

- ozza, F.; Williamson, E.A.; Wallis, J. 2012. Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2012–2014. IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), and Bristol Conservation and Science Foundation, Bristol, UK. 40pp.
- Rakotonirina, L.; Rajaonson, A.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Fanomezantsoa, P.; Ramahefasoa, B.; Rasolofoharivelo, T.; Ravaloharimanitra, M.; Ratsimbazafy, J.; Dolch, R.; King, T. 2011. New distributional records and conservation implications for the critically endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*. *Folia Primatologica* 82 (2): 118–129.
- Randrianarimanana, L.; Ravaloharimanitra, M.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Rasolofoharivelo, T.; Ratsimbazafy, J.; Dolch, R.; King, T. 2012. Statut et conservation de *Prolemur simus* dans les sites de Ranomainty et Sakalava du Corridor Ankeniheny-Zahamena. *Lemur News* 16: 2–7.
- Ravaloharimanitra, M.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Rajaonson, A.; Rakotonirina, L.; Rasolofoharivelo, T.; Ndrimiary, J.N.; Andriambololona, J.; Nasoavina, C.; Fanomezantsoa, P.; Rakotoarisoa, J.C.; Yousouf; Ratsimbazafy, J.; Dolch, R.; King, T. 2011. Gathering local knowledge in Madagascar results in a major increase in the known range and number of sites for critically endangered greater bamboo lemurs (*Prolemur simus*). *International Journal of Primatology* 32 (3): 776–792.

## Taille de la population d'*Avahi laniger* dans la réserve d'Ambodiriana-Manompana, Nord-est de Madagascar

Esther Sabin<sup>1\*</sup>, Coralie Delarue<sup>1</sup>, Chantal Misandeau<sup>2\*</sup>, Pascal Besse<sup>1</sup>, Jordi Salmona<sup>3\*</sup>, Lounès Chikhi<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Université de la Réunion, Faculté des Sciences et Technologies, 15 avenue René Cassin, BP7151, 97715 Saint-Denis, France

<sup>2</sup>ADEFA (Association de Défense de la Forêt d'Ambodiriana-Manompana, 516-S-Ivongo, 3 rue des Cocotiers, Pointe des Châteaux, 97436 Saint Leu, France

<sup>3</sup>Population and Conservation Genetics Group, Instituto Gulbenkian de Ciencia, Oeiras Portugal

<sup>4</sup>CNRS, Université Paul Sabatier, ENFA, UMR 5174 EDB (Laboratoire Evolution & Diversité Biologique), Toulouse, France

<sup>5</sup>Université de Toulouse, UMR 5174 EDB, Toulouse, France

\*Corresponding authors: [sabin.esther@gmail.com](mailto:sabin.esther@gmail.com); [jordi.salmona@gmail.com](mailto:jordi.salmona@gmail.com); [misandeauchantal@gmail.com](mailto:misandeauchantal@gmail.com)

**Mots-clés:** Madagascar, *Avahi laniger*, densité, Ambodiriana-Manompana, conservation.

*Avahi laniger* est le seul lémurien nocturne appartenant à la famille des Indriidae qui habite les forêts humides de l'est de Madagascar (Mittermeier *et al.*, 2010) dont une partie disparaît chaque année (exploitation du bois, pratique du «tavy» ou culture sur brûlis) (Beaumont and Fayolle, 2011; Lehman and Wright, 2000). La fragmentation et la destruction de leur habitat ainsi que la chasse menacent la survie de nombreuses espèces de lémuriens incluant celle de *A. laniger* (Jenkins *et al.*, 2011; Rakotondravony and Rabenandrasana, 2011; Anderson, Rowcliffe and Cowlishaw, 2007).

Nous avons réalisé, entre fin Avril et Mai 2012, une étude de densité de la population de *A. laniger* au sein de l'aire protégée de Manompana-Ambodiriana afin d'estimer la taille de la population totale et de déterminer l'impact du projet de conservation menée par l'Association de Défense de la Forêt d'Ambodiriana (ADEFA) qui recherche l'évolution démographique à moyen terme de cette espèce.

## Site d'étude: la forêt d'Ambodiriana-Manompana

D'une superficie de 2,25km<sup>2</sup>, la forêt d'Ambodiriana-Manompana (Fig. 1) est située à 7 km du village de Manompana (200km au nord de Tamatave; S16°40'34.7" et E49°42'16.3"). Cette forêt se compose de deux collines séparées par le fleuve Manompana. Cette réserve est essentiellement constituée de forêt primaire non dégradée. Toutefois, il est possible de trouver des patches de forêt primaire dégradée (exploitation du bois, cyclones) et de savoka (conséquence de la culture sur brûlis). Depuis 1996, l'ADEFA se consacre à la gestion et à l'étude de cette forêt pour en assurer le suivi et la restauration.

