

# Les chauves-souris du Paysage Harmonieux Protégé du Complexe Tsimembo Manambolomaty, Région Melaky, Madagascar : diversité et biogéographie

Ny Anjara F. Ravelomanantsoa<sup>1,2</sup>,  
Fanomezantsoa Razafimalala<sup>1,2</sup>, Zafimahery  
Rakotomalala<sup>1</sup>, Julie Ranivo<sup>1</sup>, Gilbert  
Razafimanjato<sup>2</sup>, Lily-Arison Rene de  
Roland<sup>2</sup>, Beza Ramasindrazana<sup>1,3</sup>, Claude F.  
Rakotondramanana<sup>1</sup> & Steven M. Goodman<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup> Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar

E-mail : ravelomanantsoafifi@gmail.com, fanoucoo@gmail.com, ranivojc@gmail.com, zafimahery@yahoo.fr, claudefabi@gmail.com

<sup>2</sup> The Peregrine Fund Madagascar, BP 4113, Tsiadana, Antananarivo 101, Madagascar

E-mail : rmanjato@yahoo.fr, lilyarison@yahoo.fr

<sup>3</sup> Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274, Ambatofotsikely, Antananarivo 101, Madagascar

E-mail : rbeza@pasteur.mg

<sup>4</sup> Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar

<sup>5</sup> Field Museum of Natural History, 1400 South Lake Shore Drive, Chicago, Illinois 60605, USA

E-mail : sgoodman@fieldmuseum.org

## Résumé

Des inventaires de la faune chiroptérologique ont été réalisés dans le Paysage Harmonieux Protégé du Complexe Tsimembo Manambolomaty (Région Melaky, Madagascar), pendant les saisons sèches en 2015 et 2016 dans le but de connaître la richesse spécifique de la localité. Pour ce faire, différentes techniques ont été ainsi utilisées à savoir, les enquêtes auprès de la population locale, les échantillonnages au niveau de leurs gîtes diurnes et la capture à l'aide de filets japonais et de piège harpe. Les pièges ont été installés durant la nuit à travers les rivières et les chemins forestiers pour capturer les chauves-souris en plein vol. Par ailleurs, la capture des individus au sein de leur gîte diurne a été faite directement à la main. Au total, 12 espèces appartenant à six familles ont été recensées dont 10 espèces animalivores et deux espèces frugivores. Parmi les deux espèces frugivores, *Pteropus rufus* a

été uniquement observée au sein de son gîte diurne. Davantage d'études seraient nécessaires pour renforcer les informations biologiques et écologiques de la chiroptérofaune de la localité mais aussi pour renforcer les méthodes de suivis au profit d'une gestion appropriée face aux menaces potentielles des espèces existantes.

**Mots clés** : Chiroptera, inventaire biologique, richesse spécifique, Tsimembo Manambolomaty

## Extended abstract

In order to better document the bat species occurring in the Protected Area Complex of Tsimembo Manambolomaty (Région Melaky, District d'Antsalova), inventories were carried out from 22 September to 31 October 2015 and from 20 August to 12 September 2016, both visits during the dry season. With a surface area of 62,745 ha and elevation ranging from 20 to 100 m above sea-level, this protected area is located in the central-western part of Madagascar, about 150 km north of Morondava and 50 km west of the Parc National de Bemaraha. The local climate is dry tropical, with alternating rainy and dry seasons. The soils are mainly composed of clay and sand. Tsimembo Manambolomaty has three distinct ecosystems: lakes, mangroves, and forest. About 65% of the protected area is composed of intact dry deciduous forest, and other local terrestrial formations include degraded dry forest and wooded savanna dominated by *Ziziphus jujuba*.

The bat inventory was conducted using three different techniques: interviews with local people, capture of animals, and observations at day-roost sites. Mist nets (6 m and 12 m) and a harp trap were installed during the night across rivers and trails to capture flying bats. In addition, bats were captured in day-roost sites.

Twelve species of bats belonging to six families were identified, including 10 species with animalivorous diets: *Taphozous mauritanus*, *Triaenops menamena*, *Chaerephon leucogaster*, *Mops leucostigma*, *Hypsugo bemaity*, *Myotis goudoti*, *Pipistrellus hesperidus*, *Scotophilus*

*marovaza*, *S. robustus*, and *Miniopterus griveaudi*. Two frugivorous species, including *Pteropus rufus* and *Rousettus madagascariensis*, were also captured or observed (respectively) in the protected area. Compared to the other sites in the western lowland areas of Madagascar, the Tsimembo Manambolomaty complex has a moderately rich bat species diversity. The lower number of taxa as compared to the nearby Parc National de Bemaraha, for example, is presumably related to the absence of extensive karstic limestone formations within Tsimembo Manambolomaty. Nevertheless, given the presence of certain bat species in the protected area that generally use caves, crevices, and rock shelters in sedimentary formations for day roost sites, two explanations are possible: 1) these formations occur in the protected area but were not found during the field studies or 2) bat species that are typically cave-dwelling use other types of day-roost sites at Tsimembo Manambolomaty, such as cavities in large hollow trees or perhaps human constructions. Additional work is needed to gather more information on the ecology of the local bat fauna, as well as understanding how the 10 animalivorous species share available resources.

## Introduction

Les chauves-souris constituent un maillon important dans un écosystème (Kunz *et al.*, 2011). Ce groupe de mammifère volant et nocturne se distingue des autres groupes taxinomiques par diverses adaptations morphologiques et éthologiques leur permettant de rester actif pendant la nuit (Neuweiler, 2000 ; Simmons, 2005a). Dans le monde, plus de 1150 espèces de chauves-souris sont actuellement répertoriées (Simmons, 2005b ; Denzinger & Schnitzler, 2013).

A Madagascar, la première monographie détaillée sur les chauves-souris a révélé l'existence de 28 espèces (Peterson *et al.*, 1995) et actuellement 46 espèces y sont répertoriées avec un taux d'endémisme autour de 80 % (Goodman, 2011 ; Goodman *et al.*, 2011, 2015a, 2015b, 2016). Les informations sur la distribution de la plupart des espèces de la Grande Ile ont été compilées à travers les données disponibles (Goodman & Ramasindrazana, 2013). D'après les observations antérieures, la partie orientale de Madagascar possède une diversité spécifique relativement moins élevée que la partie occidentale. Cette inégalité est particulièrement due à la disponibilité des gîtes (comme les grottes et d'autres types de

fissures dans les substrats de rochers exposés) et à divers paramètres bioclimatiques (température, pluviométrie). En effet, dans la partie occidentale, l'étendue des roches sédimentaires offre une multitude de gîtes propices aux diverses espèces qui peuvent vivre en syntopie. A cet effet, une trentaine d'espèces y sont actuellement recensées dans cette partie. Les zones dotées d'émergence de roches calcaires comme le Parc National (PN) de Bemaraha ou le PN de Namoroka présentent, par exemple, 18 et 19 espèces, respectivement (Goodman, 2011). Cependant, ce paysage à formation rocheuse est discontinu du nord au sud, avec le Moyen-ouest contrasté par des formations végétales sur sols sableux quelques fois avec des affleurements de grès ou de calcaire, généralement, des forêts sèches caducifoliées comme le PN de Kirindy Mité et la Forêt de Kirindy CNFEREF. Ces deux sites n'hébergeant d'ailleurs que 12 espèces de chauves-souris suite à la compilation des résultats d'inventaire et des révisions systématiques de certains taxa qui y vivent (Goodman, 2011 ; Goodman *et al.*, 2015a).

