues uniquement des habitats rocheux. Par conséquent, les types de gîte diurne occupé par ces sept espèces trouvées dans la concession forestière ne sont pas encore clairement déterminés.

D'autre part, la variation saisonnière décelée chez les populations de chauves-souris de Kirindy CNFEREF se manifeste par une augmentation assez notable du nombre d'individus capturés chez les taxa majoritairement recensés (les membres de la famille des Vespertilionidae, sauf *Myotis goudoti*, et des Hipposideridae), au début de la saison des pluies (Figure 5). Le nombre des individus capturés dans le groupe des « vespertilionidés non-déterminés » a augmenté de façon presque continue de la fin de la saison sèche au début de la saison des pluies (Figure 5). La Figure 6 montre les différences entre le nombre d'individus capturés chez *Pipistrellus raceyi*, *P. hesperidus*, *Hypsugo anchietae* et *Neoromicia cf. malagasyensis* entre les deux saisons. *Hypsugo anchietae* présente un taux de capture croissant par rapport aux trois autres espèces, particulièrement

Tableau 3. Liste des espèces des chauves-souris de la forêt de Kirindy CNFEREF. A = espèce attendue selon sa distribution, x = présence de l'espèce documentée. Les * indiquent les espèces connues dans les environs immédiats de la concession. Les ** indiquent les espèces capturées lors de cette étude et documentée par des spécimens.

	Eger & Mitchell (2003)	Goodman <i>et al.</i> (2005a)	Cette étude, spécimens muséologiques et autres observations
Yinpterochiroptera			
Pteropodidae			
<i>Eidolon dupreanum</i>	A		x ^{*1}
<i>Pteropus rufus</i>	A	x	x ^{*1}
Emballonuridae			
<i>Taphozous mauritanus</i>	A		
Hipposideridae			
<i>Hipposideros commersoni</i>	x	x	x ^{**}
<i>Triaenops furculus</i>	A		
<i>Triaenops menamena</i>	x ²	x	x ^{**}
Yangochiroptera			
Molossidae			
<i>Chaerephon leucogaster</i>		x	x ^{*,**}
<i>Mops leucostigma</i>		x	x ^{**}
<i>Mops midas</i>			x ^{*,**}
Vespertilionidae			
<i>Pipistrellus raceyi</i>	x	x	x ^{**}
<i>Pipistrellus hesperidus</i>	x ³	x	x ^{**}
<i>Hypsugo anchietae</i>			x ^{**}
<i>Neoromicia cf. malagasyensis</i>			x ^{**}
<i>Myotis goudoti</i>	x		x ^{**}
<i>Scotophilus marovaza</i>			x ^{**,4}
Miniopteridae			
<i>Miniopterus gleni</i>			x ^{**}

¹ Voir Andriafidison *et al.* (2006).

² Auparavant connu sous *T. rufus* (Goodman & Ranivo, 2009).

³ Auparavant connu sous *P. kuhlii* (Göpfert *et al.*, 1995).

⁴ Selon les descriptions écrites concernant le spécimen collecté à Kirindy CNFEREF en 1993, l'animal a été identifié comme étant *S. tandrefana* (Goodman *et al.*, 2005a). En se basant sur l'individu obtenu dans la concession forestière (en 2010), l'animal peut être référé à *S. marovaza* selon les caractères dans Goodman *et al.* (2006).

vers le milieu de la saison 2 jusqu'à la fin des échantillonnages. La courbe des *P. raceyi* capturés affiche un plateau avant la fin des sessions de capture ; ce plateau est artificiel et provient du fait que les individus capturés de cette espèce après les 1700 MFH ont tous été relâchés et classés parmi les « vespertilionidés non-déterminés ». En effet, la distinction sur terrain entre les mâles *P. hesperidus* et *P. raceyi* a été possible grâce à la longueur du pénis plus importante chez les *P. raceyi*, mais par contre, les femelles n'ont pas pu être distinguées. *Neoromicia cf. malagasyensis*, a apparemment une abondance plus faible que les genres *Hypsugo* et *Pipistrellus*, et

son activité a été plus importante lors de la deuxième visite sur terrain.

