



LEMUR NEWS

The Newsletter of the Madagascar Section
of the IUCN/SSC Primate Specialist Group
Volume 16, 2011/12



LEMUR NEWS

The Newsletter of the Madagascar Section of the IUCN/SSC Primate Specialist Group
Vol. 16, 2011/12 ISSN 1608-1439



Editors

Christoph Schwitzer (Editor-in-chief)
Bristol Conservation and Science Foundation, Bristol Zoo Gardens, UK; cschwitzer@bcsf.org.uk

Claudia Fichtel
German Primate Center, Göttingen, Germany; claudia.fichtel@gwdg.de

Jörg U. Ganzhorn
University of Hamburg, Germany; ganzhorn@biologie.uni-hamburg.de

Rodin M. Rasoloarison
German Primate Center, Göttingen, Germany; rmasoloarison@yahoo.fr

Jonah Ratsimbazafy
GERP, Antananarivo, Madagascar; gerp@wanadoo.mg

Anne D. Yoder
Duke University Lemur Center, Durham, USA; anne.yoder@duke.edu

IUCN/SSC Primate Specialist Group

Chairman Russell A. Mittermeier, Conservation International, Arlington, VA, USA

Deputy Chair Anthony B. Rylands, Conservation International, Arlington, VA, USA

Coordinator – Section on Great Apes Liz Williamson, Stirling University, Stirling, Scotland, UK

Regional Coordinators – Neotropics

Mesoamerica – Liliana Cortés-Ortiz, Museum of Zoology & Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

Andean Countries – Erwin Palacios, Conservation International Colombia, Bogotá, Colombia, and Eckhard W. Heymann, Deutsches Primatenzentrum, Göttingen, Germany

Brazil and the Guianas – M. Cecília M. Kierulff, Instituto Pri-Matas para a Conservação da Biodiversidade, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, Fabiano Rodrigues de Melo, Universidade Federal de Goiás, Jataí, Goiás, Brazil, Mauricio Talebi, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, São Paulo, Brazil, and Liza M. Veiga, Universidade Federal do Pará & Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brazil

Regional Coordinators – Africa

West Africa – W. Scott McGraw, The Ohio State University, Columbus, OH, USA

Regional Coordinators – Madagascar

Jörg U. Ganzhorn, Hamburg University, Hamburg, Germany, and Christoph Schwitzer, Bristol Conservation and Science Foundation, Bristol Zoo Gardens, Bristol, UK

Regional Coordinators – Asia

China – Long Yongcheng, The Nature Conservancy, China

Southeast Asia – Jatna Supriatna, Conservation International Indonesia Program, Jakarta, Indonesia, and Christian Roos, Deutsches Primatenzentrum, Göttingen, Germany

IndoBurma – Ben Rawson, Conservation International, Hanoi, Vietnam

South Asia – Sally Walker, Zoo Outreach Organization, Coimbatore, Tamil Nadu, India, and Sanjay Molur, Wildlife Information Liaison Development, Coimbatore, Tamil Nadu, India

Editorial assistants

Adriana Flais, Rose Marie Randrianarison

Layout

Heike Klensang, Anna Francis

Copy-editing

Vicki Norton, Adriana Flais

Front cover: The golden-crowned sifaka (*Propithecus tattersalli*) is classified as Endangered on the IUCN Red List due to its small and highly fragmented range. © Inaki Relanzon/naturepl.com

Addresses for contributions

Christoph Schwitzer
Bristol Conservation and Science Foundation
c/o Bristol Zoo Gardens
Clifton, Bristol BS8 3HA
United Kingdom
Fax: +44 (0)117 973 6814
Email: cschwitzer@bcsf.org.uk

Jonah Ratsimbazafy
GERP
34, Cité des Professeurs
Antananarivo 101
Madagascar
Email: gerp@wanadoo.mg

Lemur News online

All 16 volumes are available online at www.primates-g.org, www.aeecl.org and www.dpz.eu
This volume of Lemur News was kindly supported by the Margot Marsh Biodiversity Foundation (through Conservation International's Primate Action Fund) and by WWF Madagascar.



Editorial

Yet another year has gone by in Madagascar's political crisis, yet another deal was signed by the main political parties, yet another new Prime Minister appointed (this time even one of "national consensus"), and yet another set of new ministers sworn in. It appears that the "roadmap" back to democracy, mediated by the Southern African Development Community (SADC) and signed by most political parties in Madagascar in September 2011, is finally starting to bear some fruits. An electoral commission was appointed a few weeks ago, an amnesty law for political prisoners is being debated in parliament at the time that I am writing this Editorial, and presidential elections are looming, perhaps as early as September 2012. So far though, nothing has changed for the Malagasy people; at least, not for the better. According to figures published by the World Bank, the country's exports fell by 50 % between 2008 and 2010, and public investment by 30 %. Poverty levels, on the other hand, have crept up by more than nine percentage points as a direct result of the political crisis, thus making Madagascar the country with the highest poverty rate anywhere in Africa (77 % of households live below the poverty line).

Nothing has yet changed for the better for Madagascar's forests either, let alone for the diverse and unique array of species depending on them. The precarious conservation situation inside the Sahamalaza – Iles Radama National Park that Melanie Seiler *et al.* report on in this volume of *Lemur News* (see also their update in *Lemur News* 15, pp. 7–9) is likely to be representative of many protected areas in the country today, with levels of illegal activities such as logging and lemur hunting having increased dramatically since 2009. The excellent TV documentary "Madagascar, Lemurs and Spies" about Erik Patel's work in Marojejy National Park, recently aired in the UK as part of BBC 2's *Natural World* series (www.bbc.co.uk/1/player/episode/b01dlcgk/sign/Natural_World_20112012_Madagascar_Lemurs_and_Spies), gave yet another example of how things have deteriorated since the onset of the crisis. The creation of protected areas has certainly been paying off in Madagascar, with pre-crisis deforestation rates of national parks having been much lower than in unprotected forests (MEEF *et al.*, 2009). It seems, however, that these achievements will soon be annihilated in their entirety if bilateral and multilateral aid to Madagascar is not resumed quickly.

Lemur-wise, the first few days of 2012 have seen the addition of one more mouse lemur species, *Microcebus gerpi*, to the existing set of 18. Named after the *Groupe d'Etudes et de Recherche sur les Primates de Madagascar* (GERP), Madagascar's 102nd lemur taxon has received substantial press coverage, both in country and internationally. I was rather positively surprised when I read the weekly column "Les coups de griffes" in the Madagascar Tribune of Saturday 14 January in my daily Madagascar press digest. The commentator, Georges Rabehevitra, used the discovery of *M. gerpi* satirically to criticise the Malagasy High Transition Authority (the current government).

Le GERP a oublié de mentionner avoir découvert (vers le Jardin d'Ambohijatovo) début 2009 une autre espèce endémique composée de plusieurs membres: les Lemurs Coupus d'Etatus! Le groupe initial était composé de lé-

murs militarus, des grands profiteurs, des lémurs à la peau blanche et ils ont mis sur le trône un lémur marionnettus! Contrairement aux autres espèces de lémuriens, qui sont sur la pente de la disparition, ces espèces mises en évidence sont en voie de prolifération.

My joy when reading this did not relate to its criticism of the transition government; in fact, as a *vazaha* who only shows up in Madagascar once or twice a year and does not know much about Malagasy national politics, I am trying to remain politically neutral. My excitement about these lines rather derived from the fact that lemurs obviously seem to have arrived in the mainstream of Malagasy consciousness, including the very fact that most of them are in danger of extinction!

On the basis of a short report that was published in *Lemur News* 15 last year by Johanna Rode and colleagues we were able to reassess one previously Data Deficient lemur species, *Mirza zaza*, on the IUCN Red List and give it a proper conservation status. It is now classified as Vulnerable owing to its relatively small area of occupancy. The IUCN/SSC Primate Specialist Group will organise a lemur red-listing and conservation-planning workshop in Madagascar later in 2012, where hopefully the unusually high proportion of more than 40 % Data Deficient lemur species can be somewhat reduced.

In this volume we have decided to run a feature on the greater bamboo lemur (*Prolemur simus*), as the case of this species shows brilliantly how joined-up and concerted efforts in species conservation and research, both *in situ* and *ex situ*, can make a decisive difference to the situation of one of the most endangered lemurs of Madagascar. The articles by Lucien Randrianarimanana *et al.*, Felaniaina Lantovololona *et al.*, Hasimija Mihaminekena *et al.*, and Anjara Bonaventure *et al.* provide case studies of the status and conservation of this species at different sites that had previously not been known to harbour *Prolemur simus*. The article by Delphine Rouillet explains the role of the captive population of the greater bamboo lemur for the conservation of the taxon.

The Margot Marsh Biodiversity Foundation, through Conservation International's Primate Action Fund, and the WWF Madagascar and West Indian Ocean Programme Office kindly supported this volume of *Lemur News*. The reproduction of the colour photographs in this volume was made possible by support from Naturevolution.

Christoph Schwitzer

Reference

MEEF; USAID; CI. 2009. Rapport final sur l'évolution de la couverture forestière naturelle entre 2000–2005.

Feature: *Prolemur simus*

Statut et conservation de *Prolemur simus* dans les sites de Ranomainty et Sakalava du Corridor Ankeniheny–Zahamena

Lucien Randrianarimanana^{1,2*}, Maholy Ravaloharimanitra^{1*}, Tianasoa Ratolojanahary³, Jean Rafalimanindimby³, Tovonanahary Rasolofoharivelo^{2,4}, Jonah Ratsimbazafy², Rainer Dolch³, Tony King¹

¹The Aspinall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar

²Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP), Lot 34 Cité des Professeurs Fort Duchesne, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar

³Association Mitsinjo, Lot 104 A Gare, Andasibe 514, Madagascar

⁴Conservation International Madagascar, Batiment C2, Explorer Business Park, Ankorondrano, BP 5178, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding authors: luxra_hery@yahoo.fr; rrmahooly@gmail.com

Mots-clés: grand hapalémur, Madagascar, lémuriens, greater bamboo lemur, conservation

Résumé

Notre étude a été réalisée de septembre à décembre 2010 et de mars à avril 2011, dans deux sites à l'ouest du Corridor Ankeniheny–Zahamena (CAZ), précisément Sakalava et Ranomainty. Cette mission consistait à collecter des informations concernant *Prolemur simus* et les facteurs menaçant les sites. Nous avons ainsi recensé 4 groupes dans les 2 sites, comprenant 35 adultes et juvéniles confondus et 10 nouveaux-nés. Nous avons répertorié quatre espèces de plantes consommées par *Prolemur*, dont deux espèces de bambous, mais le régime alimentaire était dominé par le bambou géant *Cathariostachys madagascariensis*. L'accès humain dans ces sites constitue une menace significative pour l'espèce, la population locale allant en forêt pour compenser la non disponibilité en nourriture en période de soudure, et en terre et intrants durant la période culturale. La forêt couvre alors les besoins en nourriture par la cueillette, les pièges et la chasse, menaçant ainsi les espèces faunistiques et parfois floristiques. De plus, la population coupe et brûle les arbres, réduisant ainsi considérablement la surface forestière et, par la même occasion, l'espace de vie de *P. simus*. L'expansion des rizières et l'exploitation illicite de l'or au cœur de la forêt sont aussi des facteurs menaçant la survie de *P. simus* dans ces deux sites. Notre étude montre qu'ils abritent une proportion assez importante de la population totale connue de *P. simus*, et qu'ils doivent donc être considérés comme sites prioritaires pour la conservation de l'espèce. Des programmes régionaux de conservation, bien conçus et impliquant les communautés locales, pourraient assurer la survie des habitats et des lémuriens de ces deux sites, et contribuer ainsi à la survie de l'espèce *P. simus* à l'état sauvage.

Introduction

Le grand hapalémur ou *Prolemur simus*, de la famille Lemuridae, est le plus grand des lémuriens mangeurs de bambou, pesant environ 2,2 à 2,5 kg (Mittermeier et al., 2010). Espèce à alimentation presque monotypique constituée de bambous (Tan, 1999; Wright et al., 2008), il vit en groupes pouvant atteindre une vingtaine d'individus, dans quelques portions de la forêt humide restante de Madagascar et dans les habitats secondaires de basse altitude à l'est de celle-ci (Wright et al., 2008; Ravaloharimanitra et al., 2011). Unique en son genre et répertoriée parmi les primates gravement menacés (UICN, 2010), l'espèce doit faire face à la destruction de son habitat (culture sur brûlis, exploitation forestière et minière, coupe des bambous) et à la chasse (Mittermeier et al., 2010). En effet, la dernière estimation de la population en milieu naturel était inférieure à 200 individus (Wright et al., 2009) et son habitat, autrefois répandu dans presque toute l'île, est maintenant très restreint (Godfrey et al., 2004; Irwin et al., 2005; Wright et al., 2008; Wright et al., 2009).

Suite à la découverte de *P. simus* à Torotorofotsy dans la Commune Rurale d'Andasibe (Dolch et al., 2004; Dolch et al., 2008), des études effectuées de 2009 à 2010 dans la partie ouest du Corridor forestier Ankeniheny–Zahamena (CAZ) ont permis d'identifier plusieurs nouveaux sites, dans les Communes Rurales de Morarano Gare, Fierenana et Didy, avec observation directe de l'espèce à deux de ces sites (Ravaloharimanitra et al., 2011). Dans le cadre du projet "Sauver *Prolemur simus*" de The Aspinall Foundation (TAF) (TAF, 2008, 2009; King & Chamberlan, 2010), des patrouilles locales ont été mises en place au niveau de ces nouveaux sites à partir de novembre 2009, pour assurer le suivi et la collecte des données de base sur les groupes découverts (TAF, 2010; Ravaloharimanitra et al., 2011). Ces données

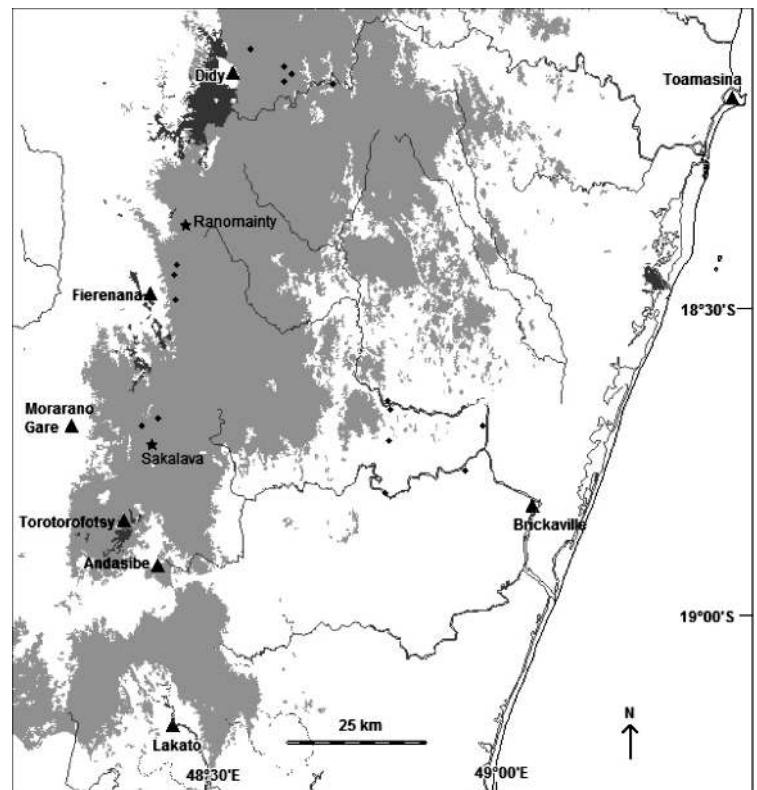


Fig. 1: Carte montrant les deux sites d'études (étoiles), les autres sites de *Prolemur simus* situés dans et autour du Corridor Ankeniheny–Zahamena selon Ravaloharimanitra et al. (2011) (diamants), la couverture forestière approximative (gris clair), les rivières et zones humides (gris foncé) et d'autres localités (triangles).



Fig. 2: La forêt du site de Sakalava avec trois des auteurs, L. Randrianarimanana (troisième à droite), M. Ravaloharimanitra (première à gauche) et T. King (premier à droite), ainsi que les patrouilleurs locaux du site, de gauche à droite Ramaromitsinjo, J. Rakotondriana, E. Randrianantenaina et Ratelolahy. (Photo: M. Mbaraka)

concernent le nombre de groupes et d'individus, les habitudes alimentaires, les lieux de fréquentation, les lémuriens sympatriques et les différentes sortes de menaces, telles la chasse, les pièges ou les feux.

La présente étude a été menée de mi-septembre à mi-décembre 2010 et de mars à avril 2011, au niveau des deux sites, situés dans la partie ouest du CAZ, et où Ravaloharimanitra et al. (2011) avaient pu faire des observations directes. Le but était de mettre à jour les données démographiques et écologiques sur l'espèce, et d'identifier les défis réels à relever pour pouvoir assurer la survie de ces groupes dans ces deux sites (Figs 1 & 2).

Méthodes

Sites d'étude

Le site de Ranomainty (S18,3622° E48,4651°) a été antérieurement appelé "Lovasoa" par Ravaloharimanitra et al. (2011) car il était supposé se trouver dans la forêt du transfert de gestion du communauté de base (COBA) du même nom, basé dans un village appartenant à la Commune de Fierenana. Le doute qui planait autour de la localisation administrative du site a complètement disparu dès la disponibilité des données sur les limites du COBA. Ainsi, l'on a pu déterminer que le site se trouve à environ 5 km au nord du COBA Lovasoa. En réalité, ce site appartient administrativement à la Commune de Didy, District Ambatondrazaka. Le village le plus proche est Ranomainty (environ 5 km à l'ouest). Le type d'habitat est une forêt primaire encore dense. L'altitude varie entre 1002 et 1474 m. Ce site se trouve entre les deux chaînons d'Ampahana et Tsiafakanitra, et désormais nous l'appelons "Ranomainty".

A Sakalava (S18,7205° E48,4066°), Ravaloharimanitra et al. (2011) ont constaté que les groupes de *Prolemur simus* se trouvaient dans la forêt gérée par le COBA Mamelontsoa du Fokontany de Sakalava, et ont donc appelé le site "Mamelontsoa". Cependant, les limites du transfert de gestion de ce COBA n'étant pas encore très claires, nous appelons le site "Sakalava". Ce site est localisé dans les limites de l'Aire Protégée Temporaire du CAZ, dans la Commune rurale de Morarano Gare, District de Moramanga. L'habitat est constitué de forêt primaire encore dense. L'altitude varie entre 1068 et 1160 m. Le relief est caractérisé par une succession de montagnes et vallées.

Recherche des groupes

Ravaloharimanitra et al. (2011) avaient déjà trouvé des groupes de *Prolemur simus* dans les deux sites, et ces groupes ont été suivis par des équipes de patrouilleurs locaux durant un an. Toutefois, certains de ces groupes déjà suivis ont été perdus quelques semaines avant le commencement de notre étude, et nous avons donc dû effectuer une nouvelle recherche basée sur le suivi des signes trouvés, que ce soit des traces de nourrissage ou des fèces. Après avoir détecté ces signes, nous avons procédé à l'écoute des vocalisations de *P. simus* et/ou à la détection de l'odeur de son urine. Chaque fois que nous avons trouvé des individus, les paramètres suivants ont été notés: date et heure d'observation, point GPS, nombre d'individus dans le groupe, composition du groupe (nombre d'adultes, juvéniles et petits), activité du groupe, plante et parties consommées.

Inventaire des lémuriens sympatriques de *Prolemur simus*

Des informations sur les espèces de lémuriens qui cohabitent avec *P. simus* ont été notées. Celles-ci incluent le nom, le nombre d'individus et la composition du groupe de l'espèce observée, la date, l'heure et le point GPS du lieu d'observation. De plus, les cris et traces de passage de certaines espèces ont également été notés quand ils étaient reconnaissables.

Identification des facteurs menaçant la survie de *Prolemur simus*

Au cours de nos déplacements en forêt, nous avons enregistré tous les événements constituant des menaces pour les lémuriens, et surtout pour *P. simus*. Pour compléter et/ou confirmer ces informations, nous avons aussi procédé à des enquêtes auprès de la population riveraine, particulièrement les personnes passant dans la forêt et celles qui y habitent. L'enquête constituait en une conversation libre.

Résultats

Nombre de groupes et d'individus de *Prolemur simus*

Entre septembre 2010 et avril 2011, nous avons recensé un total de 45 individus dans les 4 groupes, dont 35 adultes et juvéniles (qui peut se déplacer et chercher sa nourriture) et 10 petits (encore sur le dos ou la poitrine de la mère) (Tab. I; Figs 3–5). Les naissances ont lieu en octobre et novembre (Randrianarimanana, 2010). En plus, à la fin de l'étude en avril 2011, nous avons trouvé des animaux qui peuvent représenter un troisième groupe à Sakalava, comprenant trois adultes et un juvénile. Cependant, nous n'avons pas inclus ce groupe dans le Tab. I car il est possible qu'il s'agisse d'un sous-groupe du Groupe I, qui n'a pas été détecté à cette période.

Concernant la composition des groupes, nous avons rencontré des difficultés dans la détermination du sexe des individus observés. La raison en est que les groupes ne sont pas habitués à la présence humaine, rendant impossible toute observation prolongée. La différence entre les deux sexes était donc très difficile à faire dans les groupes suivis.



Fig. 3: *Prolemur simus* dans la forêt du site de Ranomainty. (Photo: L. Randrianarimanana)

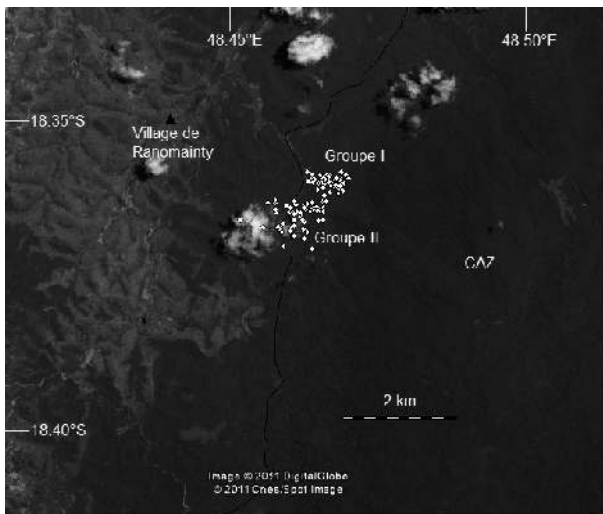


Fig. 4: Observations directes de *Prolemur simus* faites au site de Ranomainty de septembre 2010 à avril 2011 (diamants) et la limite de l'aire protégée temporaire du Corridor Ankeniheny–Zahamena (ligne noire).

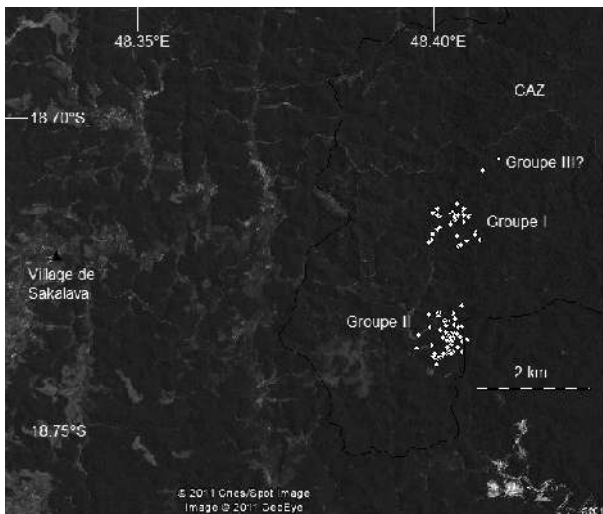


Fig. 5: Observations directes de *Prolemur simus* faites au site de Sakalava de septembre 2010 à avril 2011 (diamants) et la limite de l'aire protégée temporaire du Corridor Ankeniheny–Zahamena (ligne noire). A noter que le Groupe III est peut-être un sous-groupe du Groupe I (voir texte). (Carte de fond ©GoogleEarth).

Tab. I: Les groupes recensés pendant l'étude.

Groupe	Adultes	Juveniles	Petits	Total
Ranomainty				
Groupe I (S18,360° E48,467°)	6	3	2	11
Groupe II (S18,365° E48,461°)	7	3	2	12
Total Ranomainty	13	6	4	23
Sakalava				
Groupe I (Saravelona: S18,716° E48,404°)	5	2	3	10
Groupe II (Ambodipibasy: S18,736° E48,403°)	6	3	3	12
Total Sakalava	11	5	6	22
Total Ranomainty et Sakalava	24	11	10	45

Espèces de plantes consommées

Durant les observations effectuées de septembre à décembre 2010 (Randrianarimanana 2010), on a constaté que

quatre espèces de plantes étaient consommées par *Prolemur simus*, à savoir *Cathariostachys madagascariensis* ou bambou géant, pour 87,4 % de nos observations directes, *Volotsangana* pour 6,0 % (une espèce de bambou dont le nom scientifique n'est pas encore identifié), *Dypsis* sp. pour 4,9 % (connu sous l'appellation locale de Tsirika ou Bedoda), et une espèce non identifiée connue sous le nom local de Tsingolovolo pour 1,6 %. Outre ces quatre espèces, nous avons également observé quelques traces de nourrissage avec fèces sur deux autres espèces de plantes non identifiées, localement appelées Bakobako et Volohoty.

Espèces de lémuriens sympatriques

En ce qui concerne les lémuriens sympatriques de *Prolemur simus*, nous avons vu directement sept espèces dans chacun des deux sites: *Indri indri*, *Propithecus diadema*, *Eulemur fulvus*, *Eulemur rubriventer*, *Avahi laniger*, *Varecia variegata* et *Haplemur griseus*. En plus, nous avons entendu *Lepilemur* sp. à Sakalava, et avons trouvé des traces de *Daubentonia madagascariensis* datant d'un an à Ranomainty.

Pressions et menaces

Nous avons constaté plusieurs pressions et menaces dans les deux sites, résumées dans le Tab. II.

Tab. 2: Comparaison des différentes pressions et menaces trouvées sur les deux sites pendant l'étude (+++, très important; ++, important; +, existant; -, inexistant; a|l y a six foyers au site de Sakalava, chacun avec des zébus; bces personnes ignorent tout de la conduite à tenir en faveur de la conservation dans la plupart des cas; cles personnes rencontrées emmènent des matériels de chasse avec eux; d nous avons trouvé 14 pièges à lémuriens à Ranomainty, et deux à Sakalava).

Type	Ranomainty	Sakalava
Habitation humaine permanente	-	+++ ^a
Habitation humaine saisonnière	+	-
Conversion de la forêt à proximité de l'eau en rizière ou champ d'haricots	+++	+++
Zébus rencontrés	++	+++ ^a
Passage de personnes ^b	+++	+++
Suspicion de chasse ^c	+++	-
Pièges à lémuriens	+++ ^d	+
Pièges pour autres mammifères	+++	-
Pièges à oiseaux	+++	-
Palmier coupé	-	+
Coupe de bois	+ ancien	++
Coupe de bambous	+ ancien	-
Cueillette de miel	+++	+++
Pêche illicite	-	++
Orpaillage	+++	++
Exploitation artisanale de pierres précieuses	+ (traces anciennes)	-
Feu de brousse	+++	-
Culture sur brûlis (tavy)	+	-

A Ranomainty, les populations riveraines considèrent la forêt comme un droit coutumier et y font ce qu'elles veulent. Les zones bordant les rivières ont été transformées en champs de haricots, après que les arbres et bambous aient été coupés et brûlés. Des campements d'habitation saisonnière existent dans la forêt. Des traces de déplacement laissent supposer que beaucoup de monde y entre. De plus, cette forêt est un lieu de passage des ouvriers travaillant dans une exploitation de bois à l'est. En ce qui concerne la chasse, plusieurs types de pièges ont été trouvés dans ce site (Tab. II).