En synthétisant plusieurs résultats de suivis et d'inventaires biologiques entrepris depuis plus d'une décennie provenant de ces zones (Goodman *et al.*, 2005 ; Rakotondramanana & Goodman, 2011 ; Ramasindrazana & Goodman, 2012), certaines populations de chauves-souris recensées présenteraient des saisonnalités liées à des déplacements annuels sur le plan géographique ou à des hibernations locales (Ranivo & Goodman, 2007 ; Rakotondramanana & Goodman, 2011 ; Ramasindrazana *et al.*, 2015). Il est donc important de rassembler davantage d'informations sur la diversité spécifique de nombreuses localités dans la région Ouest de Madagascar. C'est en ce sens que des séries de captures ponctuelles ont été entreprises au sein du Paysage Harmonieux Protégé (PHP) du Complexe Tsimembo Manambolomaty en 2015 et en 2016 en vue de connaître la diversité chiroptérologique du site afin d'apporter des recommandations pour la conservation des espèces de chauves-souris présentes.

## Matériels et méthodes

### Période et sites d'étude

La présente étude a été réalisée du 22 septembre au 31 octobre 2015 et du 20 août au 12 septembre 2016 durant la saison sèche dans le PHP du Complexe Tsimembo Manambolomaty.

Ayant une superficie de 62 745 ha et une altitude allant de 20 à 100 m (The Peregrine Fund, 2013),

cette localité est située dans la partie Centre-ouest de Madagascar, dans la région Melaky, district Antsalova à environ 150 km au nord de Morondava et 50 km à l'ouest du PN de Bemaraha (à vol d'oiseau). Elle présente trois écosystèmes distincts : des lacs, des mangroves et la forêt de Tsimembo qui est délimitée par la rivière de Manambolomaty au sud et par la rivière de Beboka au nord.

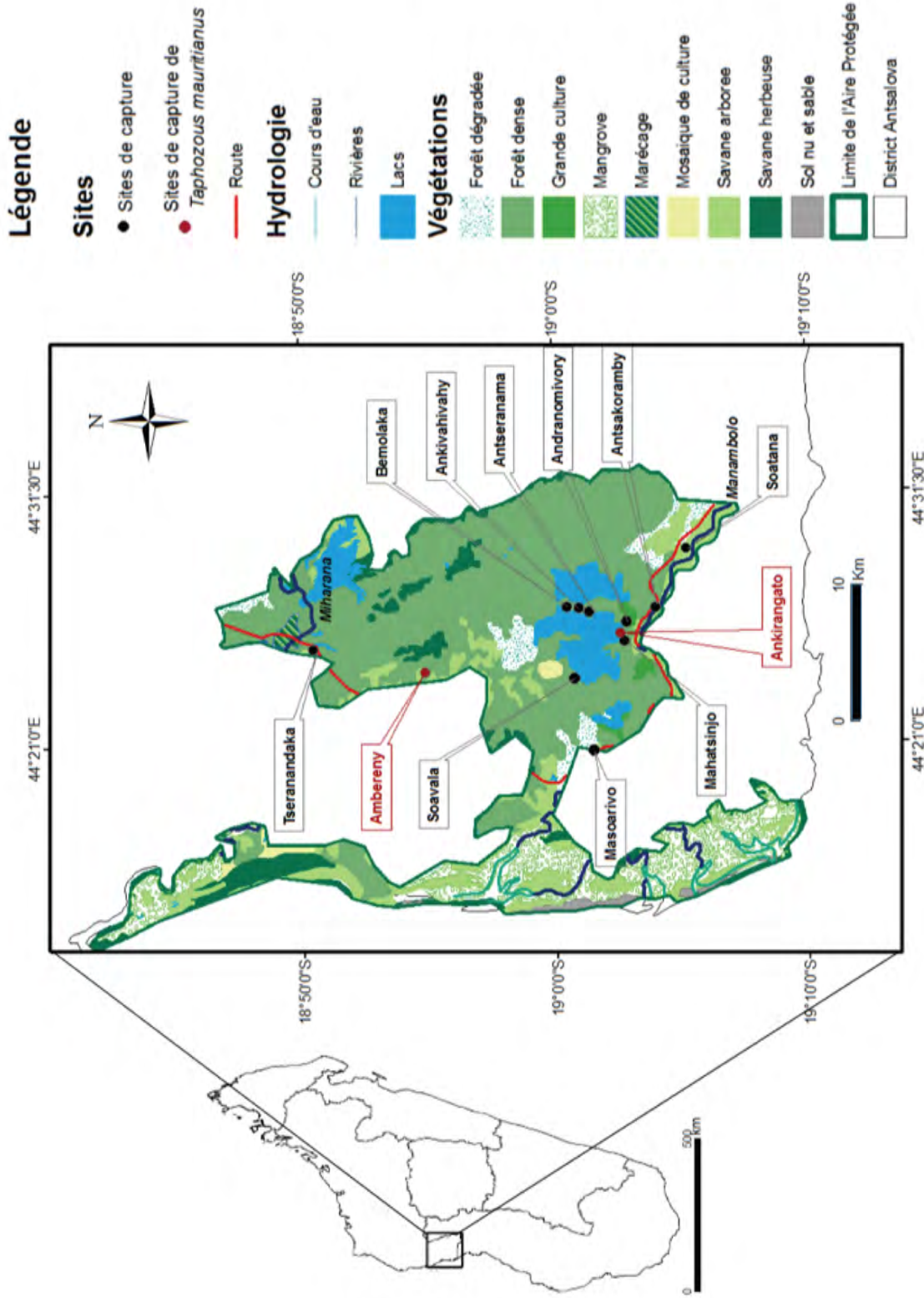
Une des caractéristiques de la région Ouest de Madagascar est la présence de dépôts de calcaires massifs, karstiques ainsi qu'un relief déchiqueté ou érodé par l'eau ayant entraîné la formation du *tsingy* (Goodman *et al.*, 2005). Ce phénomène est illustré par les paysages typiques du PN de Bemaraha (Bousquet & Rabetaliana, 1992) et du PHP de Beanka (Gautier *et al.*, 2013). La présence de ces formations n'est pas bien documentée dans le PHP du Complexe Tsimembo Manambolomaty, néanmoins,

cette aire protégée possède des affleurements de grès, de calcaire sableux et de calcaire oolitique, datant du Tertiaire inférieur (Eocène) (Goodman *et al.*, 2018).

La végétation, majoritairement composée d'espèces à feuilles caduques, est constituée par une succession de forêt sèche non dégradée (occupant 65,5 % de l'aire totale), de forêt sèche dégradée caractérisée par l'abondance des lianes et des espèces héliophiles de petite taille ainsi que par des savanes dominées par *Ziziphus jujuba* (The Peregrine Fund, 2013). Cette localité présente un climat tropical sec alterné par une saison pluvieuse et une saison sèche (Bousquet & Rabetaliana, 1992). Les informations sur les différents sites de capture et les habitats locaux sont présentés dans le Tableau 1 et la Figure 1.