Les variations saisonnières peuvent être expliquées de plusieurs manières. La première explication est l'augmentation de l'abondance des proies, tels que les insectes, observée pendant la deuxième session de capture. L'accroissement de la disponibilité des proies impliquerait l'augmentation des populations locales de chauves-souris et par conséquent de leurs activités au sein des sites standards inventoriés, notamment autour des flaques d'eau qui présentent une concentration élevée d'insectes. La même observation a été faite dans la

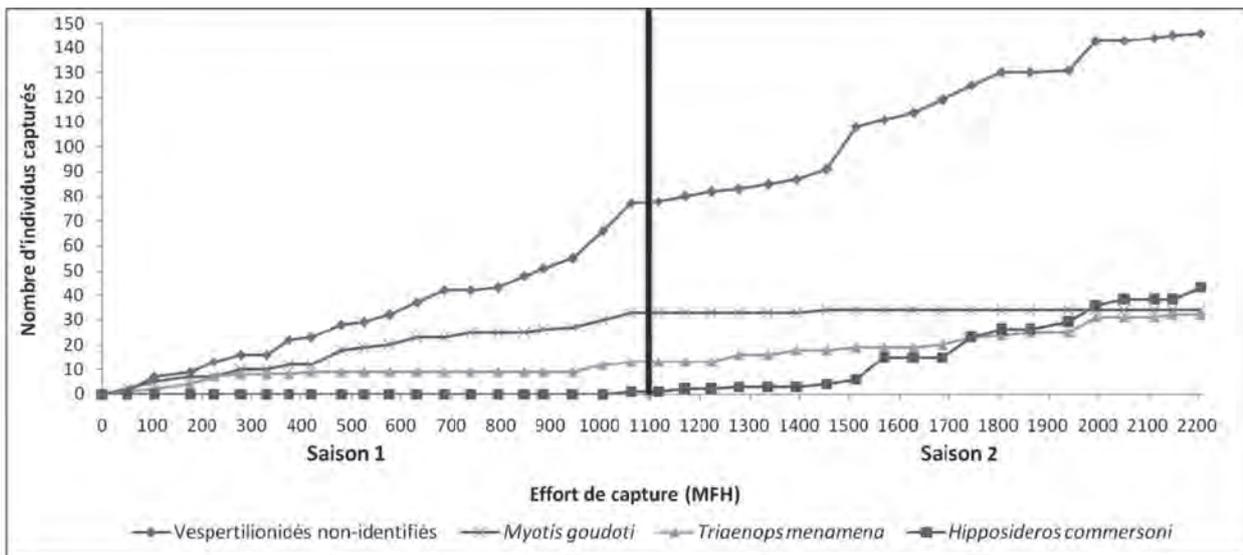


Figure 5. Courbes illustrant les résultats de capture des taxa les plus représentés, selon l'effort de capture dans le temps (MHF = longueur des filets [en mètres] x nombre de filets x nombre d'heures de capture). Les « vespertilionidés non-identifiés » regroupent les individus relâchés de quatre espèces, *Pipistrellus raceyi*, *P. hesperidus*, *Hypsugo anchietae* et *Neoromicia cf. malagasyensis*. La ligne verticale partage les deux visites sur terrain par saison. Saison 1, 5 septembre au 9 octobre 2010, fin de la saison sèche ; saison 2, 14 novembre au 17 décembre 2010, début de la saison des pluies.