D'une manière générale, l'habitude des populations à pratiquer la chasse est encore très ancrée. Les personnes que nous avons rencontrées dans la forêt avaient souvent des matériels de chasse, telles des frondes, et des chiens. On a également remarqué que les populations environnantes dépendaient beaucoup de l'exploitation des produits comestibles ou non de la forêt. Ainsi, il y avait des trous pour la recherche des ignames, et des pieds d'arbres coupés pour la cueillette de miel ou pour en faire des matériels nécessaires au tamisage de l'or. Concernant l'exploitation de l'or, beaucoup de traces de sondage ont été relevées, surtout en bordure des cours d'eau, et nous avons remarqué des carrières récemment exploitées. Des exploitations aurifères sont en cours à la périphérie de la forêt, mais la couleur jaunâtre de l'eau des rivières et la présence de gens passant avec des matériaux d'exploitation suggèrent l'existence de carrières au cœur de la forêt. Enfin, concernant les feux de brousse et de forêt, une grande superficie a été brûlée autour de la forêt. En effet, entre les 15 et 17 octobre 2010, une série de feux de brousse a été remarquée juste à proximité du territoire d'un groupe de *Prolemur simus*. Ces feux ont même affecté une petite partie de la forêt. D'après notre enquête, ces feux ont été allumés trois fois de manière successive, ce qui signifie un rallumage après la maîtrise du premier feu.

A Sakalava, la population locale pense que les groupes de *P. simus* se situent dans les limites du transfert de gestion du COBA Mamelontsoa. Bien que, théoriquement, le COBA soit censé disposer d'un cahier de charges résumant les obligations, devoirs et droits de ses membres, des activités illicites sont encore effectuées à l'intérieur de la forêt. En effet, certaines personnes y habitent en permanence, tandis que d'autres s'y réfugient en période de soudure, qui dure en général quatre ou cinq mois à partir du mois de décembre. De ce fait, toutes les activités assurant la satisfaction des besoins humains s'y poursuivent, la gravité de ces dernières étant résumée dans le Tab. II. Presque toutes les petites vallées longeant les petits cours d'eau ont été transformées en rizières, les arbres en bordure ont été coupés pour en favoriser l'ensoleillement. A cela, s'ajoutent les chasses et cueillette faites par les habitants temporaires. Les rizières s'étendent continuellement sur les lieux précédemment déboisés pour leur ensoleillement, risquant ainsi de faire disparaître toute la forêt avoisinant les rizières (Fig. 6). En plus des rizières, les zébus envahissent la forêt, en troupeaux comptant plus de 10 individus, tandis que sont mises en place des exploitations minières artisanales, et des pièges installés pour l'approvisionnement en nourriture.

Discussion

Nos résultats confirment les observations antérieures selon lesquelles *Prolemur simus* possède un régime alimentaire dominé par des bambous de grand diamètre (Tan, 1999; Dolch et al., 2008; Ravaloharimanitra et al., 2011) – au cours de notre étude, plus de 90% des observations directes d'alimentation étaient du bambou, et principalement le bambou géant *Cathariostachys madagascariensis*. Notre étude du régime alimentaire se poursuivant encore actuellement, nous en présenterons les résultats détaillés prochainement.

Concernant l'abondance de *P. simus*, Ravaloharimanitra et al. (2011) avaient observé durant leurs brèves études un total de 19 individus dans les 2 sites. Sur les 2 mêmes sites, mais au cours d'une étude plus approfondie, nous avons recensé un total de 45 individus, dont 35 adultes/juveniles et 10 nouveaux-nés (depuis octobre 2010), répartis en 4 groupes. Pour une espèce dont le nombre d'individus connus en



Fig. 6: Une rizière en pleine forêt dans le site de Sakalava, bordée d'une zone récemment déboisée pour l'ensoleillement. (Photo: T. King)

milieu sauvage est très bas (Wright et al., 2008; Wright et al., 2009), notre étude démontre que les sites de Ranomainty et Sakalava dans le CAZ abritent une proportion assez importante de la population totale connue de *P. simus*, et qu'ils doivent donc être considérés comme sites prioritaires pour la conservation de l'espèce. En plus, d'autres espèces menacées de lémuriens vivent en sympatrie avec *P. simus* dans les deux sites, notamment *Varecia variegata*.

Toutefois, comme toutes les espèces de forêt, leur survie est menacée par divers facteurs. En effet, ces deux sites se trouvent à proximité de zones d'habitation le long de la route nationale 44, entraînant non seulement une pénétration humaine fréquente, mais également la migration d'une certaine population dans la forêt. D'après notre enquête, l'intervention humaine est plus importante en période de soudure, lorsque des familles se réfugient dans la forêt pour compenser la hausse du prix des denrées alimentaires. Elles y profitent ainsi de l'abondance des produits forestiers comestibles, comme le miel et l'igname par exemple. Apparemment, ce type d'exploitation menace la survie de *P. simus*, car il nécessite la coupe ou le déracinement d'arbres qui peuvent atteindre 15 m. Abattre un arbre de cette taille peut détruire d'autres espèces floristiques environnantes, notamment une dizaine de pieds de bambous.

L'habitation humaine dans la forêt favorise et accélère la conversion en rizières des terrains le long des cours d'eau (Plan d'aménagement et de gestion de la Réserve de Ressources Naturelles Ankeniheny-Zahamena, 2009). Apparemment, de cette expansion des rizières dans la forêt résulte la coupe de nombreux arbres, et particulièrement des bambous sous prétexte d'ensoleillement des cultures. Mais après un an ou deux, la surface précédemment déboisée pour l'ensoleillement est à son tour transformée en rizières et la coupe de la forêt se répète. Ce cas est surtout fréquent à Sakalava. Les zones difficiles à irriguer et les vallées sont exploitées sous forme de culture de céréales, ce qui est le cas à Ranomainty. Ceci est catastrophique pour *P. simus* car c'est dans les vallées et le long des cours d'eau que les bambous sont les plus denses.

La forêt dans cette région semble regorger de pierres précieuses et d'or, ce qui constitue une grande menace pour la biodiversité car, outre l'abattage et le déracinement des arbres, les exploitants chassent et installent des pièges pour leur approvisionnement en nourriture. D'autre part, ce type d'exploitation est une des causes principales de l'expansion du feu dans la forêt. En effet, à la suite de facteurs favorables,

les feux de cuisson laissés par les exploitants enflamment les zones environnantes. Ainsi, une petite carrière d'exploitation de l'or a été à l'origine du feu du 15 octobre 2010, responsable de la disparition d'une petite portion de forêt en lisière du territoire de *Prolemur* à Ranomainty.

La présence de nombreux pièges à lémuriens, surtout dans le site de Ranomainty, indique que les populations riveraines pratiquent encore la chasse aux lémuriens. Même si ces pièges sont en particulier destinés aux lémuriens frugivores, comme *Eulemur fulvus* et *E. rubriventer*, la chasse se généralise aux autres espèces de lémuriens et animaux. Ceci se remarque à l'habitude de la population d'emporter des fléchettes, chiens et autres matériels de chasse dans la forêt.

Recommandations

Cette étude nous a permis d'augmenter les connaissances sur l'espèce *Prolemur simus* dans le CAZ. Cette zone de forêt figure encore parmi les habitats dans lesquels cette espèce peut survivre. Pourtant, beaucoup de facteurs menaçant cette survie ont été identifiés sur le terrain, comme l'exploitation illicite de pierres précieuses, l'expansion de rizières au cœur de la forêt, les feux de brousse, les habitations humaines dans la forêt, l'utilisation de la forêt comme terrain de pâturage pour le bétail. Par conséquent, pour pérenniser cette espèce, nous proposons ici quelques recommandations.

Parmi les sites sur lesquels travaille actuellement TAF, le site de Sakalava (COBA Mamelontsoa) présente la particularité de bénéficier d'un contrat de transfert de gestion. Toutefois, nous avons constaté un manque de sensibilisation, information, éducation et communication au sein du COBA. Même les membres de ce dernier ignorent le contenu du cahier de charges, qui précise les modalités de gestion. De ce fait, le respect du cahier de charges laisse à désirer, surtout en ce qui concerne les rizières installées en pleine forêt. Le suivi du respect de ce cahier s'avère donc être une priorité pour le projet de conservation de *P. simus* dans ce site.

Pour le site de Ranomainty, il s'avère important de créer un COBA dans le Fokontany de Ranomainty, le village le plus proche du site abritant *P. simus*. La population considère que la forêt lui appartient via le droit coutumier. Selon elle, ce droit l'autorise à décider du sort de la forêt, ce qui n'est point en faveur de la conservation de *P. simus*, mais plutôt de celle de la production de céréales. De plus, du fait de son quasi isolement, cette population a toujours l'habitude de chasser et d'allumer des feux de brousse.

Il est tout aussi recommandé de faire une campagne de sensibilisation et de conscientisation, d'éducation et de formation sur la protection de la biodiversité et de l'environnement, et leur gestion respective.

Conclusion

Cette étude a été très enrichissante concernant les connaissances sur *Prolemur simus* dans les sites de Sakalava et Ranomainty du CAZ. Pourtant, beaucoup reste à faire et d'autres séries d'études et de recherches sont nécessaires: certains individus n'ont probablement pas été observés et comptés durant le suivi, et des zones susceptibles d'héberger *P. simus* non découvertes. Un plus long suivi écologique est nécessaire pour habituer les individus et augmenter ainsi les données scientifiques sur leur écologie à différentes saisons. Néanmoins, malgré les diverses pressions, nous avons recensé un nombre assez important de *P. simus* vivant dans ces sites. Des programmes régionaux de conservation, bien conçus et impliquant les communautés locales, pourraient assurer la survie des habitats et des lémuriens de ces deux sites, et contribuer ainsi à la survie de l'espèce *P. simus* à l'état sauvage.

Remerciements

Nous adressons nos vifs remerciements à toutes les personnes et institutions publiques ou privées ayant contribué, de loin ou de près, à la réalisation de ce projet, en particulier le Ministère de l'Environnement et des Forêts, qui nous a délivré le permis de recherche dans le CAZ. Nous tenons également à remercier vivement les représentants des hiérarchies administratives et traditionnelles locales, en particulier Monsieur le Maire de la Commune Rurale de Morarano Gare, ainsi que les Présidents des Fokontany Sakalava, Raboana, Ambohibolakely, Amparihivola et Ambohitranjaka. Enfin, nos vives reconnaissances s'adressent à tous les patrouilleurs locaux pour leurs collaboration et compréhension. L'étude a été financée par TAF dans le cadre du projet "Sauver *Prolemur simus*".

Références

- Dolch, R.; Hilgartner, R.; Ndriamiary, J.N.; Randriamahazo, H. 2004. The grandmother of all bamboo lemurs: evidence for the occurrence of *Hapalemur simus* in fragmented rainforest surrounding the Torotorofotsy marshes, central eastern Madagascar. *Lemur News* 9: 24–26.
- Dolch, R.; Fiely, J.L.; Ndriamiary, J.N.; Rafalimandimby, J.; Randriamampionona, R.; Engberg, S.E.; Louis, E.E. Jr. 2008. Confirmation of the greater bamboo lemur, *Prolemur simus*, north of the Torotorofotsy wetlands, eastern Madagascar. *Lemur News* 13: 14–17.
- Godfrey, L.R.; Simons, E.L.; Jungers, W.L.; DeBlieux, D.D.; Chattrath, P.S. 2004. New discovery of subfossil *Hapalemur simus*, the greater bamboo lemur, in western Madagascar. *Lemur News* 9: 9–11.
- Irwin, M.T.; Johnson, S.E.; Wright, P.C. 2005. The state of lemur conservation in south-eastern Madagascar: population and habitat assessments for diurnal and cathemeral lemurs using surveys, satellite imagery and GIS. *Oryx* 39: 204–218.
- King, T.; Chamberlan, C. 2010. Conserving the critically endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*. *Oryx* 44: 167.
- Mittermeier, R.A.; Louis Jr., E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; 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.
- Randrianarimanana, L. 2010. Identification des sites prioritaires pour la conservation de *Prolemur simus* dans et autour du corridor Ankeniheny–Zahamena: démographie, écologie et conservation de *Prolemur simus* à Ranomainty et Sakalava. Rapport non publié. The Aspinall Foundation/GERP, Antananarivo, Madagascar.
- Ravaloharimanitra, M.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Rajananson, A.; Rakotonirina, L.; Rasolofoharivelo, T.; Ndriamiary, J.N.; Andriambololona, J.; Nasoavina, C.; Fanomezantsoa, P.; Rakotoarisoa, J.C.; Youssouf; 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: 776–792.
- TAF. 2008. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – Objectifs et actions proposées. The Aspinall Foundation, Lymnpe, UK.
- TAF. 2009. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – Premiers résultats et actions immédiates. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- TAF. 2010. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – Rapport sommaire 2010. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- Tan, C.L. 1999. Group composition, home range size, and diet of three sympatric bamboo lemur species (genus *Hapalemur*) in Ranomafana National Park, Madagascar. *International Journal of Primatology* 20: 547–566.
- UICN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 10 December 2010.
- Wright, P.C.; Johnson, S.E.; Irwin, M.T.; Jacobs, R.; Schlichting, P.; Lehman, S.; Louis, E.E. Jr.; Arrigo-Nelson, S.J.; Raharison, J.-L.; Rafalirison, R.R.; Razafindratsita, V.; Ratsimbazafy, J.; Ratelolahy, F.J.; Dolch, R.; Tan, C. 2008. The crisis of the critically endangered greater bamboo lemur (*Prolemur simus*). *Primate Conservation* 23: 5–17.
- Wright, P.C.; Larney, E.; Louis Jr., E.E.; Dolch, R.; Rafalirison, R.R. 2009. Greater bamboo lemur *Prolemur simus* (Gray, 1871). Pp.

7–8. In: R.A. Mittermeier; J. Wallis; A.B. Rylands; J.U. Ganzhorn; J.F. Oates; E.A. Williamson; E. Palacios; E.W. Heymann; M.C.M. Kierulff; Y. Long; J. Supriatna; C. Roos; S. Walker; L. Cortés-Ortiz; C. Schwitzer (eds.). *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2008–2010*. *Primate Conservation* 24: 1–57.

Conservation de *Prolemur simus* autour de la forêt de basse altitude d'Andriantantely, District de Brickaville

Felaniaina Lantovololona^{1*}, Anjara Bonaventure^{1,2}, Tianasoa Ratolojanahary³, Jean Rafalimandimby³, Maholy Ravaloharimanitra^{1*}, Paul Ranaivosoa¹, Jonah Ratsimbafy², Rainer Dolch³, Tony King¹

¹The Aspinall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar

²Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP), Lot 34 Cité des Professeurs Fort Duchesne, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar

³Association Mitsinjo, Lot 104 A Gare, Andasibe 514, Madagascar

*Corresponding authors: lanfelan2@gmail.com; rrmahooly@gmail.com

Mots-clés: conservation, forêt d'Andriantantely, Corridor Ankeniheny–Zahamena, *Prolemur simus*, socio-économie

Résumé

En 2009, le grand hapalémur *Prolemur simus* a été découvert autour de la forêt de basse altitude d'Andriantantely, District de Brickaville, dans la partie orientale de Madagascar. Cette nouvelle découverte d'une espèce classée comme gravement menacée par l'UICN a rappelé la nécessité d'actions urgentes de conservation dans un site considéré depuis plus de dix ans comme hautement important pour la biodiversité. En conséquence, notre étude avait comme objectifs d'actualiser les données relatives à la distribution et l'abondance de *P. simus* aux alentours d'Andriantantely, identifier les menaces qui affectent ces sites, et mettre en évidence les défis de conservation relatifs à la préservation de l'espèce. Des missions de comptage ont été réalisées de fin septembre à début décembre 2010, puis en janvier et mai 2011, et une étude socio-économique des populations riveraines de la forêt a été effectuée en novembre et décembre 2010. Nous avons identifié 6 groupes de *P. simus*, totalisant 31 individus dont 3 petits, dans 3 sites à une altitude variant de 80 à 229 m. Leur territoire est constitué de forêt dégradée à *Valiha diffusa* et *Ravenala madagascariensis*, et de terrains culturels; nous n'avons trouvé aucun signe de présence de *P. simus* dans la forêt même d'Andriantantely. La zone est caractérisée par une population humaine jeune, et son enclavement a favorisé des conditions sanitaires précaires et le manque d'infrastructure scolaire. Les communautés sont réticentes au développement, en raison de nombreux tabous et d'un désintérêt total face à la scolarisation des enfants. Le milieu physique est doté d'une richesse naturelle exceptionnelle, générant une dépendance vis-à-vis de ces ressources. Le challenge dans la gestion de ces sites réside dans l'élaboration d'un plan d'intervention visant à responsabiliser ces populations sur les fondements du transfert de gestion, par le biais d'actions de sensibilisation et d'une motivation, grâce à des alternatives économiques à la conservation, tout en leur inculquant le réflexe environnemental.

Introduction

Un programme de recherche rapide, mené en 1998 et 1999 dans quelques sites des forêts tropicales de basse et moyenne altitude du Corridor Ankeniheny–Zahamena, a identifié trois sites d'une haute importance pour la biodiversité, et nécessitant des actions urgentes de conservation: Andriantantely, Didy et Sandranantitra (Schmid et Alonso, 2005; Fig. 1). La forêt de basse altitude d'Andriantantely était particulièrement indiquée pour un programme de conservation urgent, notamment pour la richesse et l'abondance des lémuriens recensés (Schmid et Alonso, 2005).

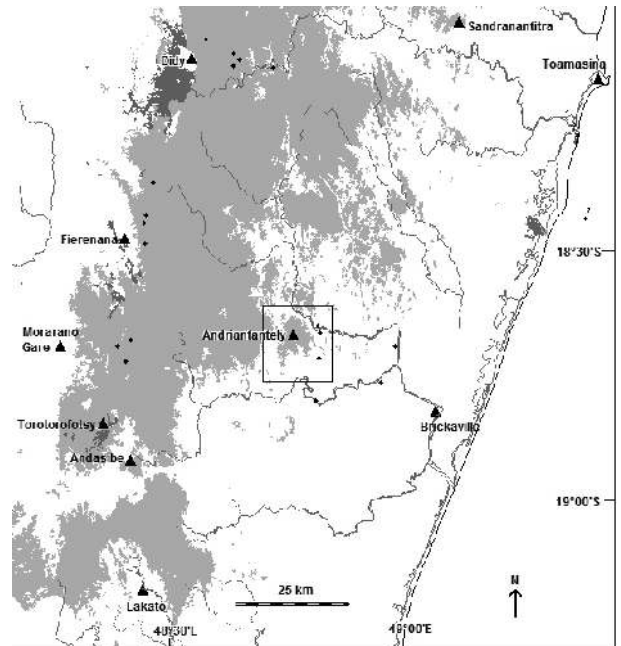


Fig. 1: Carte montrant la zone approximative d'étude (carré), les sites de *Prolemur simus* situés dans et autour du Corridor Ankeniheny–Zahamena selon Ravaloharimanitra et al. (2011) (diamants), la couverture forestière approximative (gris clair), les rivières et zones humides (gris foncé) et d'autres localités (triangles).

Huit espèces y ont été identifiées, à savoir *Microcebus rufus*, *Cheirogaleus major*, *Avahi laniger*, *Indri indri*, *Propithecus diadema*, *Varecia variegata*, *Eulemur fulvus* et *Hapalémur griseus* (Schmid et Alonso, 2005). Mais c'est seulement en 2009 que le grand Hapalémur *Prolemur simus* a été découvert autour de la forêt (Ravaloharimanitra et al., 2011). Cette découverte, d'une espèce classée comme gravement menacée par l'UICN (2010) et figurant sur la liste des primates les plus menacés au monde (Wright et al., 2008; Wright et al., 2009), a alors renforcé les conclusions de Schmid et Alonso (2005) sur l'importance biologique de cette zone.

Notre étude avait comme objectifs d'actualiser les données relatives à la distribution et l'abondance de *Prolemur simus* aux alentours d'Andriantantely, identifier les menaces qui affectent ces sites, et mettre en évidence les défis de conservation relatifs à la préservation de l'espèce.

Méthodologie

Site d'étude

Andriantantely (S18,7638°, E48,9468°) est un fragment de forêt de basse altitude d'une superficie d'environ 4.170 ha (Schmid et Alonso, 2005), compris dans la nouvelle aire protégée du Corridor Ankeniheny–Zahamena, mais séparé

du corridor proprement dit par une zone déboisée (Figs 1 et 2). Administrativement, la forêt est partagée entre les cinq communes de Lohariandava, Fanasana Gare, Razanaka, Fetraomby et Ambohimanana. Les sites de prospection de notre étude étaient surtout localisés aux alentours de la forêt (Figs 3 et 4), dans les zones de forêt dégradée à *Valiha diffusa* (espèce de bambou consommée par *Prolemur simus*), au niveau de trois communes (Lohariandava, Fanasana Gare et Fetraomby). Suite à la découverte de *Prolemur simus* dans la zone en 2009 et 2010 (Ravaloharimanitra et al., 2011), deux assistants de recherche locaux ont été embauchés et formés en mars 2010 pour le site de Ambolomadinika (Ambodimanga, village d'Ambinanifanasana, Commune Rurale de Fetraomby), puis deux autres en octobre 2010 pour le site de Lanonana (Commune Rurale de Fanasana Gare). Ces patrouilleurs effectuent depuis un suivi hebdomadaire des groupes dans le cadre du projet "Sauver *Prolemur simus*" de The Aspinall Foundation (King et Chamberlan, 2010; The Aspinall Foundation [TAF], 2008, 2009, 2010; Ravaloharimanitra et al., 2011).



Fig. 4: Mosaique d'habitats autour d'Andriantantely, à Lanonana, dont des petits lambeaux de forêt et les forêts dégradée à bambou *Valiha diffusa*. (Photo: A. Bonaventure)

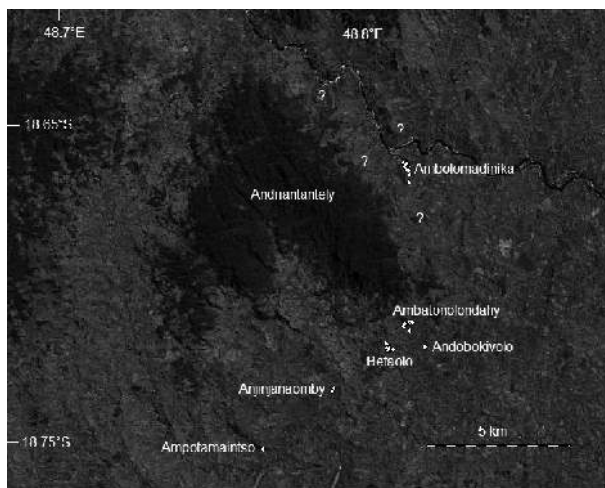


Fig. 2: Sites autour de la forêt d'Andriantantely où *Prolemur simus* a été observé directement de septembre 2010 à mai 2011 (diamants blancs), et autres localités où des traces de nourrissage de *P. simus* ont été trouvées sans observation directe (points d'interrogations). (Carte de fond ©Google Earth)



Fig. 3: Forêt d'Andriantantely vue de Lanonana. Forêt de basse altitude avec les terrains cultureux environnants. (Photo: A. Bonaventure)

Comptage de *Prolemur simus*

Des missions de comptage ont été réalisées de fin septembre à début décembre 2010, puis en janvier et mai 2011, en collaboration avec les assistants de recherche et d'autres guides locaux. Pour localiser *Prolemur simus*, nous avons utilisé la méthode de patrouille qui consiste en la recherche des individus eux-mêmes ou d'indices de leur présence, tels des restes de nourritures, des fèces fraîches ou une forte odeur d'urine. Lorsque les animaux étaient enfin observés, nous avons procédé au comptage des individus, leur catégorisation en fonction de l'âge, et à l'enregistrement des coordonnées géographiques du lieu d'observation.

Etude socio-économique

En novembre et décembre 2010 nous avons effectué une étude socio-économique au niveau des populations riveraines à la forêt et réparties sur cinq villages, à savoir: Andonabe et Ambodiantafana pour la commune de Lohariandava, Lanonana pour celle de Fanasana Gare, et enfin Ambodikily et Ambinanifanasana pour la commune de Fetraomby. Les outils utilisés ont été l'enquête par questionnaire, l'interview des personnes ressources et le focus group. Les critères de choix des personnes à enquêter ont été entre autres l'appartenance ou non aux collectivités territoriales de base, le groupe socio-économique d'appartenance du ménage (pêcheur, agriculteur, exploitant minier etc.) et accessoirement le niveau de vie. Une interview préliminaire avec les maires, les chefs de villages et les chefs spirituels des lignages a été nécessaire afin de diriger les recherches. Les focus groupes ont été effectués en dernier lieu en vue de recoupement des informations collectées.

Identification des menaces et pressions

Les patrouilles pour la recherche des groupes de *Prolemur simus* ont été effectuées en parallèle avec l'identification et le recensement des menaces et pressions. Du fait de l'isolement des groupes, ce dernier aspect a été réalisé sur la totalité de leur domaine vital. En outre, des entretiens avec la population locale et les patrouilleurs ont également permis d'identifier des menaces et pressions affectant la survie de cette espèce.

Résultats

Distribution et abondance de *Prolemur simus*

Nous avons réalisé 87 observations directes de *Prolemur simus* pendant l'étude (Fig. 5), à une altitude variant entre 80

et 229 m. Au total, nous avons identifié 6 groupes dans 3 sites (Fig. 2), avec un total de 31 individus dont 3 petits (Tab. 1). Cependant, il est à noter que la plupart des observations concernent les trois mêmes groupes, les trois autres n'ayant été l'objet que d'une ou deux observations directes (Tab. 1). Toutes ces localités sont en effet des sites isolés, et nous n'avons trouvé aucun signe de présence de *P. simus* dans la forêt même d'Andriantantely.



Fig. 5: *Prolemur simus* dans un *Valiha diffusa* à Ambolomadinika. (Photo: A. Bonaventure)

Tab. 1: Composition des groupes de *Prolemur simus* recensés aux alentours d'Andriantantely.

Site	Groupe/localité	Observations directes	Adultes et juvéniles	Petits	Total
Ambodimanga (CR Fetraomby)	Ambolomadinika	44	6	1	7
	Ambatonolondahy	20	6		6
Lanonana (CR Fanasana)	Andobokivolo	1	3		3
	Betaolo	19	5	1	6
	Anjinjanaomby	2	6	1	7
Ambodiantafana (CR Lohariandava)	Ampotamaintso	1	2		2
Total		87	28	3	31

De plus, des signes de nourrissage de *P. simus*, à savoir des traces sur les troncs et les feuilles de *Valiha diffusa* et également des traces sur les troncs d'*Aframomum* sp. ont été observés à quatre autres localités, sans observation directe (Fig. 2): Soanilo (S18,650°, E48,814°; Ravaloharimanitra et al., 2011), Sahatoana (18,661°S, 48,802°E), Salamboavana (S18,640°, E48,788°), et Ampagarinana (S18,678°, E48,820°), tous dans la Commune de Fetraomby.

Outre *P. simus*, nous avons également observé *Indri indri*, *Varecia variegata* et *Propithecus diadema* lors de nos prospections dans la forêt d'Andriantantely, et *Haplemur griseus*, *Eulemur fulvus*, *Avahi laniger* et *Indri indri* dans les sites autour de la forêt.