**Tableau 1.** Les différentes localités échantillonnées au sein du Paysage Harmonieux du Complexe Tsimembo Manambolomaty. \* : espèce observée.

Sites	Coordonnées géographiques		Caractéristiques de l'habitat	Espèces recensées
	Latitude	Longitude		
Ambereny 1	18°55,497'S	044°23,183'E	Zone anthropisée dominée par des plantations de cocotiers et des constructions humaines.	<i>Mops leucostigma</i> , <i>Chaerephon leucogaster</i> , <i>Taphozous mauritanus</i> , <i>Pteropus rufus</i> *, <i>Rousettus madagascariensis</i>
Ambereny 2	18°55,422'S	044°23,203'E	Zone marécageuse entourée de plantation de cocotiers et de manguiers.	<i>Mops leucostigma</i> , <i>Hypsugo bemaity</i> , <i>Taphozous mauritanus</i> , <i>Triaenops menamena</i>
Ambereny 3	18°55,335'S	044°23,329'E	Zone de plantation constituée principalement de manguiers, de bananiers et de rizières en périphérie d'un village.	<i>Scotophilus robustus</i> , <i>Mops leucostigma</i>
Andranomivony	19°02,914'S	044°25,638'E	Milieu ouvert constitué d'une plantation de bananiers, d'une prairie et des pieds de manguiers.	<i>Pipistrellus hesperidus</i> , <i>Rousettus madagascariensis</i> , <i>Pteropus rufus</i> *
Ankirangato 1	19°02,132'S	044°25,076'E	Un tamarinier haut de 7 m avec un diamètre de 40 cm, implanté dans le village.	<i>Taphozous mauritanus</i>
Ankirangato 2	19°02,073'S	044°25,147'E	Clairière à la périphérie d'une forêt dense sèche caducifoliée.	<i>Pipistrellus hesperidus</i> , <i>Rousettus madagascariensis</i> , <i>Pteropus rufus</i> *
Ankivahivahy	19°01,196'S	044°26,156'E	Milieu ouvert à proximité d'un grand lac (distants de 15-20 m) avec la présence de quelques constructions à toiture de <i>Bismarckia</i> .	<i>Miniopterus griveaudi</i> , <i>Pipistrellus hesperidus</i>
Antsakoramby	19°02,504'S	44°25,860'E	Fumoir à poisson.	Pas d'espèce capturée
Antseranama	19°01,122'S	44°26,388'E	Milieu ouvert au bord de lac.	Pas d'espèce capturée
Tseranandaka 1	18°50,035'S	44°24,748'E	Végétation dominée par des plantations de bananiers.	<i>Scotophilus marovaza</i> , <i>Rousettus madagascariensis</i>
Tseranandaka 2	18°50,295'S	44°25,082'E	Milieu ouvert au bord de lac.	<i>Scotophilus robustus</i>
Bemolaka	19°01,195'S	44°26,157'E	Passage forestier à l'intérieur de la forêt dense sèche caducifoliée.	<i>Myotis goudoti</i>
Mahatsinjo	19°04,230'S	44°26,859'E	Végétation dominée par des plantations de bananiers.	<i>Rousettus madagascariensis</i>
Masoarivo	19°01,623'S	44°20,435'E	Bâtiments.	<i>Mops leucostigma</i>
Soatana	19°05,030'S	44°20,435'E	Bâtiments.	<i>Chaerephon leucogaster</i>
Soavala	19°00,822'S	44°23,763'E	Milieu ouvert au bord de lac.	Pas d'espèce capturée



**Figure 1.** Carte de localisation des sites échantillonnés au sein du Paysage Harmonieux du Complexe Tsimembo Manambolomaty. (Source : BD 500 FTM, adaptée par F. Ravelomanantsoa, 2017.)

## Capture des chauves-souris

Les chauves-souris en plein vol ont été capturées à l'aide de filets japonais de 6 m et de 12 m de long, de 2,4 m de hauteur avec des mailles de 36 mm. Les filets ont été ouverts environ 30 minutes avant le coucher du soleil et approximativement pendant les trois premières heures d'activité des chauves-souris (entre 18h et 21h) au niveau de leurs zones de passage (sentiers, zones ouvertes, bord de lacs et marécages, clairières et tunnel forestier). Cependant, au niveau de certains sites, les filets ont été déployés toute la nuit pour augmenter la chance de capture. Un piège harpe a été occasionnellement installé afin de capturer les chauves-souris traversant les sentiers forestiers. Les détails sur les différents sites de capture sont présentés dans le Tableau 1.

Pour les espèces synanthropiques, les individus ont été directement collectés à la main dans le plafond des bâtiments durant la journée. Par ailleurs, des prospections pendant le jour et des enquêtes auprès de la population locale ont permis de recenser des chauves-souris au sein des gîtes spécifiques (Tableau 1, Figure 1).

## Taxonomie et identification des espèces capturées

Les individus capturés ont été identifiés en utilisant les références publiées (Peterson *et al.*, 1995 ; Goodman, 2011 ; Goodman *et al.*, 2015a). Les identifications ont été principalement basées sur les caractères morphologiques et les mesures externes. La taxonomie utilisée dans cette étude est celle présentée dans Goodman (2011) et des recherches plus récentes : famille des Hipposideridae (Foley *et al.*, 2015, 2017 ; Goodman *et al.*, 2016), famille des Rhinonycteridae (Foley *et al.*, 2015), famille des Emballonuridae (Goodman *et al.*, 2012 ; Ruedi *et al.*, 2012) et famille des Vespertilionidae (Goodman *et al.*, 2015a). L'identification des espèces appartenant à la sous-famille des Vespertilioninae, capturées dans la présente étude a fait l'objet de caractérisation morphologique et moléculaire.

## Biogéographie

Afin de déterminer l'affinité biogéographique de la communauté des chauves-souris de Tsimembo Manambolomaty avec d'autres localités de l'île, les données d'occurrence d'une espèce au niveau de six sites de la partie occidentale (acronyme entre parenthèses) de Madagascar, ont été utilisées. Ces sites regroupent : le PHP du Complexe Tsimembo

Manambolomaty, le PHP de Menabe Antimena (forêt de Kirindy CNFEREF) (Rakotondramanana & Goodman, 2011 ; Goodman *et al.*, 2015a), le PN de Bemaraha (PNB) (Goodman, 2011), le PHP de Beanka (Ramasindrazana & Goodman, 2011), le PN de Kirindy Mité (Goodman, 2011) et le PN de Tsimanampesotse (Goodman, 2011). Un dendrogramme de dissimilarité a été construit afin d'illustrer les regroupements entre les sites selon leur spécificité en utilisant le package « cluster » (Maechler *et al.*, 2014). Plus la distance euclidienne entre les sites se rapproche de 0, plus ils sont similaires et réciproquement. Les analyses statistiques ont été entreprises en utilisant le logiciel R (R Core Team, 2014).

## Résultats

### Diversité spécifique de l'AP Complexe de Tsimembo Manambolomaty

Au total, 12 espèces de chauves-souris ont été recensées dans le PHP du Complexe Tsimembo Manambolomaty pendant les deux sessions de captures en 2015 et 2016. Ces espèces sont réparties en six familles (Tableau 2).