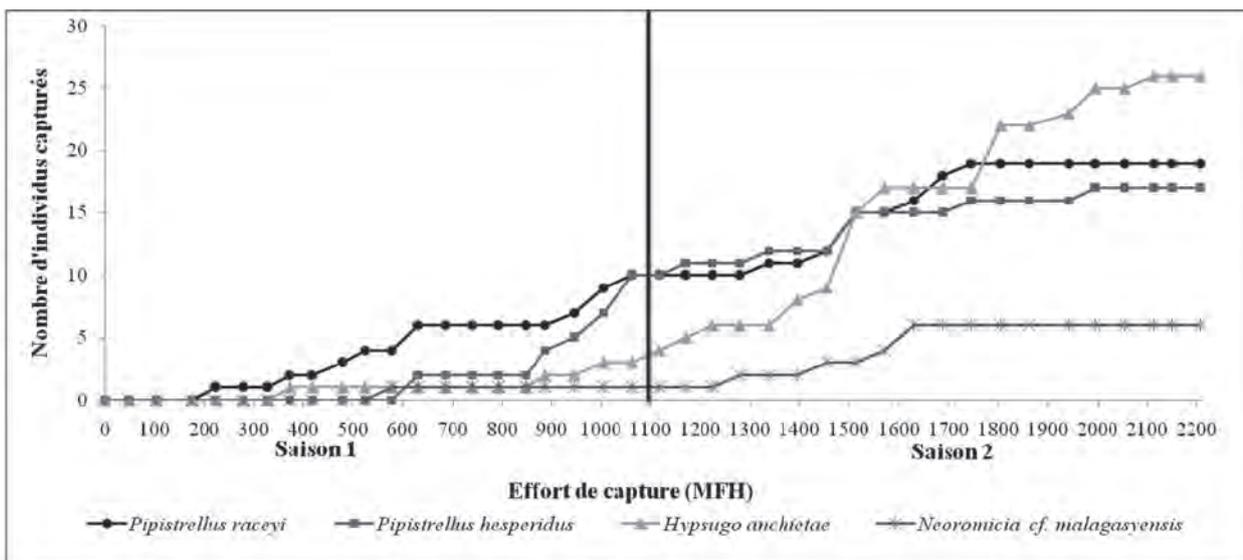


Figure 6. Nombre de captures par espèce pour les quatre formes les plus abondantes, selon l'effort de capture dans le temps (MHF = longueur des filets [en mètres] x nombre de filets x nombre d'heures de capture). La ligne verticale partage les deux visites sur le terrain par saison. Saison 1, 5 septembre au 9 octobre 2010, fin de saison sèche ; saison 2, 14 novembre au 17 décembre 2010, début de la saison des pluies.

région de Bemaraha qui se trouve à 150 km environ au Nord de Kirindy CNFEREF (Rakotoarivelo *et al.*, 2007). En outre, la biologie générale des chauves-souris indique que la période de reproduction (mise bas et l'allaitement), est nécessairement synchronisée au moment de l'abondance des proies afin de pouvoir à l'énergie nécessaire à ces activités (Racey & Entwistle, 2000). Ces observations rejoignent également les études de Rautenbach *et al.* (1988) sur les chauves-souris insectivores avec la mise

en évidence d'un pic de disponibilité des proies au moment de la saison des pluies, coïncidant avec la période de reproduction.

La deuxième explication de la variation saisonnière du nombre de captures repose sur la façon dont les chauves-souris occupent les gîtes diurnes potentiels. Mais étant donné qu'aucun gîte n'a été trouvé en forêt, les données de la présente étude ne peuvent répondre directement à cette question. Cependant, nos observations sur *Myotis goudoti* et *Hipposideros*

commersoni pourraient illustrer cette explication en tentant une analogie. En effet, la majorité des individus de *M. goudoti* (97 %) a été capturée au cours de la saison 1, avec 20 femelles dont quatre gravides et 13 mâles ; durant la saison 2, une seule femelle allaitante a été capturée. Ce qui laisse à croire que la population s'est déplacée au moment de la saison des pluies.

Chez *H. commersoni*, les aspects de la saisonnalité ont été inversés. Un seul individu de l'espèce a été capturé à la fin de saison 1 contre 42 individus pendant la saison 2. La population de *H. commersoni* migre probablement au début de la saison des pluies pour réoccuper la forêt de Kirindy CNFEREF. Ceci est conforté par le fait que dans d'autres régions de l'île, certaines populations de *H. commersoni* sont apparemment migratrices (Ranivo & Goodman, 2007), probablement à une échelle régionale, et où elles sont largement absentes de leurs gîtes diurnes habituels pendant l'hiver austral.

En se référant aux différents états de reproduction des femelles de certaines espèces de la familles des Vespertilionidae et des Hipposideridae, une période de mise bas chez ces animaux peut être estimée entre la fin de la saison sèche et le début de la saison de pluies (novembre-décembre).

Conclusion

Cet inventaire a permis de mieux apprécier l'importance de la faune des chauves-souris dans la région du Menabe central, spécifiquement de Kirindy CNFEREF et de ses alentours. Au total, 12 espèces de chauves-souris ont été recensées lors de cet inventaire et 14 espèces sont actuellement documentées pour le site. La diversité spécifique y est ainsi passée de neuf à 14 espèces, mais elle est peu élevée comparée à celle des sites à formation calcaire. Toutefois, le nombre relativement élevé des espèces communes entre Kirindy CNFEREF et les sites des zones calcaires mérite plus d'investigations, surtout en ce qui concerne les types de gîtes diurnes naturels disponibles dans la concession forestière et ses périphéries. Les résultats de l'inventaire relatifs à la saisonnalité des chauves-souris de Kirindy CNFEREF relancent les recherches vers l'exploration de tous les aspects de l'histoire naturelle des chauves-souris de la région et surtout de la localité et il serait important d'effectuer des captures plus espacées dans l'année pour mieux connaître les éventuels phénomènes saisonniers. La consolidation des connaissances sur le groupe des « vespertilionidés non-identifiés » qui ont posé quelques difficultés quant à leur identification

sur le terrain nécessite une attention particulière ; il en est de même auprès des espèces de chauves-souris qui effectueraient des déplacements ou des migrations dans la région.