## Méthodologie: estimation de la densité

La densité de population des avahi a été évaluée en utilisant la méthode de «Line-transect – distance sampling» (Salmona *et al.*, 2013; Viana-Meyler *et al.*, 2012; Marshall *et al.*, 2008; Buckland *et al.*, 2001; Burnham *et al.*, 1980). Six transects (de 70 et 650 mètres de longueur) ont été créés au sein des différentes unités écologiques de la forêt (Fig. 1). Les transects ont été parcourus entre le 30 avril et 18 mai 2012, à des horaires diurnes (8h-16h30) et nocturnes (6h-8h et 16h30-23h), et répétés 6 à 15 fois par une équipe de quatre personnes.

Deux méthodes d'estimation de la densité ont été utilisées. Celles-ci se basent sur le même principe : pour chacune, la densité (D) est égale au nombre total d'observations (NT), divisé par l'aire d'observation (A). L'aire d'observation étant le produit de la longueur totale parcourue (LT) et de la largeur effective d'observation (ESW—Effective Strip Width) qui peut être estimée de différentes manières selon la méthode utilisée (cf Viana-Meyler *et al.*, 2012 pour plus de détails concernant les méthodes). La méthode MPD (Mean Perpendicular Distance, Gates *et al.*, 1968) estime l'ESW en utilisant la moyenne de la distance au transect de toutes les observations. Tandis que la méthode CDS (Conventional Distance Sampling, Buckland *et al.*, 2001), implémentée dans le logiciel DISTANCE 6.0 (Thomas *et al.*, 2010), consiste à ajuster une fonction de détection aux distances perpendiculaires d'observation dans le but d'estimer la largeur effective de comptage (ESW). Quatre fonctions de détection (uniform, negative exponential, half-normal et hazard-rate) ont été testées, et le modèle est choisi en utilisant le critère d'information d'Akaike (AIC) et le test du  $\chi^2$  GOF (Goodness-of-fit) test (Thomas *et al.*, 2010).

## Résultats & Discussion

Lors de notre étude, 16,52 km ont été parcourus et 11 groupes d'*A. laniger* ont été observés. La méthode MDP permet d'estimer une densité de 55 individus/km<sup>2</sup> avec une distance d'observation moyenne de 9,96 mètres. L'aire totale de la réserve étant de 2,25 km<sup>2</sup>, cette méthode suggère donc une taille de population totale de 124 individus dans l'ensemble de la réserve.

Tabl. 1: Récapitulatif des données obtenues sur le logiciel Distance 6.0. (ESW: Effective Strip Width; AIC: Akaike Information Criterion)

Modèle	Densité (individus/km <sup>2</sup> )	Densité int. conf. 95%	ESW (m)	AIC
«Uniform»	25,94	12,260 - 54,897	21,00	66,98
«Negative exponential»	32,71	12,47 - 85,23	11,38	67,31
«Half Normal»	39,17	12,15 - 126,25	10,05	67,66
«Hazard-rate»	40,97	7,18 - 233,86	9,27	68,13

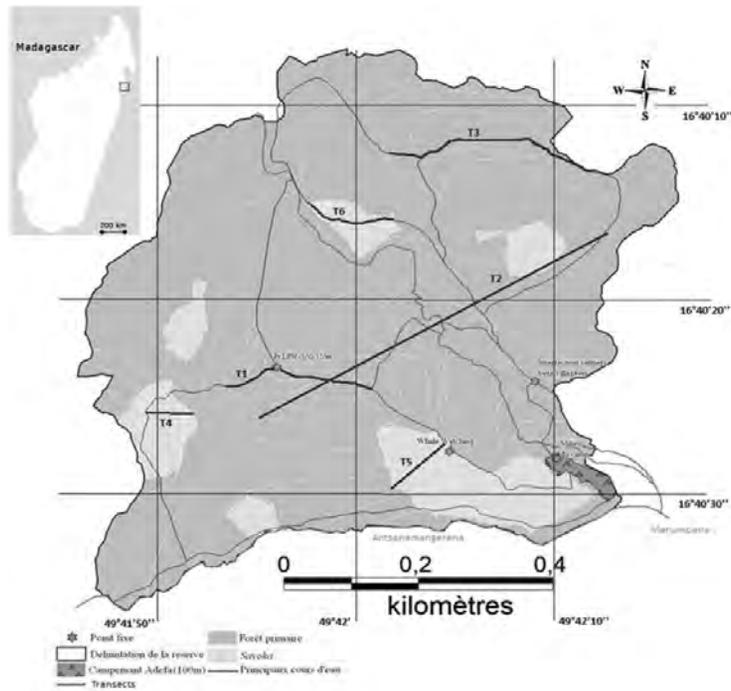


Fig. 1: Site d'étude: la forêt d'Ambodiriana-Manompana. (Source:ADEFA)

Tab. 2: Résumé des densités de population théoriques et observées d'*Avahi laniger* dans la forêt d'Ambodiriana-Manompana lors d'études précédentes et actuelles.