**Tableau 2.** Diversité spécifique du Paysage Harmonieux du Complexe Tsimembo Manambolomaty après les inventaires de 2015 et 2016. 0 : absence, 1 : présence, \* : espèce observée pendant les deux descentes.

Espèce	2015	2016
<b>Pteropodidae</b>		
<i>Pteropus rufus</i> *	1	1
<i>Rousettus madagascariensis</i>	1	1
<b>Emballonuridae</b>		
<i>Taphozous mauritanus</i>	1	1
<b>Rhinonycteridae</b>		
<i>Triaenops menamena</i>	0	1
<b>Vespertilionidae</b>		
<i>Hypsugo bemaity</i>	0	1
<i>Myotis goudoti</i>	1	0
<i>Pipistrellus hesperidus</i>	1	1
<i>Scotophilus marovaza</i>	1	0
<i>Scotophilus robustus</i>	1	1
<b>Miniopteridae</b>		
<i>Miniopterus griveaudi</i>	0	1
<b>Mollosidae</b>		
<i>Chaerephon leucogaster</i>	1	1
<i>Mops leucostigma</i>	1	1
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

### Famille des Pteropodidae

*Pteropus rufus* E. Geoffroy, 1803

Endémique et largement distribuée à Madagascar (Goodman & Ramasindrazana, 2013), *Pteropus rufus* utilise généralement les grands arbres comme

dortoirs et a été observé suspendu, au repos, au sein des *Cocos nucifera* (famille des Arecaceae) (cocotiers) à Masoarivo et à Ambereny 1 en train de consommer des fruits de *Ziziphus jujuba* (famille des Rhamnaceae) (jujubiers). L'espèce a été aussi observée survolant une aire de plantation de *Musa* (famille des Musaceae) (bananiers) à Andranomivony. Cette espèce de chauves-souris est considérée comme « Vulnérable » suivant la Liste rouge (UICN, 2018).

*Rousettus madagascariensis* G. Grandidier, 1928

Cette espèce endémique et frugivore est largement distribuée dans la Grande Ile à des altitudes allant du niveau de la mer jusqu'à 1160 m (Goodman & Ramasindrazana, 2013). Elle a été capturée au sein de cinq sites, notamment à Tseranandaka 1, Ankirangato 2, Andranomivony, Ambereny 1 et Mahatsinjo, à l'aide des filets japonais. Elle est considérée comme « Quasi menacée » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

**Famille des Emballonuridae**

*Taphozous mauritianus* (E. Geoffroy, 1818)

Cette espèce non-endémique est connue uniquement de quelques localités à Madagascar, dont des zones urbaines, rurales et forestières (Goodman, 2011 ; Goodman & Ramasindrazana, 2013 ; Rakotondramanana *et al.*, 2017). *Taphozous mauritianus* qui est présent dans la partie subsaharienne en Afrique (Monadjem *et al.*, 2010) et dans les îles de l'océan Indien occidental (O'Brien, 2011) perche sur des surfaces verticales (rochers, murs et troncs d'arbre). L'espèce a été capturée à l'aide de filets japonais, au niveau des gîtes diurnes tels *Cocos nucifera* à Ambereny 1 et Ambereny 2 et *Tamarindus indica* (famille des Fabaceae) (tamarinier) à Ankirangato 1. Leur habitat est caractérisé d'une part par une forêt dégradée avec une prédominance de *Cocos nucifera* et d'autre part par un milieu anthropisé. Cette espèce est considérée comme « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

**Famille des Vespertilionidae**

*Myotis goudoti* (A. Smith, 1834)

Espèce endémique largement répartie dans la Grande Ile (Goodman & Ramasindrazana, 2013), *Myotis goudoti* gîte pendant le jour dans les grottes, les crevasses et probablement dans les cavités des troncs d'arbre. Cette espèce a été capturée,

une seule fois au sein d'une zone forestière en absence de formation rocheuse à Bemolaka. Elle est considérée comme une espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

*Scotophilus robustus* Milne-Edwards, 1881

Endémique de Madagascar, cette espèce de grande taille pour ce genre est largement distribuée sur la Grande Ile et dans divers habitats allant des forêts humides aux forêts sèches caducifoliées (Goodman, 2011). *Scotophilus robustus* est connu occuper des constructions humaines. Cette espèce a été capturée à Tseranandaka 2 à proximité d'un pied de *Ficus cocculifolia* (famille des Moraceae) (*adabo* ou figuier) et dans des aires de plantation de *Mangifera indica* (famille des Anacardiaceae) (manguiers) et des rizières à Ambereny 3. Elle est considérée comme espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

*Scotophilus marovaza* Goodman, Ratrimomanarivo & Randrianandrianina, 2006

Espèce endémique de Madagascar, et de petite taille par rapport à ses congénères malgaches (Goodman *et al.*, 2006). Elle a été observée dans différents sites de basses altitudes de la partie occidentale de Madagascar, caractérisés par des formations secondaires (Goodman, 2011). Cette espèce a été capturée à Tseranandaka 1 près d'un point d'eau entouré de bananiers. Elle est considérée comme une espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

*Pipistrellus hesperidus* (Temminck, 1840)

Dans le PHP du Complexe Tsimembo Manambolomaty, des pipistrelles ont été capturées aux alentours du lac Soamalipo à Ankivahivahy, au bord du même lac mais du côté d'Ankirangato dans une clairière à la périphérie d'une forêt dense sèche caducifoliée et au niveau d'une plantation de bananiers à Andranomivony. Elle est considérée comme une espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

*Hypsugo bemainty* Goodman, Rakotondramanana, Ramasindrazana, Kearney, Monadjem, Schoeman, Taylor, Naughton & Appleton, 2015

Espèce endémique à Madagascar et récemment décrite, *Hypsugo bemainty* peut se distinguer par la couleur sombre à noire de son pelage dorsal et de

ses membranes alaires (Goodman *et al.*, 2015a). Un individu a été capturé aux alentours d'une zone marécageuse à Ambereny 2. Cette espèce n'a pas encore été évaluée dans la Liste rouge.

### **Famille des Molossidae**

*Mops leucostigma* Allen, 1918

Espèce endémique largement répartie dans la Grande Ile, *Mops leucostigma* est souvent synanthropique. Elle a été échantillonnée au sein de plusieurs sites : Soatana, Antsakoramby, Mahatsinjo, Ambereny 1, Ambereny 2 et Ambereny 3. Cette espèce a été observée en sympatrie avec *Chaerephon leucogaster* à Ambereny 1 et à Soatana. Elle est considérée comme une espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

*Chaerephon leucogaster* (Grandidier, 1870)

Non endémique et la plus petite espèce de sa famille à Madagascar, *Chaerephon leucogaster*, est largement distribuée dans la partie occidentale. Cette espèce, souvent synanthropique, utilise les constructions humaines et vit en sympatrie avec *Mops leucostigma* comme le cas des colonies observées à Ambereny 1 et à Soatana. Elle est considérée comme une espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

### **Famille des Rhinonycteridae**

*Triadenops menamena* Goodman & Ranivo, 2009

Cette espèce se distingue des autres par un nez feuillu tridenté de telle sorte que la dent centrale est plus longue que les deux autres (Goodman, 2011). Un individu de cette espèce a été capturé aux alentours d'une zone marécageuse à Ambereny 2. Elle est considérée comme une espèce à « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