Tab. 2: Description des sites de *Prolemur simus*.

Localité	Caractéristique	Usage local
Ambolomadinika (S18,662°, E48,815°)	Forêt dégradée à bambous <i>Valiha diffusa</i> , avec plantation de bananiers et de caféiers	Plantation de bananiers et de caféiers
Ambatonolondahy (S18,712°, E48,817°)	Forêt dégradée essentiellement constituée de <i>Valiha diffusa</i> et de quelques pieds de <i>Ravenala</i>	Ancienne zone de pâturage bovin, devenue parcelle de culture sur brûlis
Andobokivolo (S18,721°, E48,820°)	Forêt dégradée essentiellement constituée de <i>Valiha diffusa</i> (plus de quatre ans)	Parcelle de culture sur brûlis
tBetaolo (S18,720°, E48,809°)	Forêt dégradée à <i>Valiha diffusa</i> sur les moyen et bas versants, et à <i>Ravenala</i> sur le haut versant	Zone de culture sur brûlis de riz, et de plantation de bananiers
Anjinjanaomby (S18,733°, E48,791°)	Forêt dégradée à <i>Ravenala</i> et <i>Valiha diffusa</i> , avec présence d'espèces envahissantes telles <i>Aframomum</i> et <i>Rubus molicanus</i>	Zone destinée au pâturage bovin et à la culture sur brûlis
Ampotamaintso (S18,751°, E48,765°)	Lambeau de forêt à proximité du village d'Ambodiantafana	Zone destinée au prélèvement de bois de construction



Fig. 6: Culture sur brûlis à l'intérieur de la forêt d'Andriantantely. (Photo: A. Bonaventure)

Description de l'habitat des sites

Les sites d'observation de *Prolemur simus* sont des habitats dégradés tous dominés par *Valiha diffusa*, à l'exception d'Anjinjanaomby où l'espèce dominante est *Ravenala madagascariensis*. Par ailleurs, tous ces sites sont des parcelles, anciennes ou actuelles, de culture sur brûlis, excepté le petit lambeau de forêt d'Ampotamaintso (Tab. 2; Figs 3, 4 et 6).

Facteurs de menace à la survie de *Prolemur simus*

Nous avons constaté plusieurs menaces portant atteinte à la survie de la population de *P. simus* dans les sites identifiés, notamment:

- Chasse de *P. simus* par pièges et sarbacanes
- Perturbation de *P. simus* par le passage de personnes et leurs chiens
- Dégradation de la forêt par abattage d'arbres pour usage local
- Fragmentation de l'habitat entraînant l'isolement des groupes ou de la population
- Crainte des populations d'être expropriées de leurs terrains
- Présence d'habitation humaine provisoire à proximité du territoire de *P. simus*
- Manque d'enthousiasme des populations locales et état de latence des collectivités territoriale de base dus à l'absence de stimulants économiques ou sociaux pour la conservation.

Pour le cas particulier d'Andriantantely, le fragment forestier est de plus en plus soumis à la fragmentation de l'habitat en raison de différents facteurs: cultures itinérantes, coupe

illicite de bois précieux dans les noyaux durs, divagation des bœufs et exploitation aurifère dans les cours d'eau en émanant. Des pressions sont également constatées sur les autres ressources naturelles à savoir: la surexploitation minière du lit de la rivière d'Ivoitra et la surexploitation des bambous pour la confection de radeaux nécessaires au transport hebdomadaire des bananes vers la voie ferrée.

Volet social

La population est essentiellement composée de Betsimisaraka, que côtoient d'autres ethnies (Antaisaka, Sihanaka, Betsileo, Merina, Antaimoro, etc.). Les croyances traditionnelles tiennent une place importante au sein de ces communautés. Des lieux de joro (cérémonie glorifiant les esprits) sont recensés un peu partout dans la forêt d'Andriantantely. Les chefs de lignage dits tangalamena tiennent un rôle spirituel important et disposent de ce fait d'une forte empreinte sociale. Toutefois, ces traditions tendent à s'effacer lentement, suite à la venue des missionnaires et l'extension des religions principalement. Le taux d'alphabétisation de la population avoisine en moyenne 20 %. Ce chiffre s'explique par des contraintes spatio-climatiques (difficulté de déplacement due à la montée du niveau des rivières en saison de pluies) d'une part, et par la faible motivation de la population vis-à-vis de la scolarisation d'autre part.

Les maladies les plus fréquentes sont le paludisme, la diarrhée et la bilharziose; ces trois fléaux représentent 30 % des cas traités au niveau des CSB (source: CSB II Fanasana Gare, Lohariandava, Fetraomby). Des moustiquaires ont été offertes au niveau des villages à raison d'une unité pour deux à trois personnes. La lutte contre le paludisme a également été accompagnée par la distribution de comprimés préventifs aux jeunes enfants (moins de cinq ans) et femmes enceintes.

D'une manière générale, tous les aspects définis auparavant concordent et contribuent à un indice de développement faible de la population locale, qui génère une forte dépendance envers les ressources naturelles et représente un frein aux activités de conservation de la biodiversité, et de *Prolemur simus* en particulier.

Volet économique

Afin de faire face à l'endettement des ménages, des agences de micro finance ont été développées au sein des communes environnantes en 2004, promouvant une épargne mutuelle en nature (semences de riz) ou en termes monétaires. Connues sous le nom de "Tsinjo Aina", ces organismes permettaient d'emprunter à taux d'intérêt nul, à la seule condition de les rembourser dans un délai maximal de six mois. Toutefois, la mauvaise gestion des cotisations et l'esprit d'assistanat des membres ont eu raison de ces structures. La principale activité génératrice de revenus reste donc l'agriculture (80% des ménages). L'accès à la terre conditionne le revenu agricole des ménages. Une majeure partie de ces terres est destinée à la plantation de bananiers comme source de revenus, le reste étant affecté aux cultures de subsistance (culture sur brûlis de riz et maïs associés, riziculture, etc.). La production de bananes atteint 30 kg/pied au bout de 1,5 à 2,0 mois. Le village d'Andonabe, où chaque ménage est constitué d'un grand nombre d'individus, est caractérisé par une culture de rente importante de la banane (Tab. 3). En général, la principale culture vivrière reste la cul-

Tab. 3: Le système agraire de la zone d'étude.

	Moyenne rencontrée au niveau des principaux villages					Différence significative
	Andonabe	Ambodiantafana	Ambodikily	Lanonana	Ambinaninanasana	
Nombre d'individu/ménage	82	612	593	5	690	Oui
Rizières (ha)/individu	7	8	9	16	8	Non
Pieds de bananier/individu	1,829	1,225	1,079	20	720	Oui
Culture sur brûlis de riz (ha/individu)	2	18	29	17	28	Oui
Têtes de bœuf/individu	24	9	14	12	14	Non
Tête de porc/individu	7	8	3	11	2	Non
Volailles/individu	37	131	106	78	101	Oui

ture sur brûlis de riz, pour laquelle une jachère de deux à trois ans est nécessaire entre deux saisons. Cette pratique est faiblement pratiquée dans le village de Lanonana (Tab. 3). La proximité d'une gare favorise la commercialisation des produits agraires; ainsi le village d'Ambodiantafana, situé à environ 4 km à vol d'oiseau de la gare de la Commune de Fanasana, est caractérisé par le développement de l'élevage avicole (Tab. 3). Le manque de terres disponibles amène environ 20 % des ménages à adopter la pêche et l'exploitation aurifère.

Le métayage et le fermage ne sont pas encore présents dans ces contrées. Les propriétaires, faute de main d'œuvre ou de moyen financier, prêtent leurs terres les moins fertiles en échange de main d'œuvre gratuite pour les travaux culturels. Une faible proportion des ménages (20 %) procède à deux saisons rizicoles. Les lacunes en techniques de maîtrise de l'eau, ajoutées à l'absence de produits phytosanitaires (pour 88 % des agriculteurs), handicapent lourdement le domaine de la riziculture.

Discussions et recommandations

Le nombre de *Prolemur simus* rencontré varie d'un groupe à l'autre, avec un nombre maximum de sept individus pour les groupes de Betaolo, d'Anjinjanomby et d'Ambolomadinika. Toutefois, les 15 individus recensés dans 3 groupes du site de Lanonana (Communauté locale de Base Dimbianjanjafy) placent ce dernier au rang de site prioritaire de conservation pour cette espèce en danger critique d'extinction.

Un bon point pour la conservation de *P. simus* est la gestion de leurs habitats par les communautés locale de base. Toutefois, plusieurs faits viennent faire obstacle à cette conservation. Par crainte d'une possible expropriation de leurs terrains culturels, ces communautés sont réticentes à collaborer avec des organisations non gouvernementales environnementales, d'autant plus que le rendement agricole est déjà maigre. La méconnaissance des opportunités de la conservation contribue également au non respect des activités de conservation véhiculées par les cahiers de charge des transferts de gestion et/ou les engagements communautaires.

La faible capacité de gestion de ces structures n'est pas en reste: l'ignorance des procédures de légalisation des transferts de gestion d'une part, et des droits et responsabilités des membres d'autre part, déstabilisent énormément les efforts de conservation développés jusqu'à ce jour.

Pour une gestion efficace de ces sites et dans une optique de responsabilisation des paysans à la conservation, les actions suivantes sont à considérer:

- Mener une éducation environnementale;
- Restaurer le massif forestier d'Andriantantely;
- Renforcer les capacités de gestion des communautés gestionnaires de la forêt;
- Développer des activités alternatives à la conservation (pisciculture, élevage professionnel, apiculture);
- Améliorer la productivité de la riziculture par la vulgarisation des cultures en terrasses et par l'appropriation de produits phytosanitaires;
- Soutenir les autres cultures vivrières par le don de semences améliorées (maïs, café, etc.).

Conclusion

Au cours de notre étude sur le site d'Andriantantely, le nombre de *Prolemur simus* a été actualisé à 31 individus, répartis sur 6 groupes isolés. Leur territoire est constitué de forêt dégradée à *Valiha diffusa* et *Ravenala madagascariensis*, et de terrains culturels. Les localités abritant les territoires de *P. simus* sont caractérisées par une population jeune: environ 50 % ont moins de 18 ans. L'enclavement du milieu a favorisé des conditions sanitaires précaires et le manque d'infrastructure scolaire. Certains états de fait viennent alourdir ce bilan. Ainsi, les communautés vivant à proximité du massif forestier (cas d'Andranomihotra Maevantanàna) sont réticentes au développement, en raison de nombreux tabous et d'un désintérêt total face à la scolarisation des enfants. Par ailleurs, le milieu physique est doté d'une richesse naturelle exceptionnelle, générant une dépendance vis-à-vis de ces ressources. Par conséquent, le vrai challenge dans la gestion de ces sites réside dans l'élaboration d'un plan d'intervention visant à responsabiliser ces populations sur les fondements du transfert de gestion, par le biais d'actions de sensibilisation et d'une motivation, grâce à des alternatives économiques à la conservation, tout en leur inculquant le réflexe environnemental.

Remerciements

Notre reconnaissance se tourne vers: le Ministère de l'Environnement et des Forêts du Gouvernement de Madagascar, et en particulier la Direction du Système des Aires Protégées, qui a délivré notre permis de recherche: les autorités locales pour leurs permission et participation: les associations de la communauté: et tout le personnel local lors des enquêtes sur terrain. Nous remercions également Rose Marie Randrianarison, Louisette Ravalitera, Christelle Chamberlan, Mohamad Mbaraka et Hery Andriantantefana pour leur précieuse aide dans l'organisation de l'étude, ainsi que tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de cet ouvrage. L'étude a été financée par The Aspinall Foundation dans le cadre du projet "Sauver *Prolemur simus*".

Références

- King, T.; Chamberlan, C. 2010. Conserving the critically endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*. *Oryx* 44: 167.
- Ravaloharimanitra, M.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Rajanson, A.; Rakotonirina, L.; Rasolofoharivelo, T.; Ndriamiary, J.N.; Andriambololona, J.; Nasoavina, C.; Fanomezantsoa, P.; Rakotoarisoa, J.C.; Youssouf; 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: 776–792.
- Schmid, J.; Alonso, L.E. (eds.). 2005. A rapid biological assessment of the Mantadia–Zahamena Corridor, Madagascar. RAP Bulletin of Biological Assessment No. 32, Conservation International, Washington, DC, USA.
- The Aspinall Foundation. 2008. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – objectifs et actions proposées. The Aspinall Foundation, Port Lympne Wild Animal Park, Lympne, UK.
- The Aspinall Foundation. 2009. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – premiers résultats et actions immédiates. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- The Aspinall Foundation. 2010. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – rapport sommaire 2010. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- IUCN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 10 December 2010.
- Wright, P.C.; Johnson, S.E.; Irwin, M.T.; Jacobs, R.; Schlichting, P.; Lehman, S.; Louis, E.E. Jr.; Arrigo-Nelson, S.J.; Raharison, J.-L.; Rafalirarison, R.R.; Razafindratsita, V.; Ratsimbazafy, J.; Ratelolahy, F.J.; Dolch, R.; Tan, C. 2008. The crisis of the critically endangered greater bamboo lemur (*Prolemur simus*). *Primate Conservation* 23: 5–17.
- Wright, P.C.; Larney, E.; Louis Jr., E.E.; Dolch, R.; Rafalirarison, R.R. 2009. Greater bamboo lemur *Prolemur simus* (Gray, 1871). Pp. 7–8. In: R.A. Mittermeier; J. Wallis; A.B. Rylands; J.U. Ganzhorn; J.F. Oates; E.A. Williamson; E. Palacios; E.W. Heymann; M.C.M. Kierulff; L. Yongcheng; J. Supriatna; C. Roos; S. Walker; L. Cortés-Ortiz; C. Schwitzer (eds.). *Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2008–2010*. *Primate Conservation* 24: 1–57.

Abondance et conservation de *Prolemur simus* dans les sites de basse altitude de Sahavola et Ambalafary, District de Brickaville

T. Hasimija Mihaminekena^{1,2*}, Maholy Ravaloharimanitra^{1*}, Paul Ranaivosoa¹, Jonah Ratsimbazafy², Tony King¹

¹The Aspinall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar

²Groupe d'Étude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP), Lot 34 Cité des Professeurs Fort Duchesne, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding authors: nekena825914@yahoo.fr; rrmahooly@gmail.com

Mots-clés: grand hapalémur, greater bamboo lemur, conservation, lémuriens, Madagascar

Résumé

Le plus grand lémurien mangeur de bambou *Prolemur simus* figure parmi les primates les plus menacés au monde. Nous présentons ici une mise à jour des données relatives à l'abondance de l'espèce et les menaces qui l'affectent sur deux sites isolés dans la zone déboisée de basse altitude au sud-est du Corridor Ankeniheny–Zahamena (CAZ), Sahavola et Ambalafary, et quelques recommandations quant à la conservation de l'espèce et de son habitat. Notre étude s'est principalement déroulée entre septembre et décembre 2010, avec un retour plus bref sur les sites en mars 2011. Nous avons constaté une augmentation de la population sur chacun des sites: celle de Sahavola a atteint 32 individus, avec au moins quatre naissances durant l'étude, et répartis dans 3 groupes; celle d'Ambalafary, 20 individus dans un seul groupe, avec six naissances. A Sahavola, la principale source de nourriture était le bambou *Valiha diffusa* (90 % de nos observations directes de septembre à décembre 2010), tandis qu'à Ambalafary, c'était le bambou *Bambusa vulgaris* (97 %). Nous n'avons trouvé aucun piège à lémurien, même si certains avaient été découverts à Ambalafary en mars 2010 avant notre étude. A Sahavola, nous avons observé la coupe fréquente de bois par des propriétaires voisins dont le terrain abrite le type d'habitat favorable à *P. simus*. Pour assurer la survie de l'espèce dans son habitat naturel, nous recommandons donc de pratiquer le système de l'IEC (Information, Education et

Communication) avec la population environnante afin qu'elle se rende compte de son importance dans la région. Une autre préoccupation non négligeable est celle de la vérification de l'existence éventuelle d'un pont biologique entre les différentes populations, qui permettrait de réduire les risques liés à la consanguinité.

Introduction

Autrefois répandu dans presque toute l'île de Madagascar (Godfrey *et al.*, 2004), supposé éteint durant les années 1900 (Napier et Napier, 1967), redécouvert dans le sud-est entre 1960 et 1970 (Meier et Rumpler, 1987; Petter *et al.*, 1977), et récemment découvert dans la partie est (Dolch *et al.*, 2004; Dolch *et al.*, 2008), le plus grand lémurien mangeur de bambou *Promlemur simus* figure parmi les primates les plus en péril dans le monde (Mittermeier *et al.*, 2009). Selon l'estimation de Wright *et al.* (2009), la taille de la population en milieu naturel ne dépasserait pas les 200 individus.

Néanmoins, des études collaboratives de Ravaloharimanitra *et al.* (2011) ont récemment mis en évidence la présence de *P. simus* sur plusieurs nouveaux sites dans la partie ouest du Corridor Ankeniheny-Zahamena (CAZ; 12 sites) et sur quelques sites isolés dans la zone déboisée de basse altitude à l'est de celui-ci (6 sites). Mais les menaces et pressions qui affectent la survie de l'espèce à l'intérieur de ces nouveaux sites restent nombreuses, à savoir: la chasse, la destruction de l'habitat, la perturbation de l'habitat et la fragmentation de l'habitat (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). Cette situation ne fait que confirmer le classement de l'UICN (2010) de *P. simus* comme espèce gravement menacée, et le besoin d'un programme de conservation pour sa survie (The Aspinall Foundation [TAF], 2008, 2009; King et Chamberlan, 2010).

Dans cet article, nous présentons une mise à jour des données de Ravaloharimanitra *et al.* (2011) relatives à l'abondance de l'espèce et les menaces qui l'affectent sur deux des sites isolés au sud-est du CAZ, Sahavola et Ambalafary, et

quelques recommandations quant à la conservation de l'espèce et de son habitat.

Sites d'études

La présente étude s'est focalisée dans deux sites du District de Brickaville (Fig. 1), tous deux bénéficiant depuis mars 2010 d'un appui à leur conservation dans le cadre du Projet "Sauver *Promlemur simus*" de The Aspinall Foundation (King et Chamberlan, 2010; TAF, 2010; Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). Le site de Sahavola (S 18,6899°, E 48,9768°), localisé dans le Fokontany de Moka, Commune Rurale d'Anivorano Est, est une propriété privée s'étendant sur une surface de 29-ha environ. Dans le site abonde *Valiha diffusa*, une espèce de bambou endémique à Madagascar avec des chaumes de grand diamètre qui constitue la principale source alimentaire de *P. simus* dans les sites isolés au sud-est du CAZ (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). Le site est également dominé par *Ravenala madagascariensis* (l'arbre du voyageur), ce qui en fait un site typique de "savoka" (formation végétale secondaire) à Ravenala.

Le site d'Ambalafary (Fig. 2) (S 18,8008°, E 48,8092°) est géré par le COBA Ainga Vao II, créé expressément par la population locale après que la présence de *P. simus* ait été confirmée par Ravaloharimanitra *et al.* (2011). Il se trouve entre le chef lieu de la Commune Rurale de Fanasana Gare à l'ouest et le Fokontany de Mangabe à l'est, sur la rive nord du fleuve Ivohitra. L'accès se fait par traversée du fleuve (120 m de largeur) en pirogues ou radeaux. Ce site abrite en abondance deux espèces de bambou présentant des chaumes de grand diamètre: *Valiha diffusa* et *Bambusa vulgaris*, tous deux consommés par *P. simus* (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). Les arbres fruitiers y sont aussi prédominants mais on peut dire que le site est caractérisé par des "savoka" de bambous.

Méthodes

Afin de localiser et mieux connaître le comportement de *Promlemur simus*, nous avons utilisé la méthode de patrouille qui consiste en la prospection directe du lieu de fréquentation habituel des groupes en partant de traces telles que restes de nourriture frais laissés par l'animal, fèces fraîches ou forte odeur d'urine. Lorsqu'un groupe était enfin observé, nous avons procédé au comptage des individus et à la détermination du sexe. Pour le suivi de l'espèce dans les deux sites, étant donné une observation assez facile, nous avons adopté la méthode de "scan sampling" (Altmann, 1974) qui consiste à suivre les activités de tous les individus composant le groupe toutes les 5mn ou plus lorsqu'ils mangent. Quand tous les individus du groupe n'étaient pas observables en même temps, nous avons utilisé la méthode du "continuous focal sampling" (suivi continue d'un animal focal). Nous avons également noté toute information jugée nécessaire concernant l'animal, comme la hauteur et le nom de l'arbre dans lequel il se trouvait, le type de plante et la partie consommée, les coordonnées géographiques du lieu (en dessous de l'arbre où l'animal se trouvait). Nous avons aussi noté toutes les observations d'autres espèces de lémurien éventuellement rencontrées. Concernant les pressions pesant sur l'espèce, nous avons relevé toute trace humaine, comme les pièges à lémuriens, les arbres coupés ou le feu.

Notre étude a été effectuée principalement de septembre à décembre 2010, avec un retour plus bref sur les sites en mars 2011. Nous avons travaillé 8 h par jour, le nombre d'heures de suivi par mois et par site pour la période de septembre à décembre étant résumé dans le tableau 1.

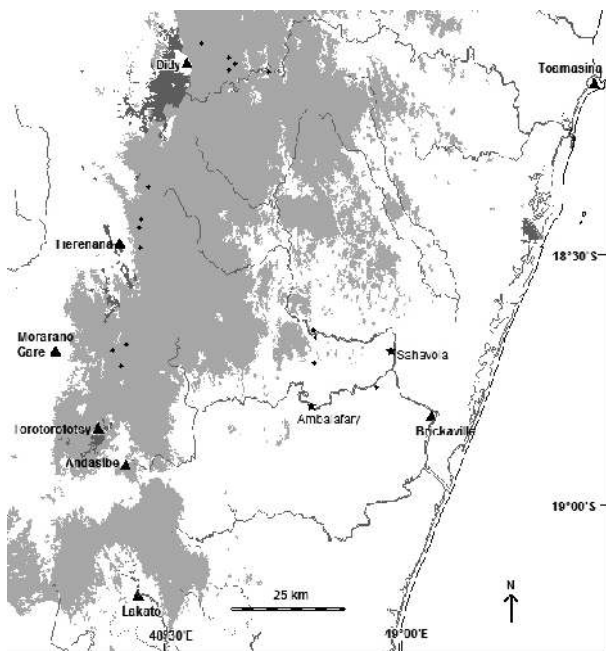


Fig. 1: Carte montrant les deux sites d'études (étoiles), les autres sites de *Promlemur simus* situés dans et autour du Corridor Ankeniheny-Zahamena selon Ravaloharimanitra *et al.* (2011) (diamants), la couverture forestière approximative (gris clair), les rivières et zones humides (gris foncé) et d'autres localités (triangles).



Fig. 2: Le site d'Ambalafary, situé sur la rive nord du fleuve Ivohitra. (Photo: T. King)

Tab. 1: Tableau récapitulatif du suivi de *Prolemur simus* dans chaque site.

Mois	Ambalafary		Sahavola	
Septembre	9 jours	72 h	2 jours	16 h
Octobre	7 jours	56 h	10 jours	80 h
Novembre	9 jours	72 h	7 jours	56 h
Décembre	2 jours	16 h	10 jours	80 h
Total	27 jours	216 h	29 jours	232 h

Résultats

A la fin de l'étude en mars 2011, nous avons compté 20 individus à Ambalafary dans un seul groupe, et 32 individus à Sahavola répartis dans 3 groupes (Tab. 2; Figs 3–4). Comme notre mission coïncidait avec la période de mise bas de l'espèce (mois de novembre), le nombre de *Prolemur simus* dans chaque site a augmenté avec la naissance de six petits à Ambalafary et au moins quatre à Sahavola (Tab. 2; Fig. 5). L'observation des animaux s'est faite à une distance d'environ 7 m et plus, du fait qu'ils ne sont pas encore bien habitués à la présence humaine et qu'ils ne portent pas de colliers. Par conséquent, il était très difficile de distinguer le mâle de la femelle.

Tab. 2: Taille et composition des groupes de *Prolemur simus* dans les deux sites (M, mâle; F, femelle; ?, sexe non déterminé).

Site	Groupe	Adultes		Juvéniles		Enfant	Total
		M	F	M	F		
Ambalafary	I	2	6	1	5	6	20
	II	3	7	0	2	3	15
Sahavola	II	2	4	0	0	1	7
	III	?	?	?	?	?	10



Fig. 3: *Prolemur simus* se reposant dans un arbre du voyageur *Ravenala madagascariensis* à Sahavola. (Photo: H. Andrianiantefana)



Fig. 4: *Prolemur simus* grim-pant un bambou *Valiha diffusa* à Sahavola. (Photo: H. Mihaminekena)



Fig. 5: Deux femelles *Prolemur simus* et leurs nouveaux-nés à Ambalafary, le 2 décembre 2010, assises sur des feuilles cassées de *Ravenala madagascariensis*. (Photo: T. King)

A Sahavola, la principale source de nourriture est le bambou *Valiha diffusa* (90 % de nos observations directes de septembre à décembre 2010). D'autres espèces végétales, telles que *Artocarpus heterophilus* (Ampalibe), *Aframomum angustifolium* (Longoza) et *Litchi* sp. (Litchi) ont également été consommées mais à faible fréquence. A Ambalafary, c'est le bambou *Bambusa vulgaris* qui a constitué la principale alimentation de *Prolemur simus* de septembre à décembre (97 % de nos observations directes). D'autres espèces, telles *Valiha diffusa* (Fig. 6), *Artocarpus heterophilus* et *Aframomum angustifolium*, ont aussi été consommées.

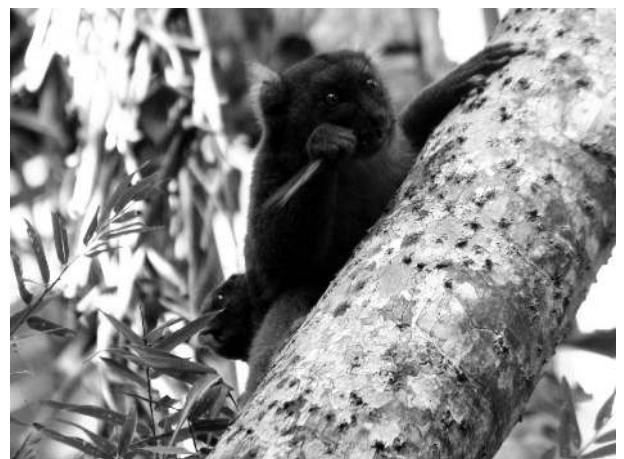


Fig. 6: Une femelle *Prolemur simus*, avec son bébé, mangeant les feuilles du bambou *Valiha diffusa* à Ambalafary, le 2 décembre 2010. (Photo: T. King)

A part *Prolemur simus*, nous avons également observé le petit hapalémur *Hapalemur griseus* aux deux sites (Fig. 7). En plus, à Ambalafary nous avons trouvé des signes de nourrissage de *Daubentonia madagascariensis*, et la population locale a affirmé la présence de *Lepilemur* sp. et *Microcebus* sp.

Nous n'avons trouvé aucun signe de chasse ni de feu pendant l'étude. Par contre, à Sahavola quelques arbres ont été coupés par un propriétaire voisin (Fig. 8), et un village se trouve à 200 m de ce site.