Année de l'étude	Référence	Méthode de calcul utilisée	Densité de population (individus/km <sup>2</sup> )	Taille de la population de la réserve
2007	Beaucent & Fayolle (2007)	MPD	86	193
2008	Ferrier & Delacroix (2008)	MPD	58	130
2009	Ebert (2009)	Lors de suivis comportementaux		72 individus observés sur la réserve
2012	This Study	MPD	55	123
2012	This Study	CDS	41	92

Compte tenu du faible nombre d'observations (11), l'AIC et le  $\chi^2$  ne permettent pas de distinguer le modèle ajustant le mieux les données (Tab. 1). En conséquence, nous avons choisi par défaut de considérer la fonction de détection fréquemment reportée comme adéquate dans les études de densité chez les Indriidae, c'est-à-dire la fonction hazard-rate (Salmona et al., 2013; Quéméré et al., 2010). En considérant ce modèle, la densité d'*Avahi laniger* s'élèverait à 41 individus/km<sup>2</sup> soit environ 92 individus au sein de la réserve avec une ESW d'environ 9 mètres (Tab. 1).

Bien que les méthodes utilisées nécessitent en théorie un minimum de 40 observations pour estimer de manière fiable l'ESW et la densité (Buckland et al., 2001), nos estimations de densité d'*A. laniger* même si elles ne doivent pas être prises à la lettre permettent tout de même d'obtenir une idée du nombre probable d'*A. laniger* au sein de l'aire protégée.

Les estimations obtenues en utilisant la méthode MDP sont supérieures à celles obtenues avec la méthode CDS (Tab. 1). Cela est en accord avec les résultats obtenus sur d'autres espèces et qui suggèrent que la méthode MDP tend à surestimer les densités de population (Viana-Meyler et al., 2012; Richard-Hansen and Niel, 2004; Kun-Rodrigues et al., soumis.). Le faible nombre d'observations et de répétitions de notre étude ne nous permet pas néanmoins de conclure quant à la précision de chacune de ces méthodes, mais l'utilisation de celles-ci nous permet de mieux comparer nos résultats avec ceux des études précédentes.

Les densités de population d'*A. laniger*, reportées dans d'autres régions varient entre 70 et 100 ind/km<sup>2</sup> (Mittermeier et al., 2010; Garbutt, 2007). Dans la réserve, une étude antérieure de Beaucent et Fayolle (2007) a permis d'estimer une densité d'*A. laniger* de 86 ind/km<sup>2</sup>, tandis que Ferrier et Delacroix (2008) ont estimé une densité de population de 58 ind/km<sup>2</sup> (Tab. 2). En comparaison notre estimation de 55 ind/km<sup>2</sup> (méthode MDP) suggère que (i) malgré les faibles nombres d'observations, notre estimation de densité n'est pas invraisemblable, et (ii) la population semble être restée relativement stable entre 2008 et 2012, mais avoir sensiblement décliné par rapport à l'étude de Beaucent et Fayolle (2007).

Si le maintien apparent de la population d'*A. laniger* se confirme, ce sera une bonne nouvelle pour l'ADEFA gestionnaire de la réserve. La gestion de la réserve implique un maintien du couvert forestier et une surveillance importante. Ces actions ont donc pu contribuer à une protection relative de l'espèce par rapport à la principale menace directe, la chasse. En effet certaines espèces du genre *Avahi* ont été récemment reportées comme parmi les plus consommées dans l'est de Madagascar (Jenkins et al., 2011). Il serait important de répéter notre étude et d'augmenter l'effort de surveillance des transects à intervalles réguliers afin de permettre un suivi précis de la population et une validation de notre travail.