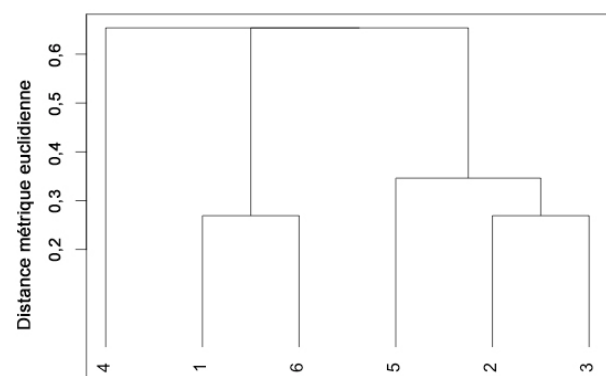
### **Famille des Miniopteridae**

*Miniopterus griveaudi* Harrison, 1959

C'est une espèce endémique de Madagascar et des Comores (Goodman, 2011). Elle a été recensée pendant cette étude, en train de survoler une construction humaine à toiture faite de *Bismarckia* (famille des Arecaceae) (palmiers) à Ankivahivahy. Cette espèce est classée « Données insuffisantes » sur la Liste rouge (UICN, 2018).

## **Affinité biogéographique des chauves-souris de Tsimembo Manambolomaty**

Pour cette étude de similarité, six localités de l'Ouest de Madagascar, telles que l'AP de Tsimembo Manambolomaty, la forêt de Kirindy CNFEREF, le Parc National (PN) de Bemaraha, le Paysage Harmonieux Protégé (PHP) de Beanka, le PN de Tsimanampesotse et le PN de Kirindy Mité ont été sélectionnées (Tableau 3). Elles sont regroupées selon leur diversité spécifique, plus elles présentent des espèces en commun, plus elles sont similaires. Le dendrogramme de dissimilarité a permis de séparer les sites en trois principaux regroupements (Figure 2). Le premier groupe est constitué par l'isolement du PN de Tsimanampesotse se trouvant au Sud-ouest de l'île face aux deux autres groupes, dont celui composé par le PN de Bemaraha et le PHP de Beanka au Centre-ouest. Le dernier groupe est formé par deux sous-unités : celle de l'AP de Tsimembo Manambolomaty se trouvant au Centre-ouest de l'île et celle de la forêt de Kirindy au Centre-ouest avec le PN de Kirindy Mité situé au Sud-ouest (Figure 2).



**Figure 2.** Affinité biogéographique des chauves-souris du Paysage Harmonieux du Complexe Tsimembo Manambolomaty en distance euclidienne, liaison complète. 1 : PN de Bemaraha, 2 : forêt de Kirindy, 3 : PN de Kirindy Mité, 4 : PN de Tsimanampesotse, 5 : PHP du Complexe de Tsimembo Manambolomaty et 6 : PHP de Beanka.

## **Discussion**

### **Diversité spécifique de l'AP de Tsimembo Manambolomaty**

Les inventaires effectués dans l'AP de Tsimembo Manambolomaty ont permis de recenser 12 espèces réparties en six familles. Cette diversité est relativement moyenne comparée à celle d'autres localités de la partie occidentale de l'île comme

**Tableau 3.** Répartition des espèces de chauves-souris dans quelques localités de l'Ouest de Madagascar. Voir Méthodes pour obtenir des informations sur les sources de données. 0 : absence, 1 : présence.

Sites	PNB	CNFEREF	PN KM	PNT	CTM	FB
<i>Pteropus rufus</i>	1	1	1	0	1	1
<i>Eidolon dupreanum</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Rousettus madagascariensis</i>	1	0	1	0	1	1
<i>Macronycteris commersoni</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Paratriaenops furculus</i>	1	0	1	1	0	1
<i>Triaenops menamena</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Taphozous mauritianus</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Paremballonura tiavato</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Mormopterus jugularis</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Chaerephon leucogaster</i>	1	1	1	0	1	1
<i>Mops leucostigma</i>	1	1	1	0	1	1
<i>Mops midas</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Otomops madagascariensis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Scotophilus marovaza</i>	0	1	0	0	1	0
<i>Scotophilus tandrefana</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Scotophilus robustus</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Pipistrellus hesperidus</i>	0	1	1	0	1	0
<i>Pipistrellus raceyi</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Hypsugo bemaity</i>	0	1	1	0	1	0
<i>Myotis goudoti</i>	1	1	1	0	1	1
<i>Miniopterus aelleni</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Miniopterus brachytragos</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Miniopterus gleni</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Miniopterus griveaudi</i>	1	0	0	0	1	1
<i>Miniopterus mahafaliensis</i>	0	0	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

le PN de Bemaraha qui héberge 18 espèces (Goodman, 2011). Les inégalités des efforts de capture et la saison d'inventaire ou la disponibilité des gîtes pourraient être à l'origine de cette différence de la richesse spécifique. Dans le cas de Tsimembo Manambolomaty, la spécificité écologique (température, niche écologique occupée, humidité relative) (Begon *et al.*, 1990) pourrait influencer également leur diversité.

Deux espèces de chauves-souris frugivores ont été recensées lors de cette étude. Une colonie d'une dizaine d'individus de *Pteropus rufus* a été observée suspendus aux branches de *Cocos nucifera* dans l'aire protégée. Concernant *Rousettus madagascariensis*, l'espèce est connue pour se reposer dans des caves et des crevasses (Goodman *et al.*, 2010a). Néanmoins, leurs gîtes n'ont pas été identifiés lors de la présente étude.

Au sujet des espèces animalivores, 10 espèces ont été inventoriées. Durant les études antérieures à Madagascar, *Taphozous mauritianus* a été rencontré dans des arbres, sur des fissures de rochers et sur des murs de bâtiments (Kofoky *et al.*, 2007 ; Goodman & Ramasindrazana, 2013 ; Rakotondramanana *et al.*, 2017). Au sein de cette AP, l'espèce utilise les troncs

de *Cocos nucifera* et de *Tamarindus indica* comme gîte diurne. Durant le jour, les individus peuvent se déplacer d'un pied de *C. nucifera* à un autre lorsque leur gîte est perturbé.