Fig. 7: *Haplemur griseus* à Ambalafary se cachant dans un bosquet de bambou *Bambusa vulgaris*. (Photo: T. King)



Fig. 8: Terrain récemment déboisé, voisin du site de Sahavola, avec formation secondaire dominée par *Ravenala madagascariensis* typique du site. (Photo: H. Mihaminekena)

Discussion

Au mois de mars 2010, Ravaloharimanitra *et al.* (2011) ont compté 21 individus dans le site de Sahavola. Les travaux que nous avons effectués dans le site ont montré l'existence de 3 groupes composés respectivement de 15, 7 et 10 individus, incluant 4 bébés nés pendant l'étude. La différence des chiffres de Ravaloharimanitra *et al.* (2011) avec les nôtres est probablement davantage due à une différence de temps passé sur le terrain qu'à une vraie augmentation de la taille de la population (à part les naissances). Néanmoins, durant le suivi effectué au mois de mars 2011, nous avons constaté une tendance à l'augmentation du nombre d'individus du groupe III, probablement due à une migration d'individus, mais dont nous ignorons la provenance. Plusieurs points restent alors à éclaircir sur la dynamique de la population, ce qui impliquerait une étude à long terme et plus développée.

Pour le cas du site d'Ambalafary, un groupe de six individus a été observé au mois de mars 2010 par l'équipe de Ravaloharimanitra *et al.* (2011), et des observations ultérieures par les patrouilleurs locaux ont suggéré l'existence de deux groupes composés de six et huit individus (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). Nos résultats diffèrent quelque peu car nous n'avons identifié qu'un seul groupe de huit adultes et six juvéniles, nous faisant penser qu'il y a eu une fusion des deux groupes identifiés antérieurement. Nous avons été témoin de la naissance de six bébés dans ce groupe en octobre et novembre 2010. Une étude à long terme concernant le phénomène de fusion-fission doit être menée afin de comprendre

exactement cet aspect de la dynamique de population de *P. simus*. En plus, étant donné la difficulté d'observation de *P. simus* pendant sa période de repos et vu que l'espèce est cathémérale, beaucoup de temps est requis pour pouvoir suivre son rythme d'activité, la taille des groupes et leur composition.

Ravaloharimanitra *et al.* (2011) ont répertorié différentes formes de menaces et de pressions pour l'espèce à tous les sites dans et autour du CAZ abritant *P. simus*. Lors de notre étude à Sahavola, nous avons identifié les mêmes menaces affectant la survie de *P. simus* dans ce site, surtout la coupe fréquente de bois par des propriétaires voisins et dont la propriété abrite le type d'habitat favorable à *P. simus*. Cette action néfaste peut modifier les activités journalières de l'espèce, la rendant plus méfiante à la présence humaine et plus difficile à suivre. Ainsi, il est toujours recommandé de pratiquer le système de l'IEC (Information, Education et Communication) envers la population environnante afin qu'elle se rende compte de l'importance de l'espèce dans sa région.

Pour le cas d'Ambalafary, si au mois de mars 2010 des pièges avaient été découverts au niveau du site (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011), nous n'en avons trouvé aucun pendant notre étude. La population de *P. simus* est en augmentation, ce qui peut être considéré comme un signe d'atmosphère positive pour la population. De plus, la rivière Ivohitra joue un rôle crucial de barrière écologique entre le village et le site. À part cela, grâce à l'effort de sensibilisation effectué par les patrouilleurs, la population locale commence à prendre conscience de l'importance de l'espèce *P. simus* dans le village. Tout ceci nous amène donc à penser que la survie de *P. simus* dans son habitat naturel dépend énormément de la sensibilisation de la population autour du site. Il faut que celle-ci prenne conscience de la valeur de ce patrimoine.

Une autre préoccupation non négligeable est celle de la vérification de l'existence ou non d'un pont biologique entre les différentes populations, qui permettrait de réduire les risques liés à la consanguinité. À part cela, la supervision régulière du travail des patrouilleurs s'avère nécessaire dans le but de renforcer leurs capacités en matière de suivi et de collecte de données, ainsi qu'en matière de conservation et de protection de la biodiversité.

Remerciements

Notre étude a été réalisée grâce aux apports et contributions de diverses personnes et entités. Ainsi, nous sommes très reconnaissants envers le Ministère de l'Environnement et des Forêts, la Direction Générale de l'Environnement et des Forêts, et la Direction du Système des Aires Protégées, Madagascar; l'Association Mitsinjo; Conservation International; Christelle Chamberlan, The Aspinall Foundation; Rose Marie Randrianarison, Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP); Louissette Ravalitera, Présidente de la Fédération Tsarafaniry; Julienne Ravaomanana, Maire de la Commune Rurale d'Anivorano Est; Jules Lesabotsy, Maire de la Commune Rurale de Fanasana Gare; les chefs du Fokontany de Moka et Fanasana Gare; Simon Peter Randrianarivelo et François Lejoma, patrouilleurs d'Ambalafary; Razafimahatratra et Genebe, patrouilleurs de Sahavola; les cuisinières et porteurs; Mohamad Mbaraka et Hery Andrianantefana, The Aspinall Foundation. L'étude a été financée par The Aspinall Foundation dans le cadre du Projet "Sauver *Prolemur simus*".

Références

Altmann, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49: 227–267.

- Dolch, R.; Fiely, J.L.; Ndriamiary, J.N.; Rafalimandimby, J.; Randriamampionona, R.; Engberg, S.E.; Louis, Jr., E.E. 2008. Confirmation of the greater bamboo lemur, *Prolemur simus*, north of the Torotorofotsy wetlands, eastern Madagascar. *Lemur News* 13: 14–17.
- Dolch, R.; Hilgartner, R.; Ndriamiary, J.N.; Randriamahazo, H. 2004. The grandmother of all bamboo lemurs: evidence for the occurrence of *Hapalemur simus* in fragmented rainforest surrounding the Torotorofotsy marshes, central eastern Madagascar. *Lemur News* 9: 24–26.
- Godfrey, L.R.; Simons, E.L.; Jungers, W.L.; DeBlieux, D.D.; Chattrath, P.S. 2004. New discovery of softfossil *Hapalemur simus*, the greater bamboo lemur, in western Madagascar. *Lemur News* 9: 9–11.
- IUCN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 10 December 2010.
- King, T.; Chamberlan, C. 2010. Conserving the critically endangered greater bamboo lemur. *Oryx* 44: 167.
- Meier, B.; Rumpler, Y. 1987. Preliminary survey of *Hapalemur simus* and of a new species of *Hapalemur* in eastern Betsileo, Madagascar. *Primate Conservation* 8: 40–43.
- Mittermeier, R.A.; Wallis, J.; Rylands, A.B.; Ganzhorn, J.U.; Oates, J.F.; Williamson, E.A.; Palacios, E.; Heymann, E.W.; Kierulff, M.C.M.; Yongcheng, L.; Supriatna, J.; Roos, C.; Walker, S.; Cortés-Ortiz, L.; Schwitzer, C. (eds.). 2009. Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2008–2010. *Primate Conservation* 24: 1–57.
- Napier, J.; Napier, P. 1967. *A Handbook of Living Primates*. Academic Press, New York, USA.
- Petter, J.-J.; Albignac, R.; Rumpler, Y. 1977. Faune de Madagascar 44: Mammifères Lémuriens (Primates Prosimiens). ORSTOM/CNRS, Paris, France.
- Ravaloharimanitra, M.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Rajaonson, A.; Rakotonirina, L.; Rasolofoharivelo, T.; Ndriamiary, J.N.; Andriambololona, J.; Nasoavina, C.; Fanomezantsoa, P.; Rakotoarisoa, J.C.; Youssouf; 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: 776–792.
- The Aspinall Foundation. 2008. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – Objectifs et actions proposées. The Aspinall Foundation, Port Lympne Wild Animal Park, Lympne, UK.
- The Aspinall Foundation. 2009. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – Premiers résultats et actions immédiates. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- The Aspinall Foundation. 2010. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – Rapport sommaire 2010. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- Wright, P.C.; Larney, E.; Louis Jr.; E.E.; Dolch, R.; Rafaliarison, R.R. 2009. Greater bamboo lemur *Prolemur simus* (Gray, 1871). Pp. 7–8. In: R.A. Mittermeier; J. Wallis; A.B. Rylands; J.U. Ganzhorn; J.F. Oates; E.A. Williamson; E. Palacios; E.W. Heymann; M.C.M. Kierulff; L. Yongcheng; J. Supriatna; C. Roos; S. Walker; L. Cortés-Ortiz; C. Schwitzer (eds.). *Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2008–2010*. *Primate Conservation* 24: 1–57.

Conservation de *Prolemur simus* dans le site de basse altitude de Vohiposa, District de Brickaville

Anjara Bonaventure^{1,2*}, Felaniaina Lantovololona¹, T. Hasimija Mihaminekena^{1,2}, Z. Anselmo Andrianandrasana^{1,2}, Maholy Ravaloharimanitra^{1*}, Paul Ranai-voosa¹, Jonah Ratsimbazafy², Tony King¹

¹The Aspinall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar

²Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP), Lot 34 Cité des Professeurs Fort Duchesne, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding authors: bonaventure.anjara@gmail.com; rrmahooly@gmail.com

Mots-clés: *Prolemur simus*, lémuriens, approche de conservation, socio-économie, Madagascar

Résumé

Classé comme gravement menacé par l'UICN, le Grand Hapalémur *Prolemur simus* fait partie de la liste des primates les plus menacés au monde. Suite à la découverte de plusieurs sites abritant l'espèce dans et autour du Corridor d'Ankeniheny–Zahamena (CAZ), notre étude s'est intéressée à celui de Vohiposa, localisé au sud-est du CAZ et tirant son nom d'un fragment de forêt de basse altitude d'environ 50 ha. Le but de notre étude était d'actualiser les données relatives à la distribution et l'abondance de *P. simus*, identifier les menaces qui affectent le site et mettre en évidence les défis de conservation qu'il représente. Entre octobre 2010 et mai 2011, nous avons réalisé 133 observations directes de *P. simus* à une altitude comprise entre 20 et 240 m. Nous avons identifié 4 groupes, totalisant 64 individus, dont 9 petits nés pendant l'étude. Même si nous n'avons certainement pas compté tous les individus, Vohiposa semble abriter une population de *P. simus* plus importante que celles des autres sites identifiés dans et autour du CAZ. Néanmoins, les pressions y sont importantes: braconnage, exploitation illicite d'espèces ligneuses, exploitation de bois de cannelle, feu incontrôlé ou volontaire, crainte de la population locale d'expropriation des terrains culturels. Bien que la forêt de Vohiposa soit gérée par deux COBAs, la plus grande partie de la zone d'occupation de *P. simus* se situe en dehors de la forêt, dans une zone de savoka à *Ravenala madagascariensis* et bambous *Valiha diffusa*, au sein de trois propriétés agricoles privées. La complexité de la gestion du site réside dans la multiplicité et la diversité de ses unités de gestion. La conservation de *P. simus* dépend donc de la bonne coordination de ces différents acteurs.

Introduction

Prolemur simus ou grand hapalémur, de la famille Lemuridae, est le plus grand des lémuriens mangeurs de bambou à Madagascar; pesant 2,2 à 2,5 kg (Mittermeier et al., 2010), son régime alimentaire est dominé par les bambous de grand diamètre (Tan, 1999; Ravaloharimanitra et al., 2011). Des subfossiles de l'espèce suggèrent qu'elle était distribuée sur une grande partie de Madagascar il y a quelques milliers d'années (Godfrey et Vuillaume-Randriamanantana, 1986; Simons et al., 1995; Godfrey et al., 2004), mais l'absence d'observations depuis la fin du 19^{ème} siècle a fait penser qu'elle s'était éteinte dans les années 1900 (Napier et Napier, 1967), jusqu'à sa redécouverte dans le sud-est entre 1960 et 1970 (Meier et Rumpler, 1987; Petter et al., 1977), et plus récemment encore dans la partie orientale (Dolch, Hilgartner et al., 2004; Dolch, Fiely et al., 2008). Classée comme gravement menacée par l'UICN (2010), elle fait partie des cinq espèces de lémuriens figurant sur la liste des primates les plus menacés au monde (Wright et al., 2009).

Selon une synthèse du statut de cette espèce par Wright et al. (2008), des observations confirmées ont été faites sur seulement 11 des 70 sites étudiés entre 1986 et 2007, tandis qu'une estimation de la population dans la nature par Wright et al. (2009) n'excède pas 100 à 160 individus. Cependant, la carte présentée par Wright et al. (2008) suggère que de larges zones au sein de l'aire de distribution n'ont pas été examinées au cours de ces dernières années. Par conséquent, un programme de conservation a été développé à partir de 2008, dont l'un des objectifs est d'organiser des études collaboratives afin d'identifier les sites précédemment inconnus soutenant *P. simus* (The Aspinall Foundation [TAF], 2008, 2009; King et Chamberlan, 2010; Rakotonirina et al., 2011). Après une première enquête au sud-est de Madagascar (Rajaonson et al., 2010), une seconde recherche

a été effectuée dans et autour du Corridor d'Ankeniheny-Zahamena (CAZ) entre mai 2009 et juin 2010 (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). L'évidence de la présence de *P. simus* a été trouvée sur 18 des 44 sites visités, et 65 individus ont été directement observés (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011). Par la suite, des études de la démographie et des pressions qui s'exercent sur ces sites ont été mises en œuvre et ont entraîné une priorisation de ceux-ci, basée sur le critère d'abondance de l'espèce et le degré de pression (cet article; Lantovololona *et al.*, 2012; Mihaminekena *et al.*, 2012; Randriarimanana *et al.*, 2012).

Notre étude a débuté en octobre 2010 et s'est intéressée à un des sites découverts par Ravaloharimanitra *et al.* (2011): Vohiposa, un site de basse altitude situé au sud-est du CAZ dans le district de Brickaville. Le but est d'actualiser les données relatives à la distribution et l'abondance de *P. simus* sur le site, identifier les menaces qui affectent celui-ci et mettre en évidence les défis de conservation qu'il représente en raison de son emplacement au centre du système de production des villageois environnants.

Méthodologie

Site d'étude

Le site de Vohiposa (S18,7638°; E48,9468°) est localisé dans le Fokontany Sandraka, dans la commune d'Anivorano-Est à 6 km du chef lieu de celle-ci, au niveau du district de Brickaville (Fig. 1). Le site tire son nom du fragment de forêt de basse altitude (80–280 m) de Vohiposa, qui a une superficie d'environ 50 ha. Suite à la découverte de *Prolemur simus* sur le site en 2009 (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011), deux assistants de recherche locaux ont été embauchés et formés en mars 2010, et effectuent depuis un suivi hebdomadaire (trois jours consécutifs par semaine) des groupes dans le cadre du projet "Sauver *Prolemur simus*" de The Aspinall Foundation (King et Chamberlan, 2010; TAF, 2010; Ravaloharimanitra *et al.*, 2011).

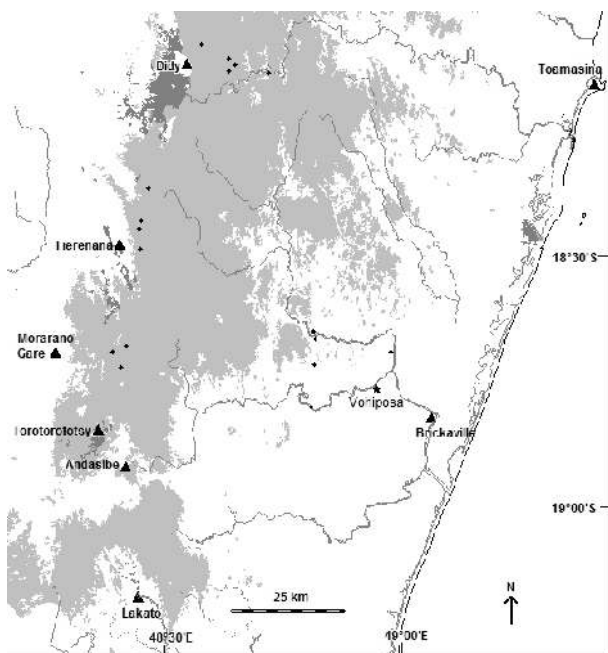


Fig. 1: Carte montrant le site d'étude (étoile), les autres sites de *Prolemur simus* situés dans et autour du Corridor Ankeniheny-Zahamena selon Ravaloharimanitra *et al.* (2011) (diamants), la couverture forestière approximative (gris clair), les rivières et zones humides (gris foncé) et d'autres localités (triangles).

Comptage de *Prolemur simus*

Des missions de comptage dans et autour de la forêt de Vohiposa ont été réalisées en octobre et novembre 2010, et en mars et mai 2011, en collaboration avec les deux assistants locaux. Pour localiser *P. simus*, nous avons utilisé la méthode de patrouille qui consiste en la recherche des individus eux-mêmes ou d'indices de leur présence, tels des restes de nourritures, des fèces fraîches ou une forte odeur d'urine. Lorsque l'animal était enfin observé, nous avons procédé au comptage des individus, leur catégorisation en fonction de l'âge, et à l'enregistrement des coordonnées géographiques du lieu (sous l'arbre où l'animal se trouvait).

Cartographie et délimitation des unités de gestion

La cartographie des unités de gestion présentes dans la zone d'occupation de *Prolemur simus* a fait l'objet de: (a) une photo-interprétation d'image satellitaire; (b) une vérification et re-délimitation avec GPS des classes d'occupation du sol; et (c) une analyse SIG (ArcGIS en l'occurrence). Les données collectées ont été étudiées par le biais du logiciel statistique XLstat 2008.

Identification des menaces et pressions

La méthode de suivi du transect linéaire a été utilisée en octobre et novembre 2010, pour recenser les pressions. Il s'agit de tracer une ligne de longueur quelconque suivant la méthode Ganzhorn (1994) et de suivre ce tracé avec une vitesse lente en regardant les deux côtés de la ligne. En effet, quatre transects de 100 x 20 m d'identification des pressions ont été effectués dans les territoires des groupes rencontrés. De plus, les parcours effectués pour délimiter les différentes unités de gestion, ainsi que la recherche des groupes de *Prolemur simus*, ont également permis de recenser les pressions et les menaces, bien que de manière plus aléatoire.

Collecte d'information sur les COBAs

Entre les 23 et 26 février 2011, nous avons effectué une mission de collecte d'informations sur les deux COBAs (associations locales) qui gèrent la forêt de Vohiposa. Une réunion participative a été adoptée pour obtenir des informations sur la motivation des membres des COBAs, ainsi que la nature des ressources naturelles à transférer pour la COBA grâce à une cartographie participative. Des entretiens ont été menés auprès des personnes ressources, entre autres les présidents de COBAs, afin de récolter les informations non obtenues lors des réunions. Cette dernière méthode a été beaucoup utilisée, du fait que deux des trois réunions n'ont pas donné les résultats attendus.

Etude socio-économique

Du 15 au 31 mars 2011, nous avons mené une étude socio-économique sur la population vivant autour de la forêt de Vohiposa. Les outils utilisés ont été l'enquête par questionnaire (20 ménages provenant de la COBA Tsiriniala et 20 autres de la COBA Vohiposa), l'interview de personnes ressources et le focus group. Les thématiques abordées ont été surtout les types de cultures effectuées, les outils de production, la démographie et les autres moyens de subsistances. Les critères de choix des personnes à enquêter ont été entre autres l'appartenance ou non aux COBAs, le groupe socio-économique d'appartenance du ménage (pêcheur, agriculteur, exploitant minier) et accessoirement le niveau de vie. Cependant, une interview préliminaire a été nécessaire afin de diriger les recherches. Les focus group ont été effectués en dernier lieu en vue de recoupement des informations collectées.

Résultats

Abondance de *Prolemur simus*

Entre octobre 2010 et mai 2011, nous avons réalisé 133 observations directes de *P. simus* à Vohiposa, chacune avec enregistrement de point GPS (Figs. 2 et 3), à une altitude de 20 à 240 m. Nous avons identifié 4 groupes et compté un total de 64 individus, dont 9 petits nés depuis octobre 2010 (Tab. 1). Il est à remarquer que nous sommes davantage certains de nos chiffres concernant les Groupes 1 et 2, vu la difficulté d'observation des Groupes 3 et 4. Nous avons également vu quelques individus de *Haplemur griseus* et *Eulemur fulvus*.

Tab. 1: Composition des groupes de *Prolemur simus* recensés à Vohiposa en mars et mai 2011.

Groupe	Adultes et juvéniles	Petits	Total
I	23	4	27
II	21	2	23
III	7	2	9
IV	4	1	5
Total	55	9	64

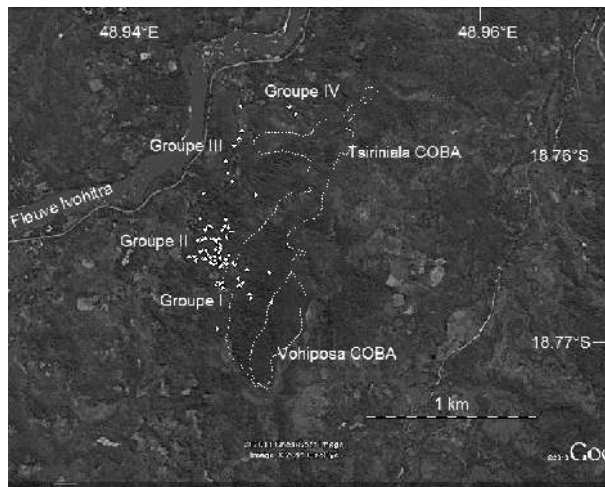


Fig. 2: Observations directes de *Prolemur simus* faites au site de Vohiposa de octobre 2010 à mai 2011 (diamants blancs) et la limite des transferts de gestion des COBAs de Tsiriniala et Vohiposa (lignes blanches). (Carte de fond ©GoogleEarth).



Fig. 3: *Prolemur simus* dans un arbre du voyageur *Ravenala madagascariensis* à Vohiposa. (Photo: A. Bonaventure)

Cartographie des unités de gestion du site

Nos observations de *Prolemur simus* couvrent une aire d'approximativement 40 ha. Seule une petite portion de cette zone d'occupation coïncide avec la forêt de Vohiposa; la majorité de nos observations a été faite en dehors de la forêt (Fig. 2) dans une zone de savoka à *Ravenala* et à bambous de l'espèce *Valiha diffusa* (Fig. 4). Bien que la forêt de Vohiposa soit gérée par deux COBAs, nommés Tsiriniala et Vohiposa, appartenant chacune à la fédération Tsarafaniry, la plus grande partie de la zone d'occupation de *Prolemur simus* et les principaux points de nourriture des groupes se situent au sein de trois propriétés privées de production agricole à proximité de la forêt. Après traitement SIG, les deux zones de transfert de gestion de la forêt de Vohiposa montrent des superficies de 38 et 11 ha pour respectivement les COBAs de Tsiriniala et Vohiposa, et les trois propriétés privées couvrent des superficies de 47, 12 et 1 ha.



Fig. 4: Site de Vohiposa, forêt de basse altitude sur les hauts versants et savoka à *Ravenala madagascariensis* en aval. Photo: A. Bonaventure

Facteurs de menaces à la survie de *Prolemur simus*

Nous avons constaté plusieurs menaces à la survie de la population de *P. simus* à Vohiposa, notamment:

- Chasse de *P. simus* par pièges et sarbacanes;
- Perturbation de *P. simus* par les passages de personnes avec leurs chiens;
- Destruction de l'habitat par feux intentionnels et accidentels;
- Dégradation de la forêt par abattage d'arbres pour usage local;
- Fragmentation de l'habitat entraînant l'isolement des groupes ou de la population;
- Faibles densités de bambous;
- Crainte des populations d'être expropriées de leurs terrains;
- Manque d'enthousiasme des populations locales et état de latence des COBAs dus à l'absence de stimulants économiques ou sociaux pour la conservation;
- Absence de gestion durable des forêts par les communautés locales due à une manque d'éducation environnementale et de soutien aux comités de gestion des forêts.

Informations sur les deux COBAs

La COBA Tsiriniala appartient au Fokontany de Sandraka. Le site de transfert est le versant occidental de la forêt de Vohiposa. La structure actuelle, composée de comité de vigilance chapeauté par les membres du bureau, est encore

inactive. Il n'existe aucune organisation au sein de cette COBA, la communication y est très mauvaise et une certaine méfiance règne entre les membres. Concernant le transfert de gestion, aucune des procédures administratives n'a été entamée, le statut de la COBA est inexistant, et le récépissé de demande de transfert de gestion date du temps d'Éco-régional Initiative (ERI), nécessitant donc une actualisation (selon l'ONG Fanoro qui est l'organisation en charge du transfert de gestion d'une grande partie des COBAs du district de Brickaville). Par conséquent, aucune délimitation exacte de la zone à transférer ni zonage des fonctionnalités de la forêt n'a été fait. La population de ce Fokontany prélève toujours des ressources forestières, telles que bois de construction et bois de chauffage, d'une part parce qu'aucun décret ne le leur interdit, et d'autre part parce qu'elle ne dispose d'aucun autre site de prélèvement. Ainsi, la dépendance vis-à-vis des ressources naturelles est très forte. L'ignorance des avantages de la conservation entraîne un désintérêt de la population envers la COBA, à la différence des coopératives du projet Programme de Promotion des Revenus Ruraux (PPRR), qui lui donne accès à des marchés pour écouler ses produits, augmentant ainsi ses revenus. La COBA de Vohiposa réclame le transfert du versant est de la forêt. Avec un statut provisoire depuis 2006, cette COBA est maintenant en veille, la seule personne encore active étant la présidente, qui prend en charge toutes les activités ainsi que les réunions. Les villageois de cette zone sont généralement des gens faciles à réunir mais, quand il s'agit de la COBA, plus personne ne veut participer aux réunions, du fait qu'aucun avantage n'a encore été perçu. La forêt de Vohiposa n'est pas vraiment indispensable à la population. En effet, les reboisements d'*Acacia*, de *Grevillia* et d'*Eucalyptus* sur une superficie de 10 ha peuvent satisfaire leurs besoins en bois d'énergie et de construction pour le moment. Ainsi, la dépendance vis-à-vis des ressources naturelles est faible.

Socio-économie

Le site de Vohiposa s'étend sur deux Fokontany de la Commune rurale d'Anivorano-Est, celui de Sandraka et d'Ambalatenina, qui comptaient respectivement 898 et 1273 habitants en 2009. Un ménage est constitué de $5,66 \pm 2,51$ individus en moyenne (sur un échantillon de 40 ménages). La proportion des personnes de moins de 18 ans atteignait 40 % en 2009 (Organisation des Jeunes pour le Développement des Régions, 2009). La population locale est caractérisée par une forte présence d'immigrés (35 % selon les présidents des Fokontany), un phénomène fortement favorisé par la fertilité des terres et la proximité avec le chef lieu de la Commune Rurale, et qui entraîne un détachement progressif vis-à-vis des tabous et croyances ancestrales. Le rôle des Tangalomena est de ce fait plus social que spirituel, puisqu'ils doivent régler les conflits sociaux d'ordre foncier et autres, et assurer la présidence des événements sociaux. L'école primaire (EPP) du Fokontany de Sandraka a récemment obtenu un nouveau bâtiment financé par PPRR. Les cinq classes d'élèves doivent se partager les trois salles et ne travaillent donc qu'une demi-journée. Les parents du Fokontany d'Ambalatenina, quant à eux, préfèrent envoyer leurs enfants à l'EPP du chef lieu de la Commune Rurale; de ce fait la fréquentation scolaire dans le Fokontany est faible (42 élèves, contre 222 pour celle de Sandraka) en raison du long trajet requis pour y accéder (une heure de marche par piste carrossable).