**Remerciements**

Nous tenons à remercier L'ADEFA en général, et en particulier M. Grinaud et M. Arnold, M. Augustin Kaloloha, M. Galy et M. Elisé d'Ambodiriana, M. Nono, Mme Liva et M. Willy pour leur aide et leur accueil. Nous remercions aussi la Direction de l'Environnement et des Forêt pour nous avoir accordé l'autorisation de réaliser ce travail de recherche. LC est financé par le "Laboratoire d'Excellence (LABEX) TULIP (ANR-10-LABX-41) et le projet de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) (ref. PTDC/BIA-BEC/100176/2008). JS est financé par une bourse de thèse de la FCT (ref. SFRH/BD/64875/2009).

**Bibliographie**

ADEFA. L'association ADEFA [www.adefa-madagascar.org](http://www.adefa-madagascar.org)  
 Anderson, J.; Rowcliffe, J.M.; Cowlishaw, G. 2007. Does the matrix matter? A forest primate in a complex agricultural landscape. *Biological Conservation* 13: 212–222.  
 Beaucent, S.; Fayolle, M. 2011. Projet MAMIA (Manompana mikajy ny ala): étude, gestion et conservation des forêts de

- Manompana. Actions, bilan et perspectives. Revue de Primatologie 749.
- Beaucent, S.; Fayolle, M. 2007. Étude de la communauté de lémuriniens de la forêt d'Ambodiriana, Nord-Est Madagascar. Lemur News 13: 28–32.
- Buckland, S.T.; Anderson, D.R.; Burnham, K.P.; Laake, J.L.; Borchers, D.L.; Thomas, L. 2001. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, USA.
- Burnham, K.P.; Anderson, D. R.; Laake, J.L. 1980. Estimation of density from line transects sampling of biological populations. Wildlife Monographs 72: 3–202.
- Ebert, C. 2009. Mise en place d'un répertoire comportemental chez *Avahi laniger*. Mémoire de Master écologie, Université de la Réunion.
- Ferrier, E.; Lacroix, N. 2008. Estimation des densités de la communauté de lémuriniens nocturnes en vue d'une gestion intégrée de la forêt protégée d'Ambodiriana Manompana. Mémoire de Master écologie, Université de la Réunion
- Garbutt, N. 2007. Mammals of Madagascar: a complete guide. Yale University Press, Connecticut, USA.
- Gates, C.E.; Marshall, W.H.; Olson D.P. 1968. Line transect method of estimating grouse population densities. Biometrics 24 :135–145.
- IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Jenkins, R.K.B.; Keane, A.; Rakotoarivelo, A.R.; Rakotomboavonjy, V.; Randrianandrianina, F.H.; Razafimanahaka, H.J.; Ralaarimalala, S.R.; Jones, J.P.G. 2011. Analysis of patterns of bushmeat consumption reveals extensive exploitation of protected species in eastern Madagascar. PLoS one 6 (12), e27570.
- Lehman, S.M.; Wright, P.C. 2000. Preliminary description of the conservation status of lemur communities in the Betsakafandrika region of eastern Madagascar. Lemur News 5: 23–25.
- Marshall, A.R.; Lovett, J.C.; White, P.C.L. 2008. Selection of line transect methods for estimating the density of group living animals lessons from the primates. American Journal of Primatology 70: 452–462.
- Mittermeier, R.A.; Louis, E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.; Hawkins, F.; Rajaobelina, S.; Ratsimbazafy, J.; Rasoloarison, R.; Roos, C.; Kappeler, P.M.; MacKinnon, J. 2010. Lemurs of Madagascar: Third Edition. Conservation International Washington DC, USA.
- Norscia, I. 2007. Pilot survey of *Avahi* population (woolly lemurs) in littoral forest fragments of southeast Madagascar. Primates 49: 85–88.
- Quéméré, E.; Champeau, J.; Besolo, A.; Rasolondraibe, E.; Rabarivola, C.; Crouau-Roy, B.; Chikhi, L. 2010. Spatial Variation in Density and Total Size Estimates in Fragmented Primate Populations: The Golden-crowned Sifaka (*Propithecus Tattersalli*). American Journal of Primatology 72: 72–80.
- Rakotondravony, R.; Rabenandrasana, M. 2011. Inventaire des lémuriniens dans la zone de Pointe à Larrée, Soanierana-Ivongo, Région Analanjirofo, Madagascar : implication pour la conservation. Lemur News 16 : 43–49.
- Richard-Hansen, C.; Niel, C. 2004. Estimer les faibles densités d'espèces chassées en Guyane. Proposition d'une «largeur effective de comptage» spécifique. ONCFS Rapport Scientifique 2004, Pp. 22–27.
- Salmona, J., Rasolondraibe, E., Jan, F., Besolo, A., Rakotoarisoa, H., Viana-Meyler, S., Wohlhauser, S., Rabarivola, C., Chikhi, L. 2013. Conservation status and abundance of the Crowned Sifaka (*Propithecus coronatus*). Primate Conservation (Special Edition on Crowned Sifaka).
- Thomas, L.; Buckland, S.T.; Rexstad, E.A.; Laake, J.L.; Strindberg, S.; Hedley, S.L.; Bishop, J.R.B.; Marques, T.A.; Bumham, K.P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecology 47: 5–14.
- Viana-Meyler, S.; Salmona, J.; Ibourou, M.T.; Besolo, A.; Rasolondraibe, E.; Radespiel, U.; Rabarivola, C.; Chikhi, L. 2012. Density estimates of two endangered nocturnal lemur species from Northern Madagascar: new results and a comparison of commonly used methods. American Journal of Primatology 74: 414–422.