Concernant les types de gîte des Vespertilionidae recensés durant cette étude, le dortoir de *Scotophilus marovaza* n'a pas été identifié mais l'espèce utilise les feuilles de palmier sèches et les toits de maisons fabriquées avec ces dernières comme gîtes (Goodman, 2011). En revanche, son congénère *S. robustus* possède comme dortoir des bâtiments, des creux d'arbres et des affleurements rocheux (Ratrimomanarivo, 2005 ; Rakotonandrasana & Goodman, 2007). La présence d'habitations en toiture de *Bismarckia* ainsi que d'autres bâtiments au sein des sites d'étude laisse à supposer l'utilisation de ces structures comme gîte diurne du genre *Scotophilus*. Par ailleurs, *Myotis goudoti* a été capturé sur un passage forestier à l'intérieur d'une forêt dense sèche caducifoliée. Pour les pipistrelles, durant les séances de capture, certains individus ont été capturés dans un milieu ouvert à proximité d'un grand lac avec présence de quelques constructions humaines à toiture en *Bismarckia*, alors que d'autres ont été capturés dans un milieu ouvert constitué



d'une prairie, d'une plantation de bananiers et des pieds de manguiers ainsi que dans un milieu lacustre en périphérie d'une forêt sèche caducifoliée. Les dortoirs de ces taxa n'ont pas été identifiés durant cette étude. Néanmoins, les données actuellement disponibles suggèrent que ces espèces utilisent les maisons ou le creux des grands arbres comme gîte diurne (Goodman, 2011 ; Goodman *et al.*, 2014). La présence de *Hypsugo bemaity* au sein de Tsimembo Manambolomaty n'est pas surprenante du fait que cette espèce est connue dans un habitat relativement similaire au site d'étude, dans la forêt sèche décidue établie sur sol sableux de Kirindy CNFEREF (Rakotondramanana & Goodman, 2011), à Kirindy Mité et Zombitse-Vohibasia, mais aussi jusqu'à une localité de roche calcaire à Saint Augustin (Goodman *et al.*, 2015a).

Concernant les Molossidae, *Mops leucostigma* et *Chaerephon leucogaster* ont été observés vivre en sympatrie dans les toits de bâtiments au sein de l'AP Tsimembo Manambolomaty. Ces résultats confirment ceux de Randrianandrianina *et al.* (2006) dans le PN de Mantadia et le PN d'Analamazaotra où leurs colonies mixtes ont été recensées dans des toits de bâtiments. *Mops leucostigma* peut également vivre dans le tronc creux d'*Adansonia madagascariensis* (famille des Malvaceae) (baobab) avec *Miniopterus manavi* sensu lato (Andriafidison *et al.*, 2006) et de *Commiphora* (famille des Burseraceae) avec *Mops midas* et *Chaerephon leucogaster* (Rakotondramanana, 2011).

Une seule espèce de la famille des Miniopteridae, *M. griveaudi*, a été recensée. Son dortoir n'a pas été identifié au sein du Tsimembo Manambolomaty mais elle a été capturée à proximité d'un grand lac avec la présence de quelques constructions humaines. Les informations disponibles affirment que cette espèce peut aussi être rencontrée dans les zones à formation calcaire, ouvertes ou boisées (Goodman 2011 ; Goodman & Ramasindrazana, 2013).

*Triaenops menamena* a été recensé au niveau d'une zone marécageuse durant cette étude. Même si des résultats antérieurs ont indiqué que l'espèce est fréquemment répertoriée dans les zones à formations calcaires dont celles des AP d'Ankarana, d'Analamerana, de Namoroka, de Bemaraha et du Plateau Mahafaly (Goodman, 2011). Elle a été également recensée sur une formation sableuse, dans la forêt de Kirindy CNFEREF (Rakotondramanana & Goodman, 2011).

## Biogéographie

Le regroupement des six localités en trois souligne une séparation biogéographique assez fine du PN de Tsimanampesotse par rapport aux autres localités en remontant la latitude. En outre, la séparation des deux groupes restants rejoint l'argument de la disponibilité des gîtes en faveur des sites, reposant sur sol à formation calcaire en ce qui concerne la richesse spécifique (Goodman *et al.*, 2005). En effet, le dendrogramme sépare les sites possédant des roches calcaires émergés d'un côté (PN de Bemaraha et le PNP de Beanka) et ceux qui n'en n'ont pas de l'autre côté (Complexe Tsimembo Manambolomaty, Kirindy CNFEREF et Kirindy Mité).

Le PHP du Complexe Tsimembo Manambolomaty est regroupé avec la forêt de Kirindy CNFEREF et du PN de Kirindy Mité. Autrement dit, ces sites ont un degré de similarité élevé, avec la présence de *Triaenops menamena*, *Chaerephon leucogaster*, *Mops leucostigma*, *Pipistrellus hesperidus* et *Myotis goudoti* en commun. Néanmoins, les deux dernières localités formant la sous-unité Kirindy Mité / Kirindy CNFEREF sont davantage plus proches (Tableau 3) et partagent neuf espèces communes (*Pteropus rufus*, *Macronycteris commersoni*, *T. menamena*, *C. leucogaster*, *Mops leucostigma*, *M. midas*, *Hypsugo bemaity*, *Pipistrellus hesperidus* et *Myotis goudoti*). Une dissimilarité de 10 % (Figure 2) peut être déduite entre la sous-unité Kirindy Mité / Kirindy CNFEREF par rapport à notre site d'étude, la sous unité AP Complexe Tsimembo Manambolomaty. En effet, seul l'AP Complexe Tsimembo Manambolomaty héberge *Taphozous mauritanus*, par contre *Macronycteris commersoni* et *Mops midas* n'ont pas été recensés au sein de ce site. Nous supposons ainsi une probable aire de distribution restreinte ou la présence des limites aux facteurs de dispersion de *T. mauritanus* sachant que c'est une espèce peu documentée et peu recensée dans une partie des régions de l'Ouest à Madagascar (Goodman & Ramasindrazana, 2013), et cela malgré plus de deux décennies d'inventaire dans toute l'île. D'un autre côté, il y a le regroupement du PN de Tsimanampesotse, PN de Bemaraha et du PHP de Beanka qui sont similaires par la présence de trois espèces qui leur sont communes, *Macronycteris commersoni*, *Paratriaenops furculus* et *Triaenops menamena*. La sous-unité formée par le PHP de Beanka / PN de Bemaraha sont d'ailleurs les sites les plus similaires (Tableau 3). Ces deux sites ont 12 espèces en commun (*Pteropus rufus*, *Rousettus madagascariensis*, *M. commersoni*, *Paratriaenops*

*furculus*, *T. menamena*, *Paremballonura tiavato*, *C. leucogaster*, *Mops leucostigma*, *Myotis goudoti*, *Miniopterus aelleni*, *M. gleni* et *M. griveaudi*). L'écart de similitude entre la sous-unité de Tsimanampesotse et celle du PHP de Beanka / PN de Bemaraha atteint cependant les 30 % (Figure 2). Une distance qui peut s'interpréter par 30 % d'espèces de chauves-souris non communes aux deux sous-unités.

### Conservation des chauves-souris de l'AP du Complexe Tsimembo Manambolomaty

Ayant une richesse spécifique relativement élevée en chiroptères, certaines de ces espèces malgaches sont menacées (UICN, 2018). La pression exercée par l'homme est citée comme principale cause des menaces. La déforestation est la plus frappante car il s'ensuit des perturbations des dortoirs (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2011), voire même à la perte d'habitat. Sans oublier la collecte massive des fèces dans les gîtes, spécifiquement les grottes, pour la fabrication des engrais qui entraînerait des perturbations sur les colonies qui y sont présentes (Furey & Racey, 2016). La consommation de leur viande en tant que gibiers et comme source de protéines pendant la période de soudure est aussi des menaces pour les chauves-souris. Les principales concernées sont les espèces frugivores, *Pteropus rufus*, *Eidolon dupreanum* et *Rousettus madagascariensis* (Jenkins & Racey, 2008), mais également le genre *Macronycteris* (Rakotoarivelo *et al.*, 2011). En ce qui concerne les chauves-souris de l'AP Tsimembo Manambolomaty, la perte d'habitat est l'une des principales menaces. Par exemple, les espèces synanthropiques sont chassées par les populations locales qui les considèrent comme des animaux nuisibles étant donné qu'elles gîtent dans les plafonds des bâtiments en détruisant ces derniers et en provoquant des odeurs nauséabondes. Les autres espèces non synanthropiques servent des jouets pour les enfants et les espèces frugivores sont utilisées comme gibier.