Les principales maladies recensées dans la zone sont le paludisme, la diarrhée et les troubles respiratoires (source: focus group). La mortalité infantile étant généralement due

au paludisme, les Centres de Santé de Base ont effectués des dons de moustiquaires en 2009. L'Organe de Développement du Diocèse de Toamasina (ODDIT) a réalisé des séances de vaccination. Actuellement, le projet RANO (Rural Access to New Opportunities for health and prosperity), en collaboration avec Catholic Relief Services, Caritas Madagascar, Care et Voahary Salama, tente de vulgariser l'usage des latrines et des savons par des animations mensuelles.

Le passage des pipelines d'Ambatovy dans les deux Fokontany a procuré beaucoup d'avantages à la population locale, notamment un contrat de suivi et de garde desdits pipelines. En dehors de cela, les propriétaires des habitations délocalisées lors de la construction de la piste traversant les principaux hameaux du fokontany d'Ambalatenina, ont été indemnisés, en plus du déplacement de leurs cases pris en charge par la compagnie.

Actuellement, le projet PPRR n'est présent que dans le Fokontany de Sandraka, mais la procédure de sa mise en place dans celui d'Ambalatenina est en cours (selon le président dudit Fokontany). Leur stratégie d'action peut se résumer comme suit: venir en aide aux associations paysannes (AP) locales (regroupées en une coopérative) par le don de semences et de matériels agricoles, et une formation technique des paysans membres. Les récoltes sont vendues auprès du Centre d'Accès aux Marchés (CAM), une structure de la coopérative encore sous tutelle tierce faute de capacité de gestion des membres. Cette entité est chargée de la recherche de débouchés nationaux et internationaux, de la collecte des produits et de leur vente au meilleur prix pour les paysans. Les produits collectés sont entre autres le curcuma, le riz, le maïs et le litchi. Il est à noter que ces AP ne disposent d'aucun grenier commun de stockage et qu'aucune formation technique ne leur a encore été dispensée.

Les cultures les plus fréquentes sont de type vivrier: riz issu de la culture sur brûlis, riz irrigué, manioc, cucurbitacées, arbres fruitiers et culture maraîchère. Le relief accidenté et la quasi-inexistence de vallée contraignent la population locale à adopter la technique du tavy ou culture sur brûlis, qui ne demande qu'un matériel limité à la portée de tous (hache, *angady*, serpe). Contrairement, la riziculture irriguée exige un investissement considérable, tant en travail (labour, sarclage, maîtrise de l'eau) qu'en capital pour acquérir les bœufs (traction animale et préparation des rizières) et les équipements (charrue, herse, charrette) (Bertrand et Randrianaivo, 2003). Cependant, dans les deux cas, la finalité reste l'autoconsommation, la vente concernant exclusivement les surplus éventuels. Viennent enfin les cultures de rente à haute valeur ajoutée (Tab. 2), principales sources de revenus de la population locale: maïs, curcuma, litchi et banane. Notons que ces chiffres ont été déduits des prix de collecte au sein des CAM, eux-mêmes dépendants de l'offre et la demande en ces produits.

Tab. 2: Les valeurs ajoutées des cultures principales en Malagache Ariary (MGA).

Culture	Valeur ajoutée (MGA)
Curcuma	437 450
Maïs	40 800
Riz en tavy	370
Riziculture	1 080
Banane	14 780

Le Fokontany de Sandraka est significativement caractérisé par l'importance de ses activités rizicoles (Tab. 3), le relief

Tab. 3: Superficie culturale des activités par ménage (sur un échantillon de 20 ménages provenant de la COBA Tsiriniala du Fokontany Sandraka et 20 autres de la COBA Vohiposa du Fokontany Ambalatenina).

	Tavy	Riziculture	Maïs	Curcuma	Bananaerie
Fokontany Sandraka	2,100	3,505	160	1,320	257
Fokontany Ambalatenina	2,520	1,900	180	670	670
Résultat du test de normalité	Non pour les deux	Oui pour les deux	Oui pour les deux	Oui pour les deux	Non
Test utilisé	Mann-Whitney	t-test	t-test	t-test	Mann-Whitney
Valeur de p	32	2	533	9	5
Conclusion	Ambalatenina effectue significativement plus de tavy que son homologue voisin	Sandraka est significativement plus rizicole qu'Ambalatenina	Pas de différence significative entre les superficies allouées à la culture de maïs dans les deux Fokontany	Sandraka cultive le curcuma d'une manière plus significative	Ambalatenina compte significativement plus de bananaerie

plus ou moins plat combiné à sa forte proportion hydrographique constituent le fer de lance de la riziculture. Ces mêmes conditions sont également essentielles au bon rendement du curcuma, raison pour laquelle les ménages se concentrent davantage sur ce type de produit que sur les plantations de banane. La prépondérance de la collecte de ce rhizome, effectuée par le CAM dans ce Fokontany, contribue également à l'attrait économique de cette culture.

Le système de fermage était de rigueur 30 ans auparavant: en effet, les migrants, conscients de l'énorme potentialité agricole de la zone ont eu recours à ce mode d'exploitation des terres (utilisation des terres contre une somme annuelle) afin de valoriser les bas fond inexploités en ce temps-là. Les récoltes ont été satisfaisantes par rapport à la culture sur brûlis. Les autochtones ont ensuite reproduit ces types de culture et ont réduit peu à peu le fermage.

Discussion et recommandations

Au cours des différentes missions, nous constatons une augmentation croissante du nombre de *Prolemur simus* recensés sur le site, justifiant davantage son statut de site prioritaire de conservation. En effet, Ravaloharimanitra *et al.* (2011) ont vu, lors de leur très brève étude en 2009 et 2010, 10 individus directement. Au cours de la présente enquête, nous avons trouvé 64 individus répartis en 4 groupes, dont 9 nouveaux-nés depuis octobre 2010. Même si nous n'avons certainement pas compté tous les individus du site, Vohiposa semble abriter une population de *P. simus* plus importante que celles des autres sites identifiés dans et autour du CAZ (Ravaloharimanitra *et al.*, 2011; Lantovololona *et al.*, 2012; Mihaminekena *et al.*, 2012; Randrianarimanana *et al.*, 2012). Néanmoins, les pressions exercées sur le site de Vohiposa sont importantes: braconnage, exploitation illicite d'espèces ligneuses, exploitation de bois de cannelle, feu incontrôlé ou volontaire, crainte de la population locale d'expropriation de leurs terrains culturels. Pour dissiper cette crainte, nous avons effectué en mars 2011 une mission d'information et de communication, dont les résultats sont les suivants: (a) une clarification sur la situation d'expropriation des terrains culturels en faveur de la conservation; (b) une augmentation considérable des membres de la COBA de Tsiriniala; (c) une réforme des structures et des membres du bureau de la COBA Tsiriniala dans un souci d'efficacité des actions entreprises par celle-ci. La continuation de ce genre de mission est une première recommandation.

Pour faire face aux autres menaces, nous recommandons le renforcement de la collaboration des acteurs de conservation avec les COBAs responsables de la gestion de la forêt de Vohiposa, mais également avec les propriétaires privés, détenteurs des différentes unités de gestion jouxtant le territoire des groupes de *P. simus*. Pour ces derniers, des contrats de conservation pourraient être élaborés, par les-

quels les promoteurs de la conservation récompenseraient les propriétaires pour les actions de conservation mises en place, telles un zonage raisonné des terrains, l'application des techniques de pare-feu lors des cultures sur brûlis, et la répression de toute exploitation non concertée de leurs terres par des tierces personnes.

Notre étude socio-économique donne une idée du contexte social de la zone et peut permettre d'identifier les besoins de la population locale lorsqu'il s'agit de récompenser ses efforts en matière de développement durable. Nous suggérons des dons en semences (curcuma, maïs amélioré), en plants de "ravintsara" (une source de revenus considérable dans la région pour les huiles essentielles), l'apport d'intrants (par exemple la moitié de la quantité nécessaire) pour la valorisation des savoka déjà utilisés auparavant afin de diminuer le défrichage d'autres parcelles, et le gardiennage des terres afin de dissuader les éventuels utilisateurs illicites.

En dehors de ces appuis, des séries d'informations, éducation et communication (IEC) s'avèrent être indispensables pour que la population locale prenne conscience de la valeur de la forêt et de la biodiversité, l'importance de l'existence d'une bonne gestion des ressources naturelles ainsi que les inconvénients majeurs de la culture sur tavy, bien que la population s'intéresse peu à l'augmentation de sa production pour le moment.

Enfin, un grand effort est à déployer quant à l'opérationnalisation des COBAs. La première étape à franchir est alors la responsabilisation et la fonctionnalisation des membres de bureau, en dehors de la délimitation et du zonage qui figurent parmi les outils de gestion des COBAs.

Conclusion

Au cours de notre étude sur le site de Vohiposa, le nombre de *Prolemur simus* a été actualisé à 64 individus, répartis en 4 groupes. Leur territoire s'étend sur une mosaïque de forêt de basse altitude, de savoka à bambou et *Ravenala* et de terrains culturels. La complexité de la gestion du site réside dans la multiplicité et la diversité de ses unités de gestion. Les parcelles privées à vocation agricole représentent une source de revenus et un moyen de subsistance pour leurs propriétaires. Les zones domaniales ne sont pas connues de l'entité administrative responsable. Les communautés locales de base sont loin d'être compétentes en matière de gestion des ressources naturelles, fonction qui leur est attribuée par le transfert de gestion en cours. La conservation de *P. simus* dépend donc de la bonne coordination de ses différents acteurs. Le vrai challenge de la gestion du site de Vohiposa réside dans le renforcement des capacités de gestion des communautés locales de base, et la coopération avec les propriétaires privés par la compensation d'une partie de leurs pertes culturelles. Les efforts à mener dans ce sens relèvent d'un exploit, la sollicitation de partenaires tech-

niques et financiers est une nécessité dans cette grande entreprise qu'est la conservation du Grand Hapalémur.

Remerciements

Notre reconnaissance se tourne vers le Ministère de l'Environnement et des Forêts du Gouvernement de Madagascar, et en particulier la Direction du Système des Aires Protégées, qui a délivré notre permis de recherche; les autorités locales pour leurs permission et participation; les associations de la communauté; et tout le personnel local lors des enquêtes sur terrain. Nous remercions Rose Marie Randrianarison, Louisette Ravalitera, Christelle Chamberlan, Mohamad Mbaraka et Hery Andriantefana pour leur précieuse aide dans l'organisation de l'étude et tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de cet ouvrage. L'étude a été financée par The Aspinall Foundation dans le cadre du projet "Sauver *Prolemur simus*".

Références

Bertrand, A.; Randrianaivo, D. 2003. Tavy et déforestation. Pp. 9–30. In: S. Aubert; S. Razafiarison; A. Bertrand (eds.). Déforestation et système agraire à Madagascar, les dynamiques des tavy sur la côte orientale. CIRAD/CITE/FOFIFA, Antananarivo, Madagascar.

Dolch, R.; Fiely, J.L.; Ndriamiary, J.N.; Rafalimandimby, J.; Randriamampionona, R.; Engberg, S.E.; Louis, Jr., E.E. 2008. Confirmation of the greater bamboo lemur, *Prolemur simus*, north of the Torotorofotsy wetlands, eastern Madagascar. *Lemur News* 13: 14–17.

Dolch, R.; Hilgartner, R.; Ndriamiary, J.N.; Randriamahazo, H. 2004. The grandmother of all bamboo lemurs: evidence for the occurrence of *Hapalemur simus* in fragmented rainforest surrounding the Torotorofotsy marshes, central eastern Madagascar. *Lemur News* 9: 24–26.

Ganzhorn, J.U. 1994. Les lémuriens. Pp 70–72. In: S.M. Goodman; O. Langrand (eds). Recherches pour le développement: inventaires biologiques dans la forêt de Zombitse. CIDST, Antananarivo, Madagascar.

Godfrey, L.R.; Simons, E.L.; Jungers, W.L.; DeBlieux, D.D.; Chatrath, P.S. 2004. New discovery of subfossil *Hapalemur simus*, the greater bamboo lemur, in western Madagascar. *Lemur News* 9: 9–11.

Godfrey, L.R.; Vuillaume-Randriamanantena, M. 1986. *Hapalemur simus*: endangered lemur once widespread. *Primate Conservation* 7: 92–96.

King, T.; Chamberlan, C. 2010. Conserving the critically endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*. *Oryx* 44: 167.

Lantovololona, F.; Bonaventure, A.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Ravaloharimanitra, M.; Ranaivosoa, P.; Ratsimbazafy, J.; Dolch, R.; King, T. 2012. Conservation de *Prolemur simus* autour de la forêt de basse altitude d'Andriantantely, District de Brickaville. *Lemur News* 16: current issue.

Meier, B.; Rumpler, Y. 1987. Preliminary survey of *Hapalemur simus* and of a new species of *Hapalemur* in eastern Betsileo, Madagascar. *Primate Conservation* 8: 40–43.

Mihaminekena, T.H.; Ravaloharimanitra, M.; Ranaivosoa, P.; Ratsimbazafy, J.; King, T. 2012. Abondance et conservation de *Prolemur simus* dans les sites de basse altitude de Sahavola et Ambalafary, District de Brickaville. *Lemur News* 16: current issue.

Mittermeier, R.A.; Louis Jr., E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; 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.

Napier, J.; Napier, P. 1967. A handbook of living primates. Academic Press, New York, USA.

Organisation des Jeunes pour le Développement des Régions. 2009. Plan de développement du pôle Rianila, Commune rurales Anivorano-Est et Brickaville 2009–2013. OJDR/Programme de Promotion des Revenus Ruraux, Région Atsinanana, Madagascar.

Petter, J.-J.; Albignac, R.; Rumpler, Y. 1977. Faune de Madagascar 44: Mammifères Lémuriens (Primates Prosimiens). ORSTOM/CNRS, Paris, France.

Rajaonson, A.; Ratolojanahary, M.; Ratsimbazafy, J.; Feistner, A.; King, T. 2010. Enquête préliminaire de la distribution des lémuriens de bambou dans et autour du Corridor forestier Fandriana-Vondrozo, Madagascar. *Lemur News* 15: 34–39.

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: 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: current issue.

Ravaloharimanitra, M.; Ratolojanahary, T.; Rafalimandimby, J.; Rajaonson, A.; Rakotonirina, L.; Rasolofoharivelo, T.; Ndriamiary, J.N.; Andriambololona, J.; Nasoavina, C.; Fanomezantsoa, P.; Rakotoarisoa, J.C.; Youssouf; 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: 776–792.

Simons, E.L.; Burney, D.A.; Chatrath, P.S.; Godfrey, L.R.; Jungers, W.L.; Rakotosamimanana, B. 1995. AMS C14 dates for extinct lemurs from caves in the Ankarana Massif, Northern Madagascar. *Quaternary Research* 43: 249–254.

The Aspinall Foundation. 2008. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – objectifs et actions proposées. The Aspinall Foundation, Port Lympne Wild Animal Park, Kent, UK.

The Aspinall Foundation. 2009. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – premiers résultats et actions immédiates. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.

The Aspinall Foundation. 2010. Projet Varibolomavo: Sauver *Prolemur simus* – rapport sommaire 2010. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.

Tan, C.L. 1999. Group composition, home range size, and diet of three sympatric bamboo lemur species (genus *Hapalemur*) in Ranomafana National Park, Madagascar. *International Journal of Primatology* 20: 547–566.

UICN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 10 December 2010

Wright, P.C.; Johnson, S.E.; Irwin, M.T.; Jacobs, R.; Schlichting, P.; Lehman, S.; Louis, E.E. Jr.; Arrigo-Nelson, S.J.; Raharison, J.-L.; Rafalirarison, R.R.; Razafindratsita, V.; Ratsimbazafy, J.; Ratelolahy, F.J.; Dolch, R.; Tan, C. 2008. The crisis of the critically endangered greater bamboo lemur (*Prolemur simus*). *Primate Conservation* 23: 5–17.

Wright, P.C.; Larney, E.; Louis Jr., E.E.; Dolch, R.; Rafalirarison, R.R. 2009. Greater bamboo lemur *Prolemur simus* (Gray, 1871). Pp. 7–8. In: R.A. Mittermeier, J. Wallis; A.B. Rylands; J.U. Ganzhorn; J.F. Oates; E.A. Williamson; E. Palacios; E.W. Heymann; M.C.M. Kierulff; L. Yongcheng; J. Supriatna; C. Roos; S. Walker; L. Cortés-Ortiz; C. Schwitzer (eds.). Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2008–2010. IUCN/SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, and Conservation International, Arlington, VA, USA.

The role of the captive population of greater bamboo lemurs *Prolemur simus* in the conservation of the species

Delphine Roulet

Parc Zoologique de Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, 53 avenue de Saint-Maurice, 75012 Paris, France, roulet@mnhn.fr

Key words: greater bamboo lemur, captivity, conservation, research, husbandry, education, fundraising

Abstract

The greater bamboo lemur (*Prolemur simus*) is a Critically Endangered species. In 2010, during the first international technical meeting on greater bamboo lemur conservation, the captive breeding programme was identified as a priority for the conservation of this species. The first exchange of captive-born greater bamboo lemurs between Europe and Madagascar prompted the beginning of an international management of the captive population (under EEP coordination).

The current EEP population in Europe and Madagascar combined comprises 20 animals. Moreover, despite improvements in husbandry techniques, the management of the programme still encounters major issues, such as low breeding success rates of the captive-born animals, and difficulties in finding the right combination of individuals. Thus, the captive population is not suitable for reinforcing the wild population at the current stage. However, through the activities of zoos participating in the EEP, the captive population has helped the conservation of the greater bamboo lemur in the wild through research, financial support of *in situ* conservation, and education. It thus remains a lifeline for the wild population of the species. This article compiles 25 years of management of the European captive population of the greater bamboo lemur. It reports the main results from observations on the biology of this species carried out in captivity; in particular, key findings from observations on reproduction, such as number and duration of oestruses and inter-oestrus intervals, detailed description of the oestrus, age at first oestrus and at first birth, gestation length, body weight at birth, and inter-birth interval. It provides a detailed description of the breeding behaviors of the species, namely courtship display behavior and mating. Furthermore, it shows the contributions of the European holders of *P. simus* to its conservation through their strong involvement in *in situ* projects. This involvement has led to the discovery and protection of many new groups of greater bamboo lemurs in Madagascar. The educational activities developed by the European holders, both in Europe and in Madagascar, increase awareness of and knowledge on the species and facilitate the fundraising for the *in situ* projects supported.

Introduction

The greater bamboo lemur (*Prolemur simus*) is a Critically Endangered species (IUCN, 2011). It is included on the list of the world's 25 most endangered primates and may well be the most endangered lemur species in Madagascar. The wild population of *P. simus* is estimated at around 400 individuals, divided into small populations in eastern Madagascar (Madagascar Fauna Group [MFG], 2011). Most of them are located outside of protected areas.

History of the captive population

The first animals, a pair, were imported from Madagascar into Europe in 1987. A second pair arrived in 1994. All individuals were captured at Kianjavato, and all were transferred to the Parc Zoologique de Paris. These animals and their descendants were entrusted to the Parc Zoologique de Paris by the Malagasy Government under an "accord de collaboration et d'assistance" (cooperation agreement), signed in 1993 in order to establish a captive breeding programme. The two first wild-caught animals never bred. The two individuals from the second import became the founders of the European captive population. Neither of the two founders is still alive. The first birth in Paris took place in 1995.

Mulhouse Zoo, France, imported a third pair in 2000. However, these animals were in bad condition when they arrived at Mulhouse and died one month later. They were, in fact, the last survivors of a group of around 10 individuals also captured in Kianjavato and transferred to the Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, Madagascar (Moisson, pers. comm.).

In Madagascar itself, the first animals, two males and three females, arrived in 1995 at the Parc Zoologique d'Ivoina, run by MFG. A second group of two males and one female arrived there in 1996, followed by a third group of two males and one female animals in 2000; all were captured at Karianga. Only

one female of these wild-born animals is still alive. The first captive birth took place in 2000 at Ivoina. There have been no births since 2006 (Bollen, pers. comm.).

The current captive population in Europe and Madagascar combined comprises 20 animals (8 male, 12 female; May 2011). Thirty-four (17 male, 15 female, 2 unknown) young have been born since 1995 (Europe + Madagascar); only 13% of these did not survive the first month. Nineteen young born between 1995 and 2011 are still alive (55.9%). In 2007, the Parc Zoologique de Paris proposed to establish and coordinate a European endangered species programme (EEP) for the greater bamboo lemur. Note that the species is a priority for the Prosimian Taxon Advisory Group of the European Association of Zoos and Aquaria (EAZA). In 2009, the Parc Zoologique d'Ivoina joined the EEP during the first Species Committee meeting held at Port Lympne Zoo, UK. In 2010, the captive population was identified as one of the priorities for the conservation of the greater bamboo lemur (MFG, 2010). One of the objectives is, if necessary, to be able to reinforce wild populations with captive-born animals. In January 2010, an "accord de collaboration" was signed between the EEP, the MFG and the Ministère de l'Environnement et des Forêts (MEF). One of the objectives was to facilitate the exchange of animals between Europe and Ivoina in order to establish a global management of the captive population. In May 2010, one European captive-born female was exchanged for one Malagasy captive-born male (Fig. 1). This increased the global genetic diversity of the greater bamboo lemur captive population from two to four founders' genomes. It was the first step of an international management of the species that would include all captive animals in the same breeding programme.

Even if reintroduction becomes necessary, it is obvious that the EEP population will not be suitable to reinforce any of the wild populations at the current stage. Despite the addition of the Malagasy captive animals to the EEP, the captive population is very small, meaning that the loss of a single animal already has a large impact. Moreover, even though an exchange of animals took place in 2010, the number of founders is still low and most of the captive animals are indeed descendants of the same pair.

Despite recent positive breeding and husbandry results and a better understanding of the species, another important problem in the management of this programme is the low breeding success of many captive-born animals which leads (if the regular deaths from infectious diseases are added) to a very low population growth.



Fig. 1: Unloading of a female *Prolemur simus* born in captivity in Europe at the Parc Zoologique d'Ivoina, Madagascar. (Photo: F.G. Grandin)

Finally, part of the captive population had to be separated from the EEP after the death of several animals at Paris from acute mucoïd cattharal enteritis, the origin of which is still under investigation. It means that even if all animals are part of the same breeding programme, a quarter of the animals need to be managed separately until we have more information about the deaths at Paris.

Thus, the current captive population is fragile. However, through the activities of zoos participating in the EEP, the captive population has helped in various ways with the conservation of the greater bamboo lemur in the wild through research, support of *in situ* conservation, and education. It thus remains a lifeline for the wild population of the species. This article reports the main results of observations on the biology of this species carried out in captivity; in particular, some key findings from observations on reproduction.

Research

The last 25 years of captive management of this species have led to:

- Better knowledge of the greater bamboo lemur: description of behaviours that would be difficult to observe in the wild, and collection of important data on the species' reproduction at Paris.
- Better understanding of its needs, and considerable improvement of captive husbandry.

Reproduction and development

In the wild there is a pronounced breeding season, with births taking place in October and November. In captivity there is also a breeding season. In the northern hemisphere, births occur from April to July, most of them in May. Females come into oestrus between November and February, with

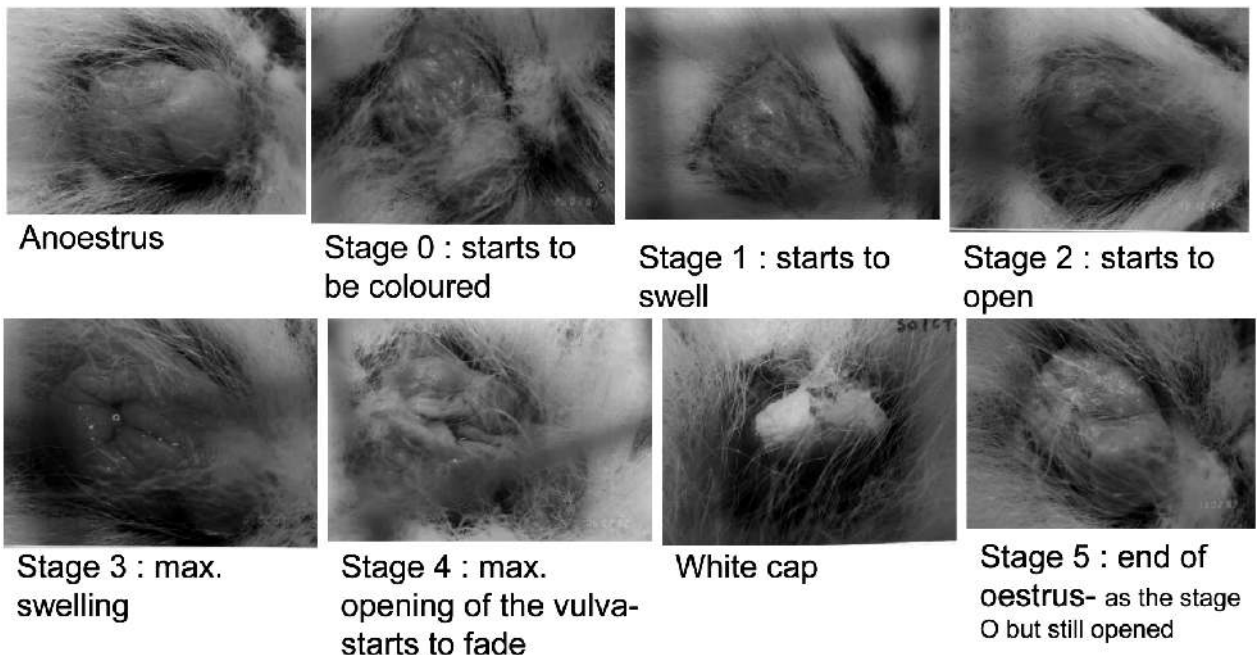
most oestruses occurring between November and January. Five stages of oestrus have been described (Fig. 2).

There may be up to three oestruses per reproductive season. They can last between two and three weeks (sometimes longer) and are spaced approximately three weeks apart (sometimes less). The second oestrus seems to be shorter than the first. A detailed study of the reproductive cycle is currently in progress for all the females in the EEP to collect more detailed data and to evaluate the breeding capabilities of the females. Note that mating is observed during oestrus Stage 4.

It is very easy to conduct oestrus monitoring (Fig. 3). In Paris, some pieces of gingerbread are used to attract the female and keep her clinging to the mesh for a moment to allow observation of the vulva. In some females it can be necessary to spread the hair on the vulva by blowing some air (it is easier to do this with the older females than with the younger ones, as the latter may be surprised).

In the wild, females give birth to a single offspring at the same time every year. In captivity, females generally also have a single offspring. Twin births are rare and have happened only once, in 2000. Captive females also have birth intervals of one year. Gestation length was precisely determined at Paris to be 150 ± 3 days.

The average ideal weight of the newborn is 80 g. In captivity, the average ideal adult weight is 2.7–2.8 kg for a male and 2.4–2.5 kg for a female. Males reach their adult weight when they become mature. Females weigh 2.1–2.2 kg when they become mature and reach their adult weight after their first pregnancy. The young are weaned at the age of 8.5–10.0 months. Females have their first oestrus at the age of 1.5 years. Males mature later than females, at the age of 2.5 years;



C.-A. Gauthier and J.-L. Deniaud, unpl. Résultats
D. Rouillet

Fig. 2: *Prolemur simus* stages of oestrus. Top row, from left: the female is in anoestrus, the vulva is closed and pale; the vulva starts to be coloured (Stage 0); the vulva starts to swell (Stage 1); the vulva starts to open (Stage 2). Bottom row, from left: the swelling of the vulva is at its maximum (Stage 3); the opening of the vulva is at its maximum but starts to fade (Stage 4); sometimes it is possible to observe a white cap on the vulva, but this is not systematic and does not mean that the female was fertilised; the vulva is as at Stage 0 but still open (Stage 5). (Photos: F.G. Grandin)



Fig. 3: Oestrus monitoring of *Prolemur simus* at Parc Zoologique de Paris. (Photo: F.G. Grandin)

it is at this age that they are removed from the family group when tension is observed with the father. The youngest females to have their first offspring were approximately two years old (youngest female at first birth: 1 year, 11 months, 7 days). All but one female raised their first baby successfully, even when they had been hand-raised themselves (see Tab. I for a summary of these data).