## Recensement des lémuriniens nocturnes dans la zone de Belemboka-Bombetoka (province de Mahajanga)

**Volaso Nicole Andriaholinirina<sup>1\*</sup>, Ahmed Fauza Abdou<sup>1</sup>, Damien Daudet. Razafiarinosy<sup>1a</sup>, Bellarmine Daudet. Razafindrakoto<sup>2</sup>, Jean-Luc Fausser<sup>3\*</sup>, Marcel Hauwy<sup>3</sup>, Sebastien Wohlhauser<sup>2</sup>, Brice Lefaux<sup>5\*</sup>, Pierre Moisson<sup>4\*</sup>, Bertrand Ludes<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Faculté des Sciences de Mahajanga, Département de Biologie Animale et Ecologie, Option Primatologie et Évolution de Mahajanga

<sup>1a</sup>Faculté des Sciences de Mahajanga, Département de Biochimie et Option en STTD de Mahajanga

<sup>2</sup>ONG FANAMBY: Mataitromby et Antananarivo

<sup>3</sup>Université de Strasbourg, EA4438 Physiopathologie et Médecine Translationnelle, Strasbourg, France

<sup>4</sup>Parc A. Cupulatta, vero, Ucciani, France

<sup>5</sup>Parc Zoologie et Botanique de Mulhouse, 51 rue du Jardin zoologique, 68100 Mulhouse, France

\*Corresponding authors: [volasoanicole@yahoo.fr](mailto:volasoanicole@yahoo.fr), [ludes@unistra.fr](mailto:ludes@unistra.fr), [fausser@unistra.fr](mailto:fausser@unistra.fr), [pierre.moisson@orange.fr](mailto:pierre.moisson@orange.fr), [brice.lefaux@mulhouse-alsace.fr](mailto:brice.lefaux@mulhouse-alsace.fr)

### Introduction

Actuellement les habitats naturels des lémuriniens nocturnes sont en voie de disparition à cause des activités humaines. Parmi celles-ci, le pâturage, la chasse, le défrichage, la coupe de bois et la collecte des écorces d'arbres pour la fabrication des maisons, du charbon de bois et des pirogues. L'objectif de ce travail est de recueillir des informations sur différentes espèces de lémuriniens en capturant et relâchant des individus pour confirmer leur taxonomie, ceci dans le but de rester conforme à la vision de l'ONG FANAMBY et du Zoo de Mulhouse sur la conservation de la zone de Belemboka-Bombetoka. Nous pensons qu'il est utile d'observer les animaux dans les forêts fragmentées, comme celles de Belemboka-Bombetoka, et de préciser les répartitions géographiques des espèces de lémuriniens nocturnes. Dans cette étude, nous avons effectué des missions de captures dans des forêts très fragmentées (site d'Antsakanala, site d'Ankamaho).

### Matériels et méthodes

#### Site d'étude

Le site d'étude se trouve au Nord-ouest de Madagascar, plus précisément dans l'embouchure du fleuve Betsiboka (baie de Bombetoka), à 20 km de la ville de Mahajanga, au Sud de Katsepy.

#### Méthodologies

La méthode utilisée consiste en une capture avec relâche immédiate. La capture était effectuée soit:

- par fusil à air comprimé
- par piège Sherman

Le fusil à air comprimé projette des fléchettes contenant une solution de kétamine (Kétalar, Parke-Davis). Nous avons prélevé un petit fragment de peau ou du sang pour faire les études moléculaires qui ont été menées à l'Institut de Médecine Légale de Strasbourg.

Pour les microcèbes, nous avons utilisé des pièges Sherman en attirant les animaux avec de petites bananes. Du fait de la taille réduite des animaux nous avons prélevé des poils pour faire les analyses moléculaires. Après prélèvement chaque animal a été relâché à l'endroit même de sa capture.