Étant donné les différentes menaces qui s'exercent sur la faune chiroptérologique de l'AP Complexe Tsimembo Manambolomaty, des mesures devraient être prises pour leur conservation car en participant à la réduction de certaines maladies zoonotiques, à la régulation des populations d'insectes (Patterson *et al.*, 2003) et à la pollinisation de certaines plantes (von Helversen & Winter, 2003), les chauves-souris participent à l'équilibre écosystémique (Herrera *et al.*, 2001 ; Muscarella & Fleming, 2007 ; Kunz *et al.*, 2011 ; Kasso & Balakrishnan, 2013). L'application

des « dina » concernant l'interdiction de la chasse des individus vivant au niveau des bâtiments publics et la limitation de la consommation des espèces frugivores serait nécessaire pour atténuer les menaces pesant sur ces espèces. Il serait aussi nécessaire d'encourager les habitants dans le reboisement dans le but de minimiser la perte des habitats et de fournir un maximum de ressource alimentaire pour les espèces frugivores. Ainsi, des suivis biologiques et écologiques contribueraient à la connaissance de leur dynamique afin de prendre les décisions adéquates pour leur sauvegarde.

### Conclusion

Cette étude réalisée dans le AP du Complexe Tsimembo Manambolomaty lors de la saison sèche a permis d'actualiser les données sur la faune chiroptérologique de la région Ouest de Madagascar auparavant inconnue et d'obtenir un aperçu de la faune chiroptérologique du site d'étude en mettant en exergue la richesse spécifique. Au total 12 espèces de chauves-souris ont été recensées, dont 11 espèces capturées et une espèce observée au sein de son gîte diurne. Par contre, cette recherche présente quelques limites, car étant donné que l'étude n'a été réalisée que pendant la saison sèche, la diversité spécifique du site pourrait augmenter du fait que certaines espèces de chauves-souris sont migratrices. Davantage d'étude pendant la saison humide et dans d'autres parties de l'aire protégée seraient donc nécessaires pour avoir des informations exhaustives sur la diversité chiroptérologique de cette aire protégée.

### Remerciements

Nous tenons exprimer nos vifs remerciements à la Direction Générale des Forêts pour les autorisations de recherches relatives à cette étude (n°241/15/MEEMF/SG/DGF/DAPT/SCHT et n°188/16/MEEF/SG/DGF/DSAP/SCB.Re) et la Mention Zoologie et Biodiversité Animale de l'Université d'Antananarivo pour les aspects administratifs. Cette étude n'a pas pu être entreprise sans le soutien financier et logistique de la Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar et de l'ONG The Peregrine Fund.

### Références bibliographiques

Andriafidison, D., Andrianaivoarivelo, R. A., Ramilijaona, O. R., Razanahoera, M. R., MacKinnon, J., Jenkins, R. K. B. & Racey, P. A. 2006. Nectarivory

- by endemic Malagasy fruit bats during the dry season. *Biotropica*, 38: 85-90.
- Andrianaivoarivelo, R., Ramilijaona, O., Racey, P., Razafindrakoto, N. & Jenkins, R. K. B. 2011.** Feeding ecology, habitat use and reproduction of *Rousettus madagascariensis* Grandidier, 1928 (Chiroptera: Pteropodidae) in eastern Madagascar. *Mammalia*, 75: 69-78.
- Begon, M., Harper, J. L. & Townsend, C. R. 1990.** *Ecology: Individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bousquet, B. & Rabetaliana, H. 1992.** *Site du patrimoine mondial des Tsingy de Bemaraha et autres sites d'intérêt biologique et écologique du fivondronana d'Antsalova*. Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture, Paris.
- Denzinger, A. & Schnitzler, H.-U. 2013.** Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*, 4: 164. doi: 110.3389/fphys.2013.00164.
- Foley, N. M., Thong, V. D., Soisook, P., Goodman, S. M., Armstrong, K. N., Jacobs, D. S., Puechmaille, S. J. & Teeling, E. C. 2015.** How and why overcome the impediments to resolution: Lessons from rhinolophid and hipposiderid bats. *Molecular Biology and Evolution*, 32: 313-333.
- Foley, N. M., Goodman, S. M., Whelan, C. V., Puechmaille, S. J. & Teeling, E. 2017.** Towards navigating the Minotaur's labyrinth: Cryptic diversity and taxonomic revision within the speciose genus *Hipposideros* (Hipposideridae). *Acta Chiropterologica*, 19: 1-18.
- Furey, N. & Racey, P. A. 2016.** Conservation ecology of cave bats. In *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world*, eds. C. C. Voigt & T. Kingston, pp. 463-500. Springer, Cham.
- Gautier, L., Goodman, S. M. & Raherilalao, M. J. 2013.** La forêt de Beanka, Région Melaky, Ouest de Madagascar : Introduction et présentation du milieu. *Malagasy Nature*, 7: 3-13.
- Goodman, S. M. 2011.** *Les chauves-souris de Madagascar*. Association Vahatra, Antananarivo.
- Goodman, S. M. & Ramasindrazana, B. 2013.** Bats or the order Chiroptera. In *Atlas of selected land vertebrates of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & M. J. Raherilalao, pp. 169-209. Association Vahatra, Antananarivo.
- Goodman, S. M. & Ranivo, J. 2009.** The geographical origin of the type specimens of *Triaenops humbloti* and *T. rufus* (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., Tsihara, M., Rakotondravony, D., Ranivo, J., Ratrimomanarivo, F., Razafimanahaka, J. & Racey, P. A. 2005.** The distribution and conservation of bats in the dry regions of Madagascar. *Animal Conservation*, 8: 153-165.
- Goodman, S. M., Ratrimomanarivo, F. H. & Randrianandrianina, F. 2006.** A new species of *Scotophilus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from western Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8: 21-37.
- Goodman, S. M., Chan, L. M., Nowak, M. D. & Yoder, A. D. 2010a.** Phylogeny and biogeography of western Indian Ocean *Rousettus* (Chiroptera: Pteropodidae). *Journal of Mammalogy*, 91: 593-606.
- Goodman, S. M., Buccas, W., Naidoo, T., Ratrimomanarivo, F., Taylor, P. J. & Lamb, J. 2010b.** Patterns of morphological and genetic variation in western Indian Ocean members of the *Chaerephon "pumilus"* complex (Chiroptera: Molossidae) with the description of a new species of Madagascar. *Zootaxa*, 2551: 1-36.
- Goodman, S. M., Ramasindrazana, B., Maminirina, C. P., Schoeman, M. C. & Appleton, B. 2011.** Morphological, bioacoustical, and genetic variation in *Miniopterus* bats from eastern Madagascar, with the description of a new species. *Zootaxa*, 2880: 1-19.
- Goodman, S. M., Puechmaille, P. J., Friedli-Weyeneth, N., Gerlach, J., Ruedi, M. & Schoeman, M. C. 2012.** Phylogeny of the Emballonurini (Emballonuridae) with descriptions of a new genus and species from Madagascar. *Journal of Mammalogy*, 93(6): 1440-1455.
- Goodman, S. M., Rasoanoro, M., Ralisata, M. & Ramasindrazana, B. 2014.** The bats of the Kianjavato-Vatovavy region, lowland eastern central Madagascar. *Malagasy Nature*, 8: 89-102.
- Goodman, S. M., Rakotondramanana, C. F., Ramasindrazana, B., Kearney, T., Monadjem, A., Schoeman, M. C., Taylor, P. J., Naughton, K. & Appleton, B. 2015a.** An integrative approach to characterize Malagasy bats of the subfamily Vespertilioninae Gray, 1821, with the description of a new species of *Hypsugo*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 173: 988-1018.
- Goodman, S. M., Ramasindrazana, B., Naughton, K. & Appleton, B. 2015b.** Description of a new species of the *Miniopterus aelleni* group (Chiroptera: Miniopteridae) from upland areas of central and northern Madagascar. *Zootaxa*, 3936: 538-558.
- Goodman, S. M., Schoeman, C. M., Rakotoarivelo, A. A. & Willows-Munro, S. 2016.** How many species of *Hipposideros* have occurred on Madagascar since the late Pleistocene. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 177: 428-449.
- Goodman, S. M., Raherilalao, M. J. & Wohlhauser, S. 2018.** Les aires protégées terrestres de Madagascar : Leur histoire, description et biote. Association Vahatra, Antananarivo.
- Herrera, M. L. G., Hobson, K. A., Manzo, A. A., Estrada, D. B., Sanchez-Cordero, V. & Mendez G. C. 2001.** The role of fruits and insects in the nutrition of frugivorous bats: Evaluating the use of stable isotope models. *Biotropica*, 33: 520-528.
- Jenkins, R. K. B. & Racey, P. A. 2008.** Bats as bushmeat in Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, 3: 22-30.