Tab. I: Life history traits of captive greater bamboo lemurs *Prolemur simus*.

Sex	Trait	Value
Females	Age at first oestrus	~ 1.5 years
	Duration of oestrus	~2-3 weeks
	Inter-oestrus intervals	~2-3 weeks
	Number of oestruses per year	3
	Duration of pregnancy	150 days
	Inter-birth intervals	~ 1 year (shortest interval = 322 days)
Both	Sex ratio at birth (male : female)	1.13:1
Both	Infant mortality within the first year of the birth (during the few days after birth)	13%
Both	Body weight at birth	80 g
Both	Age at weaning	8.5–10.0 months
Females	Youngest individual at first birth	~ 2 years (1 year, 11 months, 7 days)
	Oldest individual at first birth	9 years
Males	Youngest individual at first reproduction (conception)	2 years, 8 months, 6 days
	Oldest individual at first reproduction	~ 11 years, 7 months

Reproductive behaviour

Figures 4 and 5 show the courtship display behaviour of the male: the tail is marked; the male stares at the female with a very specific face; the head is slightly raised; the ears are flattened behind the head, the tongue is sticking out with a sucking sound, he also emits small grunts; and one or both arms are held out towards the female.

When they are at Stage 4 of oestrus (i.e. when the opening of the vulva is at its maximum and when it starts to fade), the females accept the males only for around two hours. Until this stage the attempts of the males have no success. Moreover, the females protest loudly when the males come too close to them. A few hours before the mating, changes in the behaviour of the females are obvious: they frequently approach the males; they try to stand in front of the males; they lick themselves and stretch in front of them. Then a game of "je t'aime... moi non plus" (love me-hate me...) starts between

the animals; even if the males react to the female approaches and initiate courtship behaviour, the females may avoid them again until mating time. When the females are ready to mate, they come very close to the males, stand in front of them, stare at them, become very quiet and follow them when they move. The males seem to hesitate at the beginning and move away from the females. Then the partners embrace each other tightly face-to-face, with the male gently biting the female's neck. The males try to mount the females without success at the beginning. Then they repeat the same behaviours until the first mating occurs. The first matings are very short, and become longer and longer as mating progresses. Moreover pelvic thrusts are faster in the last mating. Males remain erect and females often lick their vulva. Females initiate all the contact until the last mating, which is longer than the previous ones and seems more painful for them. After mating, the females avoid the males and start again their noisy protest at the approach of the males. Even if the mating is not directly observed, it can be assumed that the animals have mated when their behaviour changes rapidly and they seem indifferent to each other.

Marking

The males possess two glandular areas on their arms (Fig. 6): one brachial gland located above the elbow joint – this one is very developed (especially in the breeding male) – and one antebrachial gland under the elbow joint – this one is very small and is hidden in the fur. The brachial and antebrachial glands are used during the marking of pieces of furniture or



Fig. 4: Courtship display of male *Prolemur simus*. (Photo: J. Craig)



Fig. 5: Courtship display of male *Prolemur simus*. (Photo: F.G. Grandin)

the self-marking of the tail. The marking of furniture consists of rubbing the inner surface of the arm on the support. This marking can be preceded by biting the support with the canines. The marking of the tail is carried out by ascending frictions of the wrists and the forearm along the tail, which is positioned between the legs.



Fig. 6: Brachial glands of male *Prolemur simus*. (Photo: F.G. Grandin)



Fig. 7 and 8: Male *Prolemur simus* possess a glandular area under their neck, which they use to mark objects or other individuals. (Photos: F.G. Grandin)

Activity cycle

Like in the wild, the animals are cathemeral in captivity. This should be taken into account to improve the management of the animals in captivity; e.g., by letting them have access to an outside enclosure day and night (weather permitting).

Social organisation

In the wild, the social organisation of *P. simus* appears to be a fusion–fission system. Group size can reach up to 40 individuals (MFG, 2010, 2011). In captivity, all groups are composed of only one breeding male and one or two breeding females and their descendants. Outside the birth season, two adult females can be kept together; however, if both have offspring at the same time, one may need to be removed from the group. Note that only related females have been housed together: mother and daughter or two sisters.

Until now it was impossible to keep two unrelated females together in the same breeding group. In the case of two related females living in the same group, it may be possible to put them together again when their offspring are old enough. However, this has not been tried yet.

It is impossible to keep two adult males together in captivity. They are very aggressive toward each other, so it is advisable to keep them in enclosures where they cannot see or hear one another as such aggression could have a

negative impact on their breeding abilities. The largest group kept at Paris comprised seven individuals. The males are dominant in this species (pers. obs.), which is unusual in lemurs; note that a proven breeding male can become aggressive towards the keepers.

Adult females can be more tolerant of their daughters than fathers of their sons: they live with their adult daughters and let them breed without any problem until the latter also have offspring. However, note that all females with babies are more aggressive towards other individuals (even towards keepers) and prevent them from approaching them and their offspring while protesting vocally.

Diet

In the wild, the greater bamboo lemur's diet consists almost exclusively of bamboo. In captivity, bamboo is also an important part of the diet of the animals. They also eat a mixture of vegetables, Mazuri leafeater pellets, some fruits and a piece of cake made of cereals, powdered milk and water.

Enclosure

An aviary seems to be the most suitable enclosure for the species. They seem to prefer protected spaces to open ones (such as islands). The enclosure size can be variable. It is recommended not to change anything in the enclosure when there are regular births in a group as the animals seem to be sensitive to any changes; they are also sensitive to humans. Finally, they can be very nervous and stressed if they cannot see what they hear, which may have an impact on the design of the enclosure.

Management of the group

One of the major problems encountered in the management of the captive population of *P. simus* is the low breeding success of the captive-born animals. Time is sometimes necessary to find suitable partners and enclosures in order to have regular births in a group. At Paris, good results were achieved with several animals after a number of changes of partners and enclosures. Some experimenting may be necessary before regular breeding is achieved.

Moreover, the establishment of a group may be difficult; the male can be very aggressive towards the female. Even though a new adult male has been successfully introduced to a female with offspring once (for management purposes), it is not recommended to do this if it is possible to avoid this situation. Indeed, it can be very stressful for the infant, towards which the male can be very aggressive if it is not old enough (before weaning). Moreover, the establishment of this kind of trio can have a negative impact on the adults' relationship (the female can become aggressive towards the male to protect her young), but also on their breeding abilities.

Males should be removed from their natal group at the time of sexual maturity. Many of them are rejected by their father at this time. If this does not happen, letting the males remain in their natal groups can have a negative impact on their development and their breeding abilities in captivity. Moreover, in case one has to establish a pair with related animals, it is better to do that after having separated the animals for a while. Otherwise, the animals may not show any sexual interest in each other. This situation can also have a negative impact on the male's development. If it is not possible to separate these animals, it seems that the proximity of another female can help the development of the male and stimulate breeding behaviour in the animals.

Conservation activities

Since 2008, several institutions participating in the EEP have been actively implicated in *in situ* conservation projects:

- "The bamboo lemur" project coordinated by Dr Anna Feistner and Mamy Rakotoarijaona, Director of the Ranomafana National Park: protection of around 100 animals among which 2 groups of 40 individuals, which are the largest known groups of greater bamboo lemurs in the wild. This project is funded by the Costwold Wildlife Park (which contributed to the discovery of this population by funding the first survey), the Parc Zoologique de Paris (PZP), the Association Zoologique d'Asson (Asson Zoo), the SECAS (French association close to PZP), the Muséum de Besançon, l'Association des Amis du Muséum de Besançon, the NaturZoo Rheine and the Association Française pour la Sauvegarde du Grand Hapalémur (French association close to the EEP).
- The "Varibolomavo: Saving *Prolemur simus*" project conducted by The Aspinall Foundation, including collaborative surveys in the Ankeniheny–Zahamena and Fandriana–Vondrozo Corridors. This project discovered several new wild groups.
- The Association Française pour la Sauvegarde du Grand Hapalémur (AFSGH or "HELPSIMUS") has been created for the conservation of this very endangered species. The objectives are to find money for the conservation of *P. simus* and to develop educational activities in Madagascar and in Europe.
- Finally, the EEP is a part of the *Prolemur simus* Conservation Working Group. The objective of this group is the implementation of a global conservation strategy for the greater bamboo lemur.

Educational activities

In addition to, or as part of, their fundraising activities, several EEP members and their collaborators regularly organise various educational activities and special events about the lemurs and Madagascar, focusing on the greater bamboo lemur and its conservation. They also highlight the situation of the species in the wild in media appearances. Some of the EEP participants are also active in Madagascar, such as the AFSGH or The Aspinall Foundation. All these activities contribute to a better knowledge of the species and help raise awareness in Europe and in Madagascar about its situation in the wild, and about Madagascar.

Conclusion

The EEP captive population plays an important role in the conservation of the greater bamboo lemur. Despite the various problems encountered in the management of this programme, the captive population remains a lifeline for the wild populations. Moreover, in the last 25 years, the captive animals have contributed to a better understanding of the species' biology through monitoring and research activities developed by the EEP members. Finally, they are powerful ambassadors for their wild conspecifics. The activities conducted by the members of the EEP and collaborators around the captive animals help funding the discovery, protection and study of new populations of greater bamboo lemurs in Madagascar, raising awareness in Europe and in Madagascar about the situation of this species and contributing to help for local human communities.

Acknowledgements

I would like to thank Christoph Schwitzer for his advice; Achim Johann and the EAZA Executive Office for their support; the EEP members (Muséum de Besançon, Costwold Wildlife Park, Port Lympne Wildlife Park, Asson Zoo, Koln ZOO, Ivoloïna Zoo), Société d'Encouragement pour la Conservation des Animaux Sauvages, The Aspinall Foundation, Association Française pour la Sauvegarde du Grand Hapalémur and partners, Amis du Muséum de Besançon, Association Zoologique d'Asson, Madagascar Fauna Group for their involvement in the EEP activities; and François-Gilles Grandin for the amazing photos.

References

- IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. www.iucnredlist.org. Downloaded on 9 January 2012.
- Madagascar Fauna Group. 2010. Proceedings of an international technical meeting, 26–28 January 2010, Antananarivo, Madagascar.
- Madagascar Fauna Group. 2011. Proceedings of an international technical meeting, 28 February–2 March 2011, Antananarivo, Madagascar.

News and Announcements

Deux membres de GERP soutiennent leurs thèses HDR

Rose Marie Randrianarison

GERP, 34, Cité des Professeurs, Antananarivo 101, Madagascar, gerp@moov.mg

Le Secrétaire Général et un membre scientifique du Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP) ont réussi à soutenir leurs thèses de HDR au mois de mars et mois de mai 2011. "La Primatologie: un outil de conservation (cas des lémuriniens de Madagascar)" tel était intitulé la thèse de HDR de Pr. Jonah Ratsimbazafy laquelle a été soumise au Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique (DPAB) et s'est présentée en plénière à



Fig. 1: Pr. Jonah Ratsimbazafy et les étudiants du DPAB. (Photo: R.M. Randrianarison)

l'amphithéâtre Q1 de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo. "Diversité de lémuriens nocturnes de Madagascar: Inventaire, identification des nouvelles espèces, biologie de comportement" était celle de Pr. Blanchard Randriambinina laquelle est soumise au Département de Biologie Animale et Ecologie (DBAE), Faculté des Sciences de l'Université de Mahajanga.

Sauver *Prolemur simus* - 3000 cahiers scolaires "Godroka" distribués autour du CAZ

Christelle Chamberlan

The Aspinall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar, cchamberlan@gmail.com

Depuis la rentrée scolaire, l'équipe "Godroka" a réussi à distribuer 3.000 cahiers d'écriture "Sauvons le grand hapalémur" aux élèves vivant à la périphérie du corridor forestier Ankeniheny-Zahamena, à l'est de Madagascar. La couverture montre le grand hapalémur avec un petit slogan sur sa conservation, tandis que l'arrière porte les photos des autres lémuriens qu'abrite la forêt, notamment l'indri et le vari noir et blanc, avec les noms malgaches et scientifiques de chaque espèce. Les écoles primaires de six communes rurales ont profité de cette distribution: Fierenana, Morarano-Gare, Fanasana-Gare, Anivorano-Est et Fetraomby. La plupart de ces écoles sont situées dans des villages sans accès routier, donc bravo à tous ceux qui ont transporté les 3.000 cahiers vers ces sites!

First community-managed reserve for greater bamboo lemurs inaugurated

Maholy Ravaloharimanitra, Tony King

The Aspinall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar, rrmahooly@gmail.com

The first community-managed reserve for conserving Critically Endangered greater bamboo lemurs (*Prolemur simus*) was created in early 2012. The Ambalafary greater bamboo lemur reserve is now under the management responsibility of the Ainga Vao community association (COBA) based in the village of Mangabe, near the Fanasana Gare commune in the Brickaville District of eastern Madagascar. A three-day inauguration festival was organised in the first week of February 2012, attracting numerous local authorities and community members, and the final management transfer contract was signed on the 4 April by the Regional Director for the Environment and Forests (DREF) in Toamasina. Following the discovery of the site in 2009 during collaborative surveys between The Aspinall Foundation, Association Mitsinjo, the Madagascar Primate Research Group (GERP) and Conservation International (Ravaloharimanitra et al. 2011, *International Journal of Primatology* 32: 776-792), The Aspinall Foundation has been helping the Ainga Vao COBA monitor the greater bamboo lemurs at Ambalafary for over two years (see Mihaminekena et al., *Lemur News* this issue). We thank everyone who made the creation of this reserve possible, including the DREF-Atsinanana and his team, the mayor of Fanasana Gare, Lalaina Andrianavalona and colleagues, Paul Ranaivosoa, Lova Ranaivosoa, and the local authorities and communities who have worked tirelessly through the whole process. For photos and more information please contact the authors.

Short Communications

Conflictual behaviour in a lemur mother toward a dying infant

Luca Santini

Department of Biology and Biotechnology Charles Darwin, Università di Roma "La Sapienza", Rome, Italy
luca.santini@uniroma1.it

Group cohesion in primates gives advantages in terms of detecting and evading predators (Strier, 2000). On the other hand, infant care is a high priority for females that have invested energy in the form of maternal care. When a female finds herself faced with the hard decision between protecting her infant versus following her group, she can experience conflictual behaviour. Even if we still do not know much about thanatology in primates (Anderson, 2011), simian species are known to keep exhibiting maternal behaviour toward dead infants, carrying and even grooming them for an extended period (Biro et al., 2010; Fashing et al., 2010; Lü et al., 2007; Warren and Williamson, 2004), though such cases in prosimians have not been reported. It seems that prosimian mothers are not able actively to carry a dead or dying infant (Nakamichi et al., 1996; Rosenson, 1977) and that leads to the hard decision of whether to stay with the baby or to follow the group.

On 9 October 2009, during a field study on ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) in Bealoka forest (24°57'40" S; 46°16'09" E), an infant fell from the back of its mother while she was jumping among trees. Her behaviour was recorded *ad libitum* for the next 2 hours and 40 minutes, until she finally abandoned her infant.

The infant fell and climbed onto the mother's back a total of eight times. The infant was weak and probably injured, and frequently lost consciousness. The mother moved alternately toward the infant and the group. The group was foraging around 50 m away; the mother's mean distance from the infant increased from a few meters up to 30 m as time progressed. Every time the infant vocalised, she ran towards it, sat by and waited for it to climb up her back again, but never touching or manipulating it. As the time went by, the stimulus of the infant's peep seemed to have a reduced effect on the mother's behaviour, until she simply turned her head at a distance without further returning to the infant. During the whole period the mother frequently emitted "mew" (or "moan") (Jolly, 1966; Macedonia, 1993) vocalisations, known to act as contact calls (Petter and Charles-Dominique, 1979; Macedonia, 1986), and nervously groomed herself, a well-known stress behaviour (Maestripiéri et al., 1992).

Most of the group appeared to ignore the infant, though two females and two males, at different times, approached to sniff or groom it for a few seconds. Two of them, one male and one female, were attacked and chased away by the mother. The last time the baby fell, it remained trapped in some twigs, the mother awkwardly grabbed the infant's arm and held it for a few seconds, then she released it, letting the infant fall down. The group had moved away again and eventually she followed it.

We still do not know how exactly primates perceive death; however, after the death of a baby, mothers often keep carrying it for a few days through to more than a month

(Anderson, 2011). Neuroendocrine changes associated with the "postpartum sensitive period" and psychological aspects, such as early attachment experience, play an important role in maternal attachment recognition and response to infant stimuli (Maestriperieri, 1999, 2001, 2003), leading in extreme occasions to alloparental adoptions (Thierry and Anderson, 1986). Mothers face unusual stimuli in dead infants, a combination of olfactory and visual clues versus a lack of behavioural and vocal clues, and they can need time to finally abandon the body.

While simians can prolong this period, until probably losing even visual and scent clues, prosimians appear unable to display these behaviours as they are not able to carry the baby if it is not able to cling on to the mother itself (Rosenson, 1977). That does not imply a lack of maternal attachment (Nakamichi *et al.*, 1996), but quicker decision-making. Even if falls are one of the most common proximate reasons of death in ring-tailed lemurs (Budnitz and Dainis, 1975), they do not always lead to death and lemur mothers have to assess quickly if the baby is likely to survive. This decision process probably underlies the ultimate choice of staying or leaving.

Acknowledgements

The observation in the present study occurred during research carried out under the permission of Berenty private reserve and of Ministère de l'Environnement et Forêts of Madagascar. Thanks are due to Gabriele Schino and Giuseppe Donati for their reviews and suggestions, and to Leonardo Ancillotto and Dawid Adam Lurino for their comments.

References

- Anderson, J.R. 2011. A primatological perspective on death. *American Journal of Primatology* 73: 410–414.
- Biro, D.; Humle, T.; Koops, K.; Sousa, C.; Hayashi, M.; Matsuzawa, T. 2010. Chimpanzee mothers at Bossou, Guinea carry the mummified remains of their dead infants. *Current Biology* 20: R351–R352.
- Budnitz, N.; Dainis, K. 1975. *Lemur catta*: ecology and behavior. Pp. 219–235. In: I. Tattersall; R.W. Sussman (eds.). *Lemur Biology*. Plenum Press, New York, USA.
- Fashing, P.; Nguyen, N.; Barry, T.; Goodale, C.; Burke, R.; Jones, S.; Kerby, J.; Lee, L.; Nurmi, N.; Venkataraman, V. 2010. Death among geladas (*Theropithecus gelada*): a broader perspective on mummified infants and primate thanatology. *American Journal of Primatology* 71: 1–5.
- Jolly, A. 1966. *Lemur Behavior*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.
- Lü, J.-Q.; Zhao, D.-P.; Li, B.G. 2007. Prolonged carrying of a dead infant among the golden monkey *Rhinopithecus roxellana* in the Qinling Mountains, China. *Acta Zoologica Sinica* 53: 175–178.
- Macedonia, J.M. 1986. Individuality in a contact call of the ringtailed lemur (*Lemur catta*) at Berenty. *American Journal of Primatology* 11: 163–179.
- Macedonia, J.M. 1993. The vocal repertoire of the ringtailed lemur (*Lemur catta*). *Folia Primatologica* 61: 186–197.
- Maestriperieri, D. 1999. The biology of human parenting: insights from nonhuman primates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 23: 411–422.
- Maestriperieri, D. 2001. Is there mother–infant bonding in primates? *Developmental Review* 21: 93–120.
- Maestriperieri, D. 2003. Attachment. Pp. 108–143. In: D. Maestriperieri (ed.). *Primate Psychology*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Maestriperieri, D.; Schino, G.; Aureli, F.; Troisi, A. 1992. A modest proposal: displacement activities as an indicator of emotions in primates. *Animal Behaviour* 44: 967–979.
- Nakamichi, M.; Koyama, N.; Jolly, A. 1996. Maternal response to dead and dying infants in wild troops of ring-tailed lemurs at the Berenty Reserve, Madagascar. *International Journal of Primatology* 17: 505–523.
- Petter, J.J.; Charles-Dominique, P. 1979. Vocal communication in prosimians. Pp. 274–304. In: G.A. Doyle and R.D. Martin (eds.).

The Study of Prosimian Behaviour. Academic Press, London, UK.

Rosenson, L.M. 1977. The response of some prosimian primate mothers to their own anesthetized infants. *Primates* 18: 579–588.

Strier, K.B. 2000. *Primate Behavioral Ecology*. Allyn & Bacon Publishing, Boston, Massachusetts.

Warren, Y.; Williamson, E.A. 2004. Transport of dead infant mountain gorillas by mothers and unrelated females. *Zoo Biology* 23: 375–378.

Thierry, B.; Anderson, J.R. 1986. Adoption in anthropoid primates. *International Journal of Primatology* 7: 191–216.

Expanding their repertoire: aye-aye feeding traces in a previously unreported tree genus

Timothy M. Sefczek

Department of Anthropology, San Diego State University, San Diego, CA 92182, USA, tsefczek@mail.sdsu.edu

The aye-aye (*Daubentonia madagascariensis*) exhibits an array of feeding adaptations unique from other primates. According to Sterling (1993), this species has the diet of a generalist, feeding on the seeds of *Canarium* (Burseraceae) trees, as well as insect larvae in deadwood. While the aye-aye leaves a distinct trace in seeds and deadwood, it is the feeding traces in deadwood that are often used to determine the presence of aye-ayes in a forest (Duckworth, 1993; Erickson, 1995; Sterling, 1994). These marks are associated with its continuously growing incisors and elongated digits, which are used for a specific type of feeding strategy called "percussive foraging" (Erickson, 1991). While the majority of insect prey are obtained from deadwood, snags, and bamboo (*Ochlandra capitata*), to date, aye-aye feeding traces have been reported in the bark and pith of one genus of standing and living tree – *dendemy* (*Anthocheista amplexicaulis* and *A. madagascariensis*; Gentianaceae) (Erickson, 1995).

From August to December 2009, research was conducted on aye-aye feeding traces in the southeastern rainforests of Talatakely, Vatoharanana, and Valohoaka in the Ranomafana National Park, Madagascar. There was no evidence of aye-ayes feeding on living trees in the relatively undisturbed forests of Vatoharanana or Valohoaka. However, in the disturbed forest of Talatakely (21° 15' 20.0", S and 47° 25' 15.3" E) at 1200 m, two live trees exhibited aye-aye feeding traces. While one instance was on an *Anthocheista* tree, two aye-aye feeding traces (holes with incisor markings) were found on the trunk of a living, standing *fohananasity* tree (*Psychotria* sp.; Rubiaceae) (Fig. 1).



Fig. 1: Aye-aye feeding trace found in a living *Psychotria* tree (hole depth 12 cm; approximate diameter 14 cm), Ranomafana National Park, Madagascar. (Photo: Timothy M. Sefczek)

On the basis of these observations a new taxon can be added to the list of trees aye-ayes are known to feed upon. Talatakely is a disturbed forest and previous aye-aye studies in such habitats indicate a variety of aye-aye food sources, including *Ravenala* (Ancrenaz et al., 1994), *Anthocleista* (Erickson, 1995), *Ochlandra* (Duckworth, 1993) and *Canarium* (Farris, 2006). Given the addition of *Psychotria* to this list of aye-aye food sources, future field research examining aye-aye feeding traces should take particular note of any previously unreported living tree species showing feeding traces.

Acknowledgements

The author would like to thank the funding source National Geographic Society for Young Explorers Grant #8546-08 for making this research possible. Thanks are due to San Diego Zoological Society and Dr Chia Tan, and the author's committee – Dr Erin Riley, Dr Ramona Perez, and Dr Rebecca Lewison. The author would also like to thank Dr Patricia Wright, Centre Valbio, MICET, Ranomafana National Park, Tombotiana Aimé Victor, Falinomenjanahary Joseph, and Erin Blankenship-Sefczek.

References

- Ancrenaz, M.; Lackman-Ancrenaz, I; Mundy, N. 1994. Field observations of aye-ayes (*Daubentonia madagascariensis*) in Madagascar. *Folia Primatologia* 62: 22–36.
- Duckworth, J.W. 1993. Feeding damage left in bamboos, probably by aye-ayes (*Daubentonia madagascariensis*). *International Journal of Primatology* 14: 927–931.
- Erickson, C.J. 1991. Percussive foraging in the aye-aye, *Daubentonia madagascariensis*. *Animal Behavior* 41: 793–801.
- Erickson, C.J. 1995. Feeding sites for extractive foraging by the aye-aye, *Daubentonia madagascariensis*. *American Journal of Primatology* 35: 235–240.
- Farris, Z.J. 2006. Presence and distribution of aye-aye (*Daubentonia madagascariensis*) within Ranomafana National Park, Madagascar. M.Sc. thesis, University of Arkansas, Little Rock, AR, USA.
- Sterling, E.J. 1993. Behavioral ecology of the aye-aye (*Daubentonia madagascariensis*) on Nosy Mangabe, Madagascar. Ph.D. thesis, Yale University, New Haven, CT, USA.
- Sterling, E.J. 1994. Aye-ayes: specialists on structurally defended resources. *Folia Primatologia* 62: 142–154.

Rapid boost of forest destruction and poaching of lemurs inside the Sahamalaza – Iles Radama National Park since 2009

Melanie Seiler^{1,2}, Guy H. Randriatahina³, Christoph Schwitzer^{1*}

¹Bristol Conservation and Science Foundation, c/o Bristol Zoo Gardens, Clifton, Bristol BS8 3HA, UK

²University of Bristol, School of Biological Sciences, Woodland Road, Bristol BS8 1UG, UK

³Association Européenne pour l'Etude et la Conservation des Lémuriens (AEECL), Lot: IVH 169 N Ambohimandray, Ambohimanarina, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding author: cschwitzer@bcsf.org.uk

As previously reported in this journal (Seiler et al., 2010), the remaining forests of the Sahamalaza Peninsula and their unique fauna are in grave danger of disappearing, despite them having been under official protection since the creation of the Sahamalaza – Iles Radama National Park in 2007. The forests are already extremely degraded; nonetheless, bush fires and tree-felling are activities that are routinely pursued and accepted within the local society. These illegal activities

have further increased in 2010 as villagers realised that no action was being taken any more to protect the forests and the animals inhabiting them; a direct consequence of the ongoing political crisis in Madagascar and the resulting lack of law enforcement. The following alarming observations currently form part of the everyday life of researchers at Camp Ankarafa and show that the situation of the Sahamalaza National Park is rapidly getting worse.

Bush and forest fires became an everyday sight in the field season of 2010. Already on the journey by boat from the nearest town, Analalava, to the AEECL field site we spotted seven different fires on the peninsula; also on later trips we were always able to spot numerous fires and found signs of additional fires throughout the field season from April to October. By walking around large parts of the peninsula we were able to confirm that nearly all the forest had been gone and tavy (slash-and-burn) areas as well as signs of fires were everywhere (Fig. 1). The Forest of Ankarafa, itself highly fragmented, is now one of only three remaining forest blocks on the whole peninsula. These sightings demonstrate the urgency of taking action to protect the few small remaining forest fragments.