Remerciements

Cette étude a pu être réalisée grâce au financement de « Volkswagen Foundation ». Nous adressons nos vifs remerciements au Directeur du CNFEREF qui a donné son avis favorable à la réalisation de ce travail ; au Ministère de l'Environnement et des Forêts qui a bien voulu délivrer le permis de recherche ; et au Département de Biologie Animale de l'Université d'Antananarivo pour sa contribution aux démarches administratives. Nous sommes également reconnaissants à l'Association Vahatra et à Deutsches Primatenzentrum qui ont assuré les moyens logistiques dans la réalisation des recherches, et à Raza Rakotonirina pour son assistance sur le terrain. Pour leurs commentaires sur une version précédente de ce manuscrit, nous remercions Jean-Marc Duplantier, Myriam Claude Rakotondramanana et Julie Ranivo.

Références

- Andriafidison, D., Andrianaivoarivelo, R. A., Jenkins, R. K. B., Ramilijaona, O., Razanaoera, M., MacKinnon, J. & Racey, P. A. 2006. Nectarivory by endemic Malagasy fruit bats in the dry season. *Biotropica*, 38: 85-90.
- Bates, P. J. J., Ratrimomanarivo, F. H., Harrison, D. L. & Goodman, S. M. 2006. A description of a new species of *Pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Madagascar with a review of related Vespertilioninae from the island. *Acta Chiropterologica*, 8: 299-324.
- Eger, J. L. & Mitchell, L. 2003. Chiroptera, bats. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 1287-1298. The University of Chicago Press, Chicago.
- Göpfert, M. C., Heller, K.-G., Volleth, M. & Wasserthal, L. T. 1995. Madagascar microchiropteran bats: New records including new species. *Bat Research News*, 36: 68-69.
- Goodman, S. M. 2011. *Les chauves-souris de Madagascar*. Association Vahatra, Antananarivo.
- Goodman, S. M. & Ranivo, J. 2009. The geographical origin of the type specimens of *Triaenops rufus* and *T. humbloti* (Chiroptera: Hipposideridae) reputed to be from Madagascar and the description of a replacement species name. *Mammalia*, 73: 47-55.
- Goodman, S. M., Andriafidison, D., Andrianaivoarivelo, R., Cardiff, S. G., Ifticene, E., Jenkins, R. K. B., Kofoky, A. F., Mbohoahy, T., Rakotondravony, D., Ranivo, J., Ratrimomanarivo, F., Razafimanahaka, J., Razakarivony, V. & Racey, P. A. 2005a. The

- distribution and conservation of bats in the dry regions of Madagascar. *Animal Conservation*, 8: 153-165.
- Goodman, S. M., Jenkins, R. K. B. & Ratrimomanarivo, F. H. 2005b.** A review of the genus *Scotophilus* (Mammalia, Chiroptera, Vespertilionidae) on Madagascar, with the description of a new species. *Zoosystema*, 27: 867-882.
- Goodman, S. M., Ratrimomanarivo, F. H. & Randrianandrianina, F. 2006.** A new species of *Scotophilus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from western Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8: 21-37.
- Kearney, T. C. 2005.** *Systematic revision of southern African species in the genera Eptesicus, Neoromicia, Hypsugo and Pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). Ph.D. thesis, University of Zwa-Zulu Natal, Durban.
- Peterson, R. L., Eger, J. L. & Mitchell, L. 1995.** Chiroptères. Vol. 24. *Faune de Madagascar*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- Racey, P. A. & Entwistle, A. C. 2000.** Life history and reproductive strategies of bats. In *Reproductive biology of bats*, eds E. G. Crichton & P. H. Krutzsch, pp. 363-414. Academic Press, London.
- Rakotoarivelo, A. A., Ranaivoson, N., Ramilijaona, O. R., Kofoky, A. F., Racey, P. A. & Jenkins, R. K. B. 2007.** Seasonal food habits of five sympatric forest microchiropterans in western Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 88: 959-966.
- Rakotondramanana, C. F. 2011.** Des Molossidae dans un arbre gîte de la région de Menabe central: description et biologie. *Malagasy Nature*, 5: 132-135.
- Ranivo, J. & Goodman, S. M. 2007.** Variation géographique de *Hipposideros commersoni* de la zone sèche de Madagascar (Mammalia, Chiroptera, Hipposideridae). *Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, neues folge*, 43: 33-56.
- Rasolozaka, I. H. 1994.** *Contribution à l'anatomie descriptive, comparative et fonctionnelle des microchiroptères de la région de Morondava*. Diplôme d'Etudes Approfondies, Service de Paléontologie, l'Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Rautenbach, I. L., Kemp, A. C. & Scholtz, C. H. 1988.** Fluctuations in availability of arthropods correlated with microchiropteran and avian predator activities. *Koedoe*, 3: 77-90.
- Sorg, J.-P., Ganzhorn, J. U. & Kappeler, P. M. 2008.** Centre de Formation professionnelle forestière de Morondava. Dans *Paysages naturels et biodiversité de Madagascar*, ed. S. M. Goodman, pp. 595-614. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.