- Kasso, M. & Mundanthra, B. 2013.** Ecological and economic importance of bats (Order Chiroptera). *ISRN Biodiversity*, 2013: 1-9.
- Kofoky, A., Andriafidison, D., Ratrimomanarivo, F., Razafimanahaka, J., Rakotondravony, D., Racey, P. & Jenkins, R. K. B. 2007.** Habitat use, roost selection and conservation of bats in Tsingy de Bemaraha National Park, Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 16: 1039-1053.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. & Fleming, T. H. 2011.** Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223: 1-38.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyt, A., Hubert, M. & Hornik, K. 2014.** Cluster: Cluster analysis basics and extensions. R package version 1.15.3.
- Monadjem, A., Taylor, P. J., Cotterill, F. P. D. & Schoeman, M. 2010.** *Bats of southern and central Africa: A biogeographic and taxonomic synthesis*. Wits University Press, Johannesburg.
- Muscarella, R. & Fleming, T. H. 2007.** The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*, 82: 573-590.
- Neuweiler, G. 2000.** *The biology of bats*. Oxford University Press, Oxford.
- O'Brien, J. 2011.** Bats of western Indian Ocean islands. *Animals*, 1: 259-290.
- Patterson, B. D., Willig, M. R. & Stevens, R. D. 2003.** Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. In *Bat ecology*, eds. M. B. Fenton & T. H. Kunz, pp. 536-579. The University of Chicago Press, Chicago.
- Peterson, R. L., Eger, J. L. & Mitchell, L. 1995.** *Chiroptères. Faune de Madagascar*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- R Core Team. 2014.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rakotonandrasana, E. & 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.
- Rakotoarivelo, A. R., Razafimanahaka, J. H., Rabesihanaka, S., Jones, J. P. G. & Jenkins, R. K. B. 2011.** Lois et règlements sur la faune sauvage à Madagascar : Progrès accomplis et besoins du futur. *Madagascar Conservation & Development*, 6: 37-44.
- Rakotondramanana, C. F. 2011.** Des Molossidæ dans un arbre gîte de la région de Menabe central : Description et biologie. *Malagasy Nature*, 5: 132-135.
- Rakotondramanana, C. F. & Goodman, S. M. 2011.** Inventaire de chauves-souris dans la concession forestière de Kirindy CNFEREF, Morondava, Madagascar. *Malagasy Nature*, 5: 109-120.
- Rakotondramanana, C. F., Rajemison, B. & Goodman, S. M. 2015.** Comportement alimentaire des communautés de chauves-souris animalivores de Kirindy CNFEREF et d'Antsahabe, Madagascar : Répartition, partage et disponibilité de niche alimentaire. *Malagasy Nature*, 9: 68-87.
- Rakotondramanana, C. F., Rakotomalala, Z. & Ramasindrazana, B. 2017.** Occurrence of *Taphozous mauritanus* (Emballonuridae) in Maintirano, western Madagascar. *Malagasy Nature*, 12: 112-113.
- Ramasindrazana, B. & Goodman, S. M. 2011.** Bats of the Beanka Forest, a limestone karstic zone near Maintirano, central western Madagascar. *Malagasy Nature*, 5: 121-128.
- Ramasindrazana, B. & Goodman, S. M. 2012.** Bio-écologie des chauves-souris du Parc National de Tsimanampesotsa. 1. Identification bioacoustique et habitat préférentiel. *Malagasy Nature*, 6: 103-116.
- Ramasindrazana, B., Rakotondramanana, C. F., Schoeman, C. M. & Goodman, S. M. 2015.** Evidence of echolocation call divergence in *Hipposideros commersoni* sensu stricto (E. Geoffroy, 1803) from Madagascar and correlation with body size. *Acta Chiropterologica*, 17: 85-94.
- Randrianandrianina, F., Andriafidison, D., Kofoky, A. F., Ramilijaona, O., Ratrimomanarivo, F., Racey, P. A. & 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.
- 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.
- Ratrimomanarivo, F. H. 2005.** The first records of the synanthropic occurrence of *Scotophilus* spp. on Madagascar. *African Bat Conservation News*, 6: 3-4.
- Ruedi, M., Weyeneth, N. F., Teeling, E. C., Puechmaille, S. J. & Goodman, S. M. 2012.** Biogeography of Old World emballonurine bats (Chiroptera: Emballonuridae) inferred with mitochondrial and nuclear DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 64: 204-211.
- Simmons, N. B. 2005a.** An Eocene big bang for bats. *Science*, 307: 527-528.
- Simmons, N. B. 2005b.** Order Chiroptera. In *Mammal species of the World: A taxonomic and geographic reference*, 3rd edition, eds., D. E. Wilson & D. M. Reeder, pp. 312-529. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- The Peregrine Fund. 2013.** *Plan d'aménagement et de gestion de la Nouvelle Aire Protégée de Tsimembo-Manambolomaty*. The Peregrine Fund, Antananarivo.
- IUCN. 2018.** The IUCN Red list of threatened species. Retrieved 4 July 2018, from <http://www.IUCNredlist.org/search>.
- Von Helversen, O. & Winter, Y. 2003.** Glossophagine bats and their flowers: Costs and benefits for plants and pollinators. In *Bat ecology*, eds. M. B. Fenton. & T. H. Kunz, pp. 536-579. The University of Chicago Press, Chicago.