Fig. 1: One of the areas on the edge of the largest forest fragment in Ankarafa where trees have been felled to create a rice field. After the felled trees have been brought to the village or dried out, a fire is set to make the soil temporarily fertile for rice cultivation. (Photo: M. Seiler)

In August 2010 we discovered a large fire in the savannah close to one of the forest fragments. It had already burned down a large area of savannah and was about to spread to the forest. Fortunately we were able to stop it before it reached the forest edge that evening, but on the next day, owing to the strong Varatraza winds that winter, it started again and spread to three fragments where we had no chance of fighting it on our own. That day the fire crossed two firebreaks and we were close to evacuating the camp, as it came closer very fast. We had to send out our guides to get help from several surrounding villages, but during the next four days just nine people in total came to support us, so the fire spread around a few hectares of savannah and extended into some forest fragments until it was at last extinguished by rainfall about a week after it had started. Fortunately it did not destroy the "major" forest fragments that we were working in and mainly caused havoc in already degraded areas, but nonetheless the damage was significant and could have easily been avoided if we had had more people to build a new firebreak faster. The people from the villages gave several reasons for not helping. Most of the people from Marovato, the village closest to Ankarafa, did not come because they had a disco

on the evening we asked for help and hangers the next day, and only two people from there came to help. In two other villages there were funerals, so nobody was able to come. Other villagers said they would come with lots of people but nobody showed up.

A week after this large fire had been extinguished a new one started in the same area. It is likely that somebody had deliberately set the latter as we had experienced major rainfalls in between the two fires, which makes it almost inconceivable that the original fire had flared up again. At least this time we had a better and faster response by the villagers, and nine people from Marovato came to help us put out the fire. However, it is only a matter of time until somebody will set a fire again. Our guides informed us that some people said they would not help us because we were the reason that they were not allowed to use the forests anymore; they also blamed us for having had people arrested for illegal activities (which during our time in Ankarafa had happened only once, in 2009, to a villager from Marovato who had lived illegally in the park for years and had caused a lot of damage). Most of the local people had not heard of Madagascar National Parks (MNP), who are in charge of managing the protected area, but were very familiar with the Association Européenne pour l'Étude et la Conservation des Lémuriens (AEECL). Up to 2008, collaboration between AEECL and the local village and professional associations that we had helped to set up was working well, and our community-based natural resource management programme in Sahamalaza was regarded highly by the villagers and was bearing fruit. However, despite our continuing and significant investments into ameliorating the livelihoods of the people living in the periphery of the national park, due largely to the lack of law enforcement since the onset of the political crisis in early 2009, some opponents of the protected area who had always perceived AEECL as "bad" people who were restricting them in their way of living were now gaining previously lost ground. Indeed, there might arise a security problem in the future if the enforcement of environmental law in Madagascar does not resume soon.

In May 2010 we found a number of freshly cut trees as well as a small fire and a honey collection pot in a primary forest fragment (one of the last ones in Ankarafa) that had never been used for our studies before. To deter local people from continuing to destroy this fragment we decided to observe *Lepilemur* there additionally, as our presence seemed to have an effect on the protection of the forest in Ankarafa, at least in former field seasons.

Later that month we heard somebody logging trees in one of the forest fragments that had been used by us for the study of *Lepilemur* since 2009. As we followed the sounds we found a man who had already logged seven trees close to the path to Amboloboza, the "capital village" of the Sahamalaza Peninsula. This man did not flee, as people still used to do in 2009, but explained (slightly aggressively) that the mayor of Amboloboza had asked him to get wood for a building project in that village; he also said that he did not know that the forest was part of the national park. It might therefore be good, in the future, to erect signs demarcating the borders of the core zones of the protected area, which say that it is absolutely forbidden to cut trees and hunt there. When the man saw our cameras he walked away; after inspection of the logged trees we realised that most of them belonged to the species *piro*, an endangered hardwood. Up to that point we were hoping that our mere presence there was sufficient to dissuade the local people away from the Ankarafa Forest, but unfortunately this no longer seemed to be the case.

Even around the AEECL field station we heard logging of trees very regularly, indicating that the people had completely lost respect for the law and realised that no action was taken by MNP any more to prevent forest destruction in the park. Even our local field guides were threatened a few times by villagers as they found the latter illegally cutting trees.

In order to create an up-to-date map of the remaining forest fragments we walked around all the fragments, thereby unfortunately finding a number of new *tavy* fields, especially in the fragment farthest from the research camp. We had often heard people logging trees there, but as we surrounded the fragment we found four *tavy* fields, each about 5 ha in size, and even met people who were logging trees there. We talked to them, and they claimed they did not know that this was a "forest of AEECL". Our guides later told us that these people were thinking that AEECL was restricting them from using the forests (although, obviously, as an international NGO the association was not, and never had been, involved in law enforcement in any way), so they were not happy about our presence. They did not seem to acknowledge AEECL's efforts to introduce new rice-planting techniques with higher yields per hectare or to subsidise the salaries of primary school teachers, as they deemed the former too much work and too difficult, and anyway the children were supposed to help on the *tavy* fields instead of going to school. They even frequently asked our guides why AEECL was not giving them the parts of the forest the researchers were not "using", so they could have their rice fields there. The man whom we found working on a *tavy* field said (after claiming that he did not know that he was doing anything wrong) that he needed to do this because he needed the rice to earn money and have food, and that he would continue working at this place, whether it was forbidden or not. He knew as well as all the others that we were not allowed, or able, to do anything about this. So, as usual, we had to leave without achieving anything; the only thing we were able to do, again, was to report the incident to MNP, as we even knew the name and village of the young man.

The sizes of the six remaining forest fragments in Ankarafa were found to be 10 ha each for the degraded primary and the mature secondary forest fragment; 22 and 100 ha, respectively, for the two mosaic forest fragments; and 30 and 13 ha, respectively, for the two younger secondary forest fragments. Thus, there are only about 185 ha of forest left, which is enough room for about 37 *tavy* fields; considering the population of about 2,000 people inhabiting the peninsula, it is clear that these forest fragments will be gone very soon if nobody takes action.

In addition to habitat degradation, the lemurs of Ankarafa have increasingly become the subjects of poaching. In May 2010 we found a lemur trap in a forest fragment that we had only recently used for our studies. Above a felled tree was a stick with a guava attached, which would flick up when a blue-eyed black lemur (*Eulemur flavifrons*) fed on the fruit and would catch its neck in a sling. We destroyed this construction and hoped that people would not continue setting traps, at least in the areas where they knew we were present. The fact that we could not find any lemur traps during the first field season in 2009 and that previous students in 2007 and 2008 did not find any either shows how important rangers would be in the Sahamalaza National Park. Local people who had stopped exploiting the forest after national park status was introduced in 2007 now seemed to have realised that nothing happened if they continued with habitat destruction and lemur trapping.

In June 2010 we were following logging noises to a place only about 200 m away from our camp in a small forest fragment. When we arrived we also smelled fire and finally saw two young men sitting beside a felled palisander tree that they were about to process. As they realised our presence they started laughing and then went away after a few minutes because they had spotted one of our guides, who knew their names. When we had a closer look we did not only find the processed palisander tree and other logged trees, but also a *Lepilemur* that had been killed and that the men had just been about to eat. It was hanging by its feet above a little fire. As a tree hole suitable for *Lepilemur* was just beside it we assumed that the men had spotted it while processing the tree and had decided to have it as a little snack. We immediately informed the authorities and hoped that they could and would take action, as we gave them the names and the places of residence of the poachers. As we had never had a case of *Lepilemur* hunting before, and this incidence happened very close to the camp, we had to assume that our presence alone was not sufficient any more for the protection of the forest and its animals.

Three months after this incident we again found an empty tree hole that had previously been occupied by a *Lepilemur* that we had been observing for several months. At the base of this tree hole we found an artificial hole, indicating that somebody had extracted and killed the *Lepilemur* there (Fig. 2). We were extremely shocked, but not surprised, since the authorities so far had not taken any action to punish the men that killed the other *Lepilemur*.



Fig. 2: Poachers cut a square opening into the bottom part of this natural tree hole that was used by a sportive lemur as resting site, to catch the lemur that probably attempted to hide deep down in the hole. (Photo: M. Seiler)

We were told several times by MNP that they would send somebody, but they did not do so until two months after the second incident, when there were only two men without police who were unable to do anything. Afterwards we learned that MNP did not have the money to send the police to take action against the poachers. In a political crisis situation like the current one it almost seems meaningless to call an area a national park, and people with criminal intent (or who simply need to feed their families) can be sure that nothing will happen if they hunt lemurs, so there is no reason for them not to do so.

If its destruction continues at the current rate, it is very unlikely that the Forest of Ankarafa will still be with us in 10 or 20 years time. Compared with 2009, when we had already seen alarming signs, habitat destruction and poaching had increased massively in 2010. It is clear that only decisive and rapid action can save the few remaining forest fragments of

the Sahamalaza Peninsula and the beautiful and increasingly rare creatures living here. This task is beyond the means of a small international NGO; to ameliorate the situation, non-humanitarian aid to the Malagasy government needs to resume so that the latter can return to appropriately enforcing environmental law.

References

Seiler, M.; Randriatahina, G.H.; Schwitzer, C. 2010. Ongoing threats to lemurs and their habitat inside the Sahamalaza – Iles Radama National Park. *Lemur News* 15: 7-9.

Predation on redfronted lemurs (*Eulemur rufifrons*) by fossas (*Cryptoprocta ferox*)

Anna Viktoria Schnoell^{1,2*}, Claudia Fichtel^{1,2}

¹Behavioral Ecology and Sociobiology Unit, German Primate Center, Kellnerweg 4, 37077 Göttingen, Germany

²Courant Research Center "Evolution of Social Behavior", University of Göttingen, Germany

*Corresponding author: aschnoell@dpz.eu

The extreme fitness costs incurred by successful predation events can drive the evolution and maintenance of elaborate and costly anti-predator behavior in prey species (Caro, 2005; Fichtel, 2012). Because predation occurs quickly and is performed by animals that hunt by stealth, it is rarely observed and difficult to study. In addition, predators are typically wary of human observers, whose presence deters predatory attacks. As a result, observations are frequently anecdotal, precluding a systematic evaluation of predation on primates.

Malagasy primates are exposed to a high predation risk (reviewed by Goodman *et al.*, 1993; Hart, 2007) and preyed upon by raptors, carnivores and snakes (Wright *et al.*, 1997; Wright, 1998; Karpanty and Goodman, 1999; Goodman, 2003; Patel, 2005). For example, the diet of the largest Malagasy carnivore, the fossa (*Cryptoprocta ferox*), consists of up to 50% lemurs (Rasoloarison *et al.*, 1995, Hawkins and Racey, 2008). Especially *Lepilemur*, *Phaner*, *Mirza* and *Propithecus* are regularly preyed upon by the fossa (Hawkins and Racey, 2008). However, predation events by the fossa on *Eulemur* have rarely been observed, although analyses of fossa scats indicate that *Eulemurs* are regularly preyed upon (Tab. I). For example, analyses of fossa scats in Kirindy Forest suggested that up to 20% of a fossa's diet consists of redfronted lemurs (*E. rufifrons*; Lühns, *et al.* 2012). Here we summarize several observations of successful and unsuccessful predation events of fossas on redfronted lemurs in Kirindy Forest.

In the course of 15 years of ongoing observations we found only three carcasses of redfronted lemurs with bite marks clearly indicating that these individuals were preyed upon by a fossa. On 20 July 2011 at 09:42, the first author observed a successful predation attempt on a 14-year-old female redfronted lemur (BFSip; B denotes the study group, the second letter the sex and the three-letter acronym individual identity). The group, consisting of two adult females (BFBor, BFSip) and three adult males (BMMyk, BMGor, BMSam), was drinking from a waterhole in the Kirindy riverbed. Three members of the group (MFBor, BMMyk, BMGor) were already resting on trees at medium height, and one individual (BMSam) had left the location, moving away from the river into more dense forest. The victim of the imminent attack (BFSip) had just finished drinking at the waterhole and followed BMSam. Suddenly a fossa appeared from the sur-

rounding area and grabbed individual BFSip, which started screaming. There were no alarm calls given by other group members. After briefly wrestling with the fossa on the ground, the female managed to escape to a tree where she stopped at about 8 m. The fossa followed her into the tree and chased her for a few seconds until they fought again in the tree, whereupon both animals fell to the ground. Back on the ground, the fossa killed the lemur by biting in its throat (Fig. 1). Afterwards, the fossa left the scene, carrying its prey orally. There were no alarm calls given by the other group members during the entire episode.

Tab. I: Recorded predation events for *Eulemur* (Observation, observation of a successful predation attempt or observation of predator carrying or feeding on a freshly killed animal).

<i>Eulemur</i> species	Predator	Evidence	Reference
<i>E. albifrons</i>	Snake (<i>Acrantophis madagascariensis</i>)	Observation	Goodman et al. (1993)
<i>E. coronatus</i>	Fossa (<i>Cryptoprocta ferox</i>)	Fossa scats	Wilson et al. (1989); Rasolonandrasana (1994)
<i>E. fulvus</i>	Unidentified raptors	Observation	Goodman et al. (1993); M. Markolf (pers. comm.)
<i>E. mongoz</i>	Fossa or dog (<i>Canis lupus</i>)	?	Curtis (1997)
<i>E. rubriventer</i>	Fossa	Lemur cadaver and fossa scats	Overdorff and Strait (1995)
	Fossa	Fossa scats	Wright (1997)
<i>E. rufifrons</i>	Raptor (<i>Accipiter henstii</i>)	Observation	Schwab (1999)

On 4 August 2011 at around 16:00 the first author observed another, but unsuccessful, fossa attack. This time a larger group of 10 redfronted lemurs (Group A), consisting of 4 adult females and 6 adult males, was attacked. The attack happened while the group was travelling on the ground. However, the lemurs managed to react in time by fleeing in different directions up into nearby trees. Alarm-calling started immediately. Individuals produced woofs and croaks; woofs are general alarm calls given in response to terrestrial predators but also during aggressive interactions. Croaks are loud-calls, which are given during inter-group encounters or group progression, but also in response to aerial and terrestrial predators and may function to deter predators (Fichtel and Kappeler, 2002). The fossa did not follow any individual and left the location.

A similar fossa attack was observed (by CF) in September 2008 close to the research station of the German Primate Center. An unmarked group of eight individuals was foraging in the trees and on the ground when a fossa suddenly appeared. Group members fled into different directions up the trees and started alarm-calling. The fossa briefly pursued them onto one tree, but then gave up the hunt.

Interestingly, in both unsuccessful predation attempts redfronted lemurs responded with alarm calls but not during the successful predation event. Alarm calls may function to signal the presence of a predator to conspecifics or may have a pursuit-deterrence function. Pursuit-deterrence signals are given in response to predators that rely on ambush hunting, to signal the predator that pursuit is likely to be unprofitable. Since the pursuit of prey imposes similar costs on a predator, it sometimes pays for a predator to take note of the signal and give up (Woodland et al., 1980). Since, after the two un-



Fig. 1: A fossa (*Cryptoprocta ferox*), with a silver GPS-collar, killing an adult redfronted lemur (*Eulemur rufifrons*). (Photo: Anna Viktoria Schnoell)

successful predation attempts described previously, the fossa indeed left the location, these observations may indicate that alarm calls in redfronted lemurs may also have a predator-deterrence function. However, redfronted lemurs did not alarm call after the fossa caught and killed the female. Because in this case the predator was already successful, and alarm-calling can attract additional predators (Ryan et al., 1981; Fichtel, 2009), it might have been more advantageous for the other group members to remain silent in this situation. Thus, these anecdotal observations contribute to the growing knowledge on predator-prey communication, the hunting strategy of the fossa and predation on lemurs (Goodman, 2003; Fichtel and Kappeler, 2002; Fichtel, 2007; Lührs and Dammhahn, 2010).

References

Caro, T. 2005. Anti Predator Defenses in Birds and Mammals. The University of Chicago Press, London, UK.

Curtis, D.J. 1997. The mongoose lemur (*Eulemur mongoz*): a study in behaviour and ecology. Ph.D. thesis, University Zürich, Switzerland.

Fichtel, C. 2007. Avoiding predators at night: anti predator strategies in red-tailed sportive lemurs (*Lepilemur ruficaudatus*). *American Journal of Primatology* 69: 611–624.

Fichtel, C. 2009. Costs of alarm calling: lemur alarm calls attract fossas. *Lemur News* 14: 53–55.

Fichtel, C. 2012. Predation on primates. In: J.C. Mitani; J. Call; P. Kappeler; R. Palombit; J. Silk (eds.). *The Evolution of Primate Societies*. The University of Chicago, Chicago, IL, USA.

Fichtel, C.; Kappeler, P.M. 2002. Anti-predator behaviour of group-living Malagasy primates: mixed evidence for a referential alarm call system. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 51: 262–275.

Goodman, S.M. 2003. Predation on lemurs. Pp. 1221–1228. In: S.M. Goodman; J.P. Benstead (eds.). *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Goodman, S.M.; O'Connor, S.; Langrand, O. 1993. A review of predation on lemurs. Pp. 51–66. In: P.M. Kappeler; J.U. Ganzhorn (eds.). *Lemur Social Systems and Their Ecological Basis*. Plenum Press, New York, USA.

Hart, D. 2007. Predation on primates: a biogeographical analysis. Pp. 27–59. In: S. Gursky; K.A.I. Nekaris (eds.). *Primate anti-predator strategies*. Springer Science + Business Media LLC, New York, USA.

Hawkins, C.E.; Racey, P.A. 2008. Food habits of an endangered carnivore, *Cryptoprocta ferox*, in the dry deciduous forests of Western Madagascar. *Journal of Mammalogy* 89: 64–74.

Karpanty, S.M.; Goodman, S.M. 1999. Diet of the Madagascar Harrier-Hawk, *Polyboroides radiatus*, in southeastern Madagascar. *Journal of raptor research*, 33: 313–316.

Lührs, M.L.; Dammhahn, M. 2010. An unusual case of cooperative hunting in a solitary carnivore. *Journal of Ethology* 28: 379–383.

Lührs, M.L.; Dammhahn, M.; Kappeler, M.P. 2012. Strength in numbers: males in a carnivore grow bigger when they associate

- and hunt cooperatively. *Proceeding of the Royal Society B* (under review).
- Overdorff, D.J.; Strait, S.G. 1995. Life-history and predation in *Eulemur rubriventer* in Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* Suppl. 20: 164–165.
- Patel, E.R. 2005. Silky sifaka predation (*Propithecus candidus*) by a fossa (*Cryptoprocta ferox*). *Lemur News* 10: 25–27.
- Rasoloarison, R.M.; Rasolonandrasana, B.P.N.; Ganzhorn, J.U.; Goodman, S.M. 1995. Predation on vertebrates in the Kirindy forest, western Madagascar. *Ectotropica* 1: 59–65.
- Rasolonandrasana, B.P.N. 1994. Contribution à l'étude de l'alimentation de *Cryptoprocta ferox* Bennet (1933) dans son milieu naturel. D.E.A. thesis, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Ryan, M.J.; Tuttle, M.D.; Taft, L.K. 1981. The costs and benefits of frog chorusing behavior. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 8: 273–278.
- Schwab, D. 1999. Predation on *Eulemur fulvus* by *Accipiter henstii* (Henst's Goshawk). *Lemur News* 4: 34.
- Wilson, J.M.; Stewart, P.D.; Ramangason, G.S.; Denning, A.M.; Hutchings, M.S. 1989. Ecology and conservation of the crowned lemur, *Lemur coronatus*, at Ankarana, N. Madagascar, with notes on Sanford's lemur, other sympatric and subsossil lemurs. *Folia Primatologica* 52: 1–26.
- Woodland, G.E.; Jaafar, Z.; Knight, M.L. 1980. The "pursuit-deterrence" function of alarming signals. *American Naturalist* 115: 748–753.
- Wright, P.C. 1998. Impact of predation risk on the behaviour of *Propithecus diadema edwardsi* in the rain forest of Madagascar. *Behaviour* 135: 483–512.
- Wright, P.C.; Heckscher, S.K.; Dunham, A.E. 1997. Predation on Milne-Edward's sifaka (*Propithecus diadema edwardsi*) by the fossa (*Cryptoprocta ferox*) in the rain forest of southeastern Madagascar. *Folia Primatologica* 68: 34–43.

Projet Tsibahaka: conserving the crowned sifaka *Propithecus coronatus*

Tony King*, Laingoniaina H.F. Rakotonirina, Andoniaina H. Rakotoarisoa, Maholy Ravaloharimanitra, Christelle Chamberlan

The Aspinnall Foundation, BP 7170 Andravoahangy, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding author: tonyk@aspinnallfoundation.org

Introduction

Created in 2009 with the signing of an "Accord de Siège" with the government of Madagascar, the mission of The Aspinnall Foundation (TAF)'s Madagascar Programme is to work with local partners for the conservation of endangered species and their habitats (King and Chamberlan, 2010). The initial focus of the programme has been developing a collaborative and wide-ranging conservation project to ensure the survival of the Critically Endangered (IUCN, 2011) greater bamboo lemur *Prolemur simus* (King and Chamberlan, 2010; Rakotonirina et al., 2011). Following a similar logical framework to that of the *Prolemur* project, we initiated our "Projet Tsibahaka" in late 2009. Aiming to ensure the long-term conservation of the Endangered (IUCN, 2011) crowned sifaka *Propithecus coronatus*, the project has five major objectives (TAF, 2009, 2010), which we discuss here.

Objective 1: to facilitate urgent conservation actions for the crowned sifaka in general

An immediate priority identified in our original proposal (TAF, 2009) was the development of an information-sharing network to aid decision-making processes regarding the conservation of the crowned sifaka. In partnership with Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP) and the Madagascar government, and with funding from the European Association of Zoos and Aquaria

(EAZA), we co-organised a two-day crowned sifaka workshop in Antananarivo in February 2011, which assembled participants from national and international organisations working with the species (MEF/GERP/TAF, 2011).

Objective 2: to survey the probable historic range of the crowned sifaka to find currently unknown populations or potential reintroduction sites

Our initial efforts at developing the information-sharing network resulted in a better understanding of the current known range of the crowned sifaka in the wild (TAF, 2010). In partnership with GERP we then organised several surveys throughout central Madagascar, discovering seven previously unknown sites with crowned sifaka in the Bongolava, Betsiboka and Boeny Regions, and one area where small numbers of sifaka resembling crowned sifaka occur sympatrically with larger numbers of the closely related Decken's sifaka (TAF, 2010; Rakotonirina et al., in press). By adding these records to published distribution records of *P. coronatus*, Decken's sifaka *P. deckenii* and Verreaux's sifaka *P. verreauxi* taken from Wilmé et al. (2006), with three additional records of *P. coronatus* from Andranotongo (19.356°S, 46.213°E) (Tattersall, 1986), a site south of the Manambolo River (approx. 19.148°S, 44.866°E) (Thalmann and Rakotoarison, 1994), and Dabolava (Razafindramanana and Rasamimanana, 2010), it appeared that further surveys were necessary between the Mahajilo, Manambolo and Tsiribihina Rivers to ascertain further the species limits in this region (TAF, 2010; Rakotonirina et al., in press). Therefore, we organised a mission to this area in November and December 2011, discovering three new crowned sifaka sites in the Menabe Region (L. Rakotonirina and A. Rakotoarisoa, unpubl. data). We will publish full details later, but to summarise, two of these new sites contained melanistic individuals (Fig. 1) living together with typical crowned sifaka and, therefore, appear to be the only known melanistic crowned sifaka populations apart from a single group recently discovered at Dabolava (southeast of Miandrivazo) (Razafindramanana and Rasamimanana, 2010). One of the new melanistic populations was found in a zone of highly fragmented forests



Fig. 1: A melanistic sifaka photographed in the southwest of the crowned sifaka range in the Bemahatazana Commune, Menabe Region, December 2011. (Photo: L. Rakotonirina)

10 km southeast of Ankavandra (18.803°S, 45.390°E; altitude 490–780 m), only 60 km south of the population of melanistic Decken's sifaka we surveyed in 2010 (TAF, 2010; Rakotonirina et al., in press), but separated by the Manambolo River. Therefore, there may be (or have been) gene flow here between crowned and Decken's sifaka causing the melanistic tendencies on both sides of the river (although other hypotheses have been proposed) (Petter and Peyrieras, 1972; Rakotonirina et al., in press). The other melanistic population is 90 km further south, in gallery forest 14 km southwest of Bemahatazana (19.611°S, 45.288°E; altitude 85 m), closer to

the range of Verreaux's sifaka but again separated from the range of that species by a large river, the Tsiribihina. According to local people there are more sites supporting sifaka in these areas (L. Rakotonirina, unpubl. data), which we should consider surveying as soon as possible, incorporating the collection of samples for genetic analysis.

Within the central region of the crowned sifaka range, GERP organised missions to some of the new sites we discovered in 2010, to add to the available information on population sizes and habitat descriptions, and to collect faecal samples for genetic analysis (Rakotondrabe *et al.*, in prep.). We organised and funded an additional mission to Ankirihitra (16.782°S, 46.480°E; altitude 30–90 m), a mosaic of fragmented forests in the Boeny Region, located 25 km southwest of the Anaboazo site we have reported previously (TAF, 2010; Rakotonirina *et al.*, in press). The team found relatively large numbers of crowned sifaka remaining in this area (5 forest fragments surveyed over three days from 31 October to 2 November 2011; 11 groups encountered comprising a total of 46 individuals including 6 infants; group size ranging from 1 to 7, mean 4.2 ± 1.72 SD; 7 of the groups encountered in the labohazo forest fragment), but also many threats including heavy hunting pressure, severe habitat destruction, and habitat fragmentation (Fig. 2) (Rakotonirina and Rakotoarisoa, 2011).



Fig. 2. Habitat destruction and hunting pressure in the Ankirihitra Commune, Boeny Region, November 2011. (Photos: L. Rakotonirina)

Objective 3: to support the management of protected areas containing crowned sifaka

The largest known populations of crowned sifaka exist in the fragmented dry deciduous forests between the Betsiboka and Mahavavy Rivers near Mahajanga in northwest Madagascar (Mittermeier *et al.*, 2010). The region currently benefits from significant technical and financial support from numerous organisations and, therefore, is not currently a priority area for further support from TAF (TAF, 2010).

Objective 4: to develop management mechanisms for unprotected sites containing crowned sifaka

When we wrote our original project proposal (TAF, 2009), the only unprotected site we knew of was at Dabolava, but our collaborative surveys have now discovered several others in the Boeny, Betsiboka, Bongolava and Menabe Regions of central Madagascar. We remain technical partners for the Dabolava conservation project (Razafindramanana and Rasamimanana, 2010), coordinated by GERP with funding from various sources including EAZA, the crowned sifaka EEP, and Cotswold Wildlife Park. Unfortunately a fire in September burnt a large portion of the already small habitat here (GERP, 2011), and the long-term conservation of the site and the small group of sifaka remains challenging. The establishment

of conservation activities at the sites we discovered in 2010 was included as an objective of an EAZA-funded project coordinated by GERP and named "Conservation of the crowned sifaka (*Propithecus coronatus*) through *in situ* and *ex situ* metapopulation management". Within the framework of this project, research missions were undertaken at three of the seven sites during 2011, including some awareness-raising activities among local communities (GERP, 2011). We recommend that the development of conservation programmes at all or most of these sites should remain a priority for the overall conservation of the species. For the Boeny Region, we have contacted two potential facilitators to propose a budget for transferring the management responsibility of the Anaboazo site to the local community, which would then allow us to support the community to conserve the site and the sifaka. Conservation work is also desperately needed for the Ankirihitra forests west of Anaboazo (see earlier; Fig. 2), and the new sites in the Menabe Region.

Objective 5: to ensure the survival of any crowned sifaka groups or individuals restricted to sites or habitats that cannot be protected

This objective will be realised through the "metapopulation project" described earlier. The first group identified as a potential group for translocation within the context of the metapopulation project is one of those discovered in 2010 in the Bongolava Region, owing to the isolation of the small forest fragment where it lives. We have been advising GERP on how to make translocation or reintroduction proposals based on IUCN guidelines (IUCN, 2002; Beck *et al.*, 2007). A proposal has been submitted by GERP to the MEF to use some of the individuals to reinforce the Dabolava population, while incorporating some others into the European Endangered Species Programme (EEP) captive-breeding population at Lemurs Park in Madagascar. The proposed translocation of the sifaka has been delayed while waiting for results of a genetic analysis, so from late November some local rangers have been hired temporarily to protect the group (GERP, 2011).

Conclusions

Over the first two years of our Tsibahaka project our most significant contribution to the conservation of the crowned sifaka has been the surveying of large areas of central Madagascar to ascertain the true distribution of the species and to locate previously unknown populations. Such information is critical to allow realistic assessments of species abundance and status, and to design appropriate species-level conservation interventions (Rakotonirina *et al.*, 2011). The challenge now is to ensure that this newfound knowledge is incorporated into the development of an effective collaborative programme to ensure the long-term conservation of the crowned sifaka across its full range.

Acknowledgements

We thank everyone who has collaborated with us during this project, including the Government of Madagascar and in particular the Ministry for the Environment and Forests, GERP, numerous regional and local authorities and communities, Jonah Ratsimbazafy, Josia Razafindramanana, Rose Marie Randraharison and Mohamad Mbaraka.

References

- Beck, B.; Walkup, K.; Rodrigues, M.; Unwin, S.; Travis, D.; Stoinski, T. 2007. Best Practice Guidelines for the Re-introduction of Great Apes. SSC Primate Specialist Group of the World Conservation Union, Gland, Switzerland.

- GERP. 2011. Metapopulation Conservation Project of *Propithecus coronatus*: Yearly Report of Activities, Year 2011. Groupe d'Etude et Recherche sur les Primates de Madagascar, Antananarivo, Madagascar.
- IUCN. 2002. IUCN Guidelines for Nonhuman Primate Re-introductions. IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group, Gland, Switzerland.
- IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 10 January 2011.
- King, T.; Chamberlan, C. 2010. Conserving the critically endangered greater bamboo lemur. *Oryx* 44: 167.
- MEF/GERP/TAF. 2011. Atelier technique sur *Propithecus coronatus*: plan de conservation et évaluation du statut de conservation [Technical workshop on *Propithecus coronatus*: Assessment of the conservation status and elaboration of the conservation program], 22–23 Février 2011, Antananarivo, Madagascar. Ministère de l'Environnement et des Forêts/ Groupe d'Etude et Recherche sur les Primates de Madagascar/The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- Mittermeier, R.A.; Louis Jr., E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; 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.
- Petter, J.-J.; Peyrieras, A. 1972. Melanization in the genus *Propithecus* Malagasy lemur. *Journal of Human Evolution* 1: 379–388.
- Rakotondrabe, R.; Ratsaralaza, H.; Rakotoarisoa, A.; Razafindramanana, J.; Rakotonirina, L.; King, T.; Ratsimbazafy, J. 2011. Preliminary survey of population density and habitat structure of crowned sifaka in fragmented forests in Bongolava region. (in preparation).
- Rakotonirina, L.H.F.; Rakotoarisoa, A. 2011. Rapport d'étude préliminaire sur la vérification de la présence des sifakas *Propithecus* sp. dans les forêts d'Ankirihiotra – Ambato Boeny (Region de Boeny). Rapport non-publiée. The Aspinall Foundation/GERP, Antananarivo, Madagascar.
- Rakotonirina, L.; Rajaonson, A.; Ratolojanahary, T.; Rafaliman-dimby, 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: 118–129.
- Rakotonirina, L.H.F.; Randriantsara, F.; Rakotoarisoa, A.H.; Rakotondrabe, R.; Razafindramanana, J.; Ratsimbazafy, J.; King, T. In press. A preliminary assessment of sifaka (*Propithecus* spp.) distribution, chromatic variation and conservation in central Madagascar. Primate Conservation.
- Razafindramanana, J.; Rasamimanana, R. 2010. Discovery of crowned sifaka (*Propithecus coronatus*) in Dabolava, Mian-drivazo, Menabe Region. *Lemur News* 15: 23–25.
- TAF. 2009. Proposal for the Creation of Projet Tsibahaka: Conservation of the Crowned Sifaka *Propithecus coronatus*. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- TAF. 2010. Projet Tsibahaka: Conserving the Crowned Sifaka *Propithecus coronatus* – Initial Results. The Aspinall Foundation, Antananarivo, Madagascar.
- Tattersall, I. 1986. Notes on the distribution and taxonomic status of some species of *Propithecus* in Madagascar. *Folia Primatologica* 46: 51–63.
- Thalmann, U.; Rakotoarison, N. 1994. Distribution of lemurs in central western Madagascar, with a regional distribution hypothesis. *Folia Primatologica* 63: 156–161.
- Wilmé, L.; Goodman, S.M.; Ganzhorn, J.U. 2006. Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. *Science* 312: 1063–1065.

Mittermeier et al., 1994; Smith and Jungers, 1997), the body masses of very few wild lemurs had been published. The authors of the latter publications may thus have reported body masses of lemurs held in captivity instead, or referred to earlier publications of captive body masses, without explicitly stating that these had derived from captive individuals. Lemurs are particularly prone to obesity in captivity; thus, body masses derived from captive lemurs may be substantially higher than those of their wild conspecifics (Terranova and Coffman, 1997; Schwitzer and Kaumanns, 2001, 2009). Unfortunately this practice seems to have continued in subsequent publications, with authors usually citing one or more of the above-mentioned four sources when referring to wild lemur body masses. In addition, in the last decade, lemurs have been subject to major taxonomic revision, particularly in the nocturnal families Cheirogaleidae and Lepilemuridae. Between 2000 and 2008, 39 species were newly described and 9 other taxa resurrected (Mittermeier et al., 2008). Many of the recently described species are only known from single locations. Body masses of newly described species were often published as part of the morphometric data used for the species descriptions. But it is sometimes difficult to combine the latter with previously published body masses to obtain larger sample sizes, as it is not always clear which of the currently recognized species older publications refer to. Body mass data have also seemingly been reproduced in some publications without citing the original sources, thus duplicating data from the same animals and potentially biasing any attempt of a meta-analysis.

This has resulted in unintentional inaccuracies, albeit mostly minor, in a lot of the publications involving a meta-analysis of lemur body mass, and it is an ongoing problem (Catlett et al., 2010; Matthews et al., 2011; Kamilar et al., 2012). Furthermore, it has contributed to a situation where colony managers of captive lemur collections are frequently faced with obesity and derived secondary problems in their animals, partly as a direct result of too high target body masses taken from the literature and assumed to be wild lemur body masses. *Ex situ* assurance colonies and breeding programmes are vital tools to protect animal species from extinction, and with shrinking wild habitats and progressing climate change they are becoming ever more important. However, excessive body mass can lead to breeding problems and infertility, and it renders affected individuals unsuitable for reintroduction into their wild habitats (Schwitzer and Kaumanns, 2009). Obesity can thus considerably compromise captive propagation programmes. Up to now, no publication has attempted to compile the published wild body masses of all extant lemurs in a comparative way. The aim of this short report is to provide a basic overview of male and female lemur body masses for all species for which such measurements have been published. These can potentially be used for research, such as correlating primate body mass with ecological variables, as target body masses for captive colony managers, by vets for diagnostic purposes, as well as for species identification and to assess the age or maturity of individuals.

Methods

A literature search was performed using search engines such as Google Scholar and the search terms "lemur" and "mass" or "weight", and then specific searches were performed for each genus, species and subspecies using current and previous taxonomic classifications. Several thousand hits were manually screened for wild adult body mass data. For each result, the authorship and details of data collection were

Body masses of wild lemurs

Lucy A. Taylor, Christoph Schwitzer*

Bristol Conservation and Science Foundation, c/o Bristol Zoo Gardens, Clifton, Bristol BS8 3HA, UK

*Corresponding author: cschwitzer@bcfsf.org.uk

Introduction

Wild lemur body masses have often been reported incorrectly in the literature. Prior to the early 1990s, when the last of four major publications on lemurs and primate body masses were compiled (Petter et al., 1977; Tattersall, 1982;

checked to ensure that there was no duplication of data. Where research groups had collated body masses or appeared to re-use measurements, only the most recent, or complete, compilation was used. The locality of each result was checked to ensure that the taxonomic identification of the species was made in accordance with the current taxonomic classification used by Mittermeier *et al.* (2010). Where appropriate, the original assignment of body mass data to a taxon was altered when sufficient evidence was available to suggest that it referred to a different taxon. Where such changes were made, these are reported in the column "Notes" in the supplementary online material. The use of secondary sources was avoided unless detailed information was available on unobtainable primary sources to confirm that the data were taken from wild individuals and assigned to the correct species. All use of secondary sources is recorded. Pregnant and juvenile individuals were excluded wherever possible, unless a mean value included a small proportion of pregnant or juvenile individuals relative to the total sample size, in which case, samples were included but noted in the supplementary online material. Male and female body masses were treated separately where possible. However, as some sources combined male and female body mass, a mean body mass including both males and females was also calculated for each species. Species with large variation in body mass were noted. All ambiguous results were removed from the analysis. All measurements were reported in grams.

Results

The wild body masses of all extant 102 lemur taxa can be found in Tab. I. Ten species exhibited large variation in body mass relative to their size: *Avahi peyrierasi*, *Cheirogaleus medius*, *Eulemur albifrons*, *E. macaco*, *E. mongoz*, *E. rufus*, *Microcebus griseorufus*, *M. murinus*, *M. ravelobensis* and *Varecia rubra* (Tab. I). The full table of results, including breakdown per author and additional notes is available online from www.bcsf.org.uk/publications.

Tab. I: Body masses of wild lemurs (males, females and means of all weighed individuals of a species).

Taxon	Male		Female		Mean		Reference(s)
	n	Mass (g)	n	Mass (g)	n	Mass (g)	
<i>Allocebus trichotis</i>	5	79	4	76	9	78	Rakotoarison <i>et al.</i> (1997); Goodman and Raselimanana (2002); Biebouw (2009)
<i>Avahi betsileo</i>	6	987	4	1225	10	1082	Lei <i>et al.</i> (2008)
<i>Avahi cleesei</i>	7	926	5	975	12	946	Thalmann and Geissmann (2005); Zaramody <i>et al.</i> (2006); Lei <i>et al.</i> (2008)
<i>Avahi laniger</i>	20	1068	22	1282	42	1180	Glander <i>et al.</i> (1992); Zaramody <i>et al.</i> (2006); Lei <i>et al.</i> (2008)
<i>Avahi meridionalis</i>	7	1043	10	1130	17	1094	Zaramody <i>et al.</i> (2006); Lei <i>et al.</i> (2008); Norscia <i>et al.</i> (2012)
<i>Avahi mooreorum</i>	4	905	3	950	7	924	Lei <i>et al.</i> (2008)
<i>Avahi peyrierasi</i> *	25	990	13	1120	38	1034*	Zaramody <i>et al.</i> (2006); Lei <i>et al.</i> (2008)
<i>Avahi ramanantsoavanai</i>	9	941	8	1031	17	983	Zaramody <i>et al.</i> (2006); Lei <i>et al.</i> (2008)

Taxon	Male		Female		Mean		Reference(s)
	n	Mass (g)	n	Mass (g)	n	Mass (g)	
<i>Avahi occidentalis</i>	18	842	14	967	32	897	Thalmann and Geissmann (2000); Thalmann and Geissmann (2000, citing Bauchot and Stephan [1966]); Zaramody <i>et al.</i> (2006); Lei <i>et al.</i> (2008); Ramanankirahina <i>et al.</i> (2011)
<i>Avahi unicolor</i>	3	830	1	920	4	853	Lei <i>et al.</i> (2008)
<i>Cheirogaleus crossleyi</i>	0	–	0	–	28	344	Blanco <i>et al.</i> (2009)
<i>Cheirogaleus major</i>	0	–	0	–	17	362	Lahann (2007)
<i>Cheirogaleus medius</i> *	63	132	36	143	679	161*	Smith and Jungers (1997, citing Hladik <i>et al.</i> [1980]); Fietz (1999); Müller (1999); Lahann and Dausmann (2011)
<i>Cheirogaleus minusculus</i>	0	–	0	–	0	–	–
<i>Cheirogaleus sibreei</i>	0	–	0	–	15	272	Blanco <i>et al.</i> (2009)
<i>Daubentonia madagascariensis</i>	13	2621	15	2446	28	2528	Winn (1989); Durrell (1991); Glander (1994); Feistner and Sterling (1995, citing Acrenaz [1991], Sterling [1993] and Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, Madagascar [unpubl. data]); Ranaivoarisoa <i>et al.</i> (2006)
<i>Eulemur albifrons</i> *	0	–	0	–	34	1896*	Junge <i>et al.</i> (2008)
<i>Eulemur cinereiceps</i>	24	1923	26	1995	50	1960	Bradley <i>et al.</i> (1997); Hobinjatova <i>et al.</i> (2007); Delmore <i>et al.</i> (2011)
<i>Eulemur collaris</i>	0	–	0	–	11	2150	Donati <i>et al.</i> (2007)
<i>Eulemur coronatus</i>	2	1280	2	1080	86	1294	Smith and Jungers (1997, citing Terranova and Coffman [1997] and Terranova [pers. com.]); Zoanarivelo <i>et al.</i> (2007); Ramanamahefa <i>et al.</i> (2009b)
<i>Eulemur f lavifrons</i>	8	1797	3	2042	18	1836	Terranova and Coffman (1997); A. Dumoulin (unpubl. data)
<i>Eulemur fulvus</i>	3	1600	7	1500	17	1633	Rasmussen (2005); Andrian-tompohavana <i>et al.</i> (2006)
<i>Eulemur macaco</i> *	26	1974	28	1987	54	1981*	Bayart and Simmen (2005); Junge and Louis (2007); A. Dumoulin (unpubl. data)
<i>Eulemur mongoz</i> *	9	1140	13	1280	32	1273*	Terranova and Coffman (1997); Rasmussen (2005); Curtis (2004, citing Pastorini <i>et al.</i> [1998])

Taxon	Male		Female		Mean		Reference(s)
	n	Mass (g)	n	Mass (g)	n	Mass (g)	
<i>Eulemur rubriventer</i>	9	2067	13	1964	51	1978	Glander et al. (1992); Terranova and Coffman (1997)
<i>Eulemur rufifrons</i>	53	2096	36	2232	89	2151	Glander et al. (1992); Johnson et al. (2005); Delmore et al. (2011)
<i>Eulemur rufus*</i>	13	1410	7	1260	42	1589*	Gerson (1999); Junge and Louis (2005)
<i>Eulemur sanfordi</i>	0	–	0	–	58	1897	Terranova and Coffman (1997); Ramanamahefa et al. (2009a)
<i>Hapalemur alaotrensis</i>	33	1235	28	1262	61	1247	Mutschler et al. (2000); Rabarivola et al. (2007)
<i>Hapalemur aureus</i>	2	1620	1	1500	3	1580	Glander et al. (1989)
<i>Hapalemur griseus gilberti</i>	3	967	0	–	3	967	Rabarivola et al. (2007)
<i>Hapalemur griseus griseus</i>	9	838	8	838	21	813	Glander et al. (1992); Terranova and Coffman (1997); Rabarivola et al. (2007)
<i>Hapalemur griseus ranomafanensis</i>	5	875	8	846	13	857	Rabarivola et al. (2007)
<i>Hapalemur meridionalis</i>	6	839	6	870	12	855	Rabarivola et al. (2007)
<i>Hapalemur occidentalis</i>	4	847	0	–	4	847	Rabarivola et al. (2007)
<i>Indri indri</i>	2	5825	2	7135	116	6593	Glander and Powzyk (1998); Zoanarivelo et al. (2007); Junge et al. (2011)
<i>Lemur catta</i>	100	2227	89	2268	279	2216	Sussman (1991); Dutton et al. (2003); Miller et al. (2007); Drea and Weil (2008); Koyama et al. (2008); Rainwater et al. (2009); Simmen et al. (2010)
<i>Lepilemur aeeclis</i>	8	832	6	920	19	850	Andriaholinirina et al. (2006); Craul et al. (2007); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur ahmansonorum</i>	1	650	2	500	3	550	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur ankaranensis</i>	9	733	12	779	47	730	Craul et al. (2007); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur betsileo</i>	1	1000	1	1210	2	1105	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur dorsalis</i>	3	730	2	730	35	715	Craul et al. (2007); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur edwardsi</i>	17	982	19	983	53	965	Smith and Jungers (1997, citing their study and R.A. Warren [pers. com.]); Thalmann (2001); Rasoloharajaona et al. (2003); Craul et al. (2007); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur fleuretae</i>	1	800	0	–	1	800	Lei et al. (2008)

Taxon	Male		Female		Mean		Reference(s)
	n	Mass (g)	n	Mass (g)	n	Mass (g)	
<i>Lepilemur grewockorum</i>	1	900	2	725	11	897	Craul et al. (2007); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur hollandorum</i>	2	1000	3	983	5	990	Ramaromilanto et al. (2009)
<i>Lepilemur hubbardorum</i>	4	1113	3	837	7	994	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur jamesorum</i>	5	930	2	1050	7	964	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur leucopus</i>	10	543	15	561	40	583	Charles-Dominique and Hladik (1971); Smith and Jungers (1997, citing Russell [1977]); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur microdon</i>	8	1111	5	872	13	1019	Smith and Jungers (1997, citing L. Porter [pers. com.]); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur milanoii</i>	6	718	5	702	11	711	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur mittermeieri</i>	0	–	0	–	0	–	–
<i>Lepilemur mustelinus</i>	21	957	18	1043	46	992	Craul et al. (2007); Lei et al. (2008); Rasoloharajaona et al. (2008)
<i>Lepilemur otto</i>	0	–	0	–	6	939	Craul et al. (2007)
<i>Lepilemur pettei</i>	1	640	4	625	5	628	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur randrianasoloi</i>	6	748	5	804	11	773	Andriaholinirina et al. (2006); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur ruficaudatus</i>	27	752	32	758	62	760	Schmid and Ganzhorn (1996); Drack et al. (1999); Zinner et al. (2003); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur sahamalazensis</i>	4	701	10	759	21	719	Andriaholinirina et al. (2006); Craul et al. (2007); Lei et al. (2008); M. Seiler (unpubl. data)
<i>Lepilemur scottorum</i>	0	–	0	–	5	876	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur seali</i>	3	957	2	950	5	954	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur septentrionalis</i>	0	–	0	–	2	580	Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur tymerlachsonorum</i>	12	825	14	893	26	862	Andriaholinirina et al. (2006); Lei et al. (2008)
<i>Lepilemur wrightae</i>	2	1050	3	1217	5	1150	Lei et al. (2008)
<i>Microcebus arnholdi</i>	0	–	5	45	5	45	Louis et al. (2008)
<i>Microcebus berthae</i>	108	31	54	31	199	31	Schmid and Kappeler (1994); Schwab (2000); Schwab and Ganzhorn (2004); Dammhahn and Kappeler (2005); Louis et al. (2008)
<i>Microcebus bongolavensis</i>	0	–	0	–	37	54	Olivieri et al. (2007)
<i>Microcebus danfossi</i>	0	–	0	–	72	63	Olivieri et al. (2007)

Taxon	Male		Female		Mean		Reference(s)
	n	Mass (g)	n	Mass (g)	n	Mass (g)	
<i>Microcebus gerpi</i>	4	67	3	69	7	68	Radespiel <i>et al.</i> (in press)
<i>Microcebus griseorufus</i> *	69	47	57	53	135	50*	Rasoloarison <i>et al.</i> (2000); Rasoazanabary (2004); Génin (2008); Louis <i>et al.</i> (2008); Kobbé <i>et al.</i> (2011)
<i>Microcebus jollyae</i>	0	–	0	–	3	61	Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus lehilahytsara</i>	0	–	0	–	20	45	Zimmermann <i>et al.</i> (1998); Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus macarthurii</i>	0	–	0	–	2	54	Radespiel <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus mamiatra</i>	0	–	0	–	21	58	Olivieri <i>et al.</i> (2007); Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus margot-marshae</i>	1	42	3	52	4	49	Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus mittermeieri</i>	0	–	0	–	27	45	Louis <i>et al.</i> (2008); Radespiel <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus murinus</i> *	76	59	168	63	566	64*	Atsalis <i>et al.</i> (1996); Smith and Jungers (1997, citing Jolly [1984]; Zimmermann <i>et al.</i> (1998); Schmid (1999); Rasoloarison <i>et al.</i> (2000); Rasoazanabary (2004); Lahann (2007); Olivieri <i>et al.</i> (2007); Louis <i>et al.</i> (2008); Thorén <i>et al.</i> (2011)
<i>Microcebus myoxinus</i>	0	–	0	–	41	47	Rasoloarison <i>et al.</i> (2000); Olivieri <i>et al.</i> (2007)
<i>Microcebus ravelobensis</i> *	7	60	17	55	161	54*	Zimmermann <i>et al.</i> (1998); Rasoloarison <i>et al.</i> (2000); Olivieri <i>et al.</i> (2007); Louis <i>et al.</i> (2008); Thorén <i>et al.</i> (2011)
<i>Microcebus rufus</i>	0	–	28	43	86	43	Atsalis <i>et al.</i> (1996); Louis <i>et al.</i> (2008); Blanco (2011)
<i>Microcebus sambiranensis</i>	1	48	0	–	35	41	Rasoloarison <i>et al.</i> (2000); Olivieri <i>et al.</i> (2007); Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus simmonsii</i>	0	–	0	–	6	65	Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Microcebus tavaratra</i>	10	53	10	51	57	53	Rasoloarison <i>et al.</i> (2000); Olivieri <i>et al.</i> (2007); Louis <i>et al.</i> (2008)
<i>Mirza coquereli</i>	30	317	26	299	56	309	Kappeler <i>et al.</i> (2005)
<i>Mirza zaza</i>	16	286	10	295	26	290	Kappeler <i>et al.</i> (2005); E.J. Rode (unpubl. data)
<i>Phaner electromontis</i>	0	–	0	–	3	387	Mittermeier <i>et al.</i> (2010, citing E.E. Louis Jr. [unpubl. data])
<i>Phaner furcifer</i>	0	–	0	–	0	–	
<i>Phaner pallescens</i>	0	–	0	–	34	333	Schülke (2003); Mittermeier <i>et al.</i> (2010, citing E.E. Louis Jr. [unpubl. data])

Taxon	Male		Female		Mean		Reference(s)
	n	Mass (g)	n	Mass (g)	n	Mass (g)	
<i>Phaner parienti</i>	0	–	0	–	3	360	Mittermeier <i>et al.</i> (2010, citing E.E. Louis Jr. [unpubl. data])
<i>Prolemur simus</i>	10	2532	10	2248	22	2395	Meier <i>et al.</i> (1987); Tan (1999); Dolch <i>et al.</i> (2008); McGuire <i>et al.</i> (2009)
<i>Propithecus candidus</i>	3	5033	1	6000	4	5275	Lehman <i>et al.</i> (2005)
<i>Propithecus coquereli</i>	16	3700	9	3700	25	3700	Andriantompohavana <i>et al.</i> (2006)
<i>Propithecus coronatus</i>	7	3206	5	3738	12	3428	J. Pastorini (pers. com.)
<i>Propithecus deckenii</i>	10	2930	10	2630	20	2780	Junge and Louis (2005)
<i>Propithecus diadema</i>	5	6496	4	6750	22	5703	Lehman <i>et al.</i> (2005, citing Powzyk [1998]); Irwin <i>et al.</i> (2010)
<i>Propithecus edwardsi</i>	30	5500	26	5504	56	5502	Foltz and Roeder (2008); King <i>et al.</i> (2011)
<i>Propithecus perrieri</i>	14	4436	21	4519	35	4486	Lehman <i>et al.</i> (2005); Ranaivoarisoa <i>et al.</i> (2006)
<i>Propithecus tattersalli</i>	0	–	0	–	74	3522	Garell and Meyers (1995); Razafindrakoto <i>et al.</i> (2007)
<i>Propithecus verreauxi</i>	165	2890	132	2850	305	2878	Richard <i>et al.</i> (2000); Lewis and Kappeler (2005); Lewis and Rakotonirainy (2011)
<i>Varecia rubra</i> *	1	3300	2	3640	25	3019*	Vasey (2007); Dutton <i>et al.</i> (2008)
<i>Varecia variegata editorum</i>	49	3624	41	3748	90	3681	Vasey (2003, citing Balko [1998]); Baden <i>et al.</i> (2008)
<i>Varecia variegata subcincta</i>	5	3160	14	3054	19	3082	Vasey (2003, citing Morland [1991]); Baden <i>et al.</i> (2008)
<i>Varecia variegata variegata</i>	9	3472	6	3375	33	3524	Terranova and Coffman (1997, citing Glander <i>et al.</i> [1992] and K.E. Glander and E. Balko [unpubl. data]); Vasey (2003, citing Britt [1997]); Baden <i>et al.</i> (2008)

*Large variation in measurements relative to mean body size.

Discussion

This short report attempted to collate and verify the wild body masses of all lemur taxa, within the constraints of available information and resources. Owing to the nature of this collation it is feasible that some errors remain. A lack of clarity in some publications may have resulted in some unnecessary deletions and, potentially, overlapping inclusions. Seasonal variation in body mass could not be accounted for and should be considered when using these body masses. All measurements were presented in grams owing to the wide variation in lemur body mass. However, the accuracy of the measurements for the larger lemur species may be reduced because of the fact that the body masses of larger lemur spe-

cies are often reported in kilograms in the literature, accurate to the nearest 100 g. Pregnant and juvenile individuals could not always be excluded, because sometimes either they were included in a mean value (and were only excluded if in large proportion), or it was not stated if the sample contained adult body masses only. Equally, some samples were from severely degraded/fragmented habitat or it was noted that body masses differed from previously published measurements. These have been included in the present study, but they have been noted in the supplementary online material. The main differences within species are noted in the following paragraph and we encourage discussion on whether they should be included or if they warrant further investigation.

Three species, *Cheirogaleus minusculus*, *Lepilemur mittermeieri* and *Phaner furcifer*, have no reported body masses in this publication, either because no records of wild body masses were available or there was no access to potential body mass sources. According to Mittermeier *et al.* (2010), who cite E.E. Louis Jr. (unpubl. data), *Lepilemur mittermeieri* weighs around 730 g, but the authors present no record of how many individuals were weighed. A further 27 species have mean body masses derived from measurements of fewer than 10 individuals. The genus *Cheirogaleus* has undergone, and is still undergoing, significant taxonomic changes (Groeneveld *et al.*, 2011); thus the body masses of this genus may need revising once clear taxonomic divisions have been agreed upon. Based on the current data, *Cheirogaleus medius* seems to have quite a large range in body mass, relative to its size. The variation, in this species and nine others, may be the result of weighing lemurs from degraded or fragmented habitat or of seasonal variation, or there may be other factors involved. Lei *et al.* (2008) recognised three haplotype groups of *Avahi peyrierasi*, but concluded that further research was required to establish if these represent different species or complexes with *A. betsileo*.

Owing to all of the aforementioned limitations, we would like to encourage feedback, discussion, additions and, where appropriate, deletions and alterations, to further the reliability of lemur morphometric data and to further the clarity of the taxonomy in pre-existing literature.

Acknowledgements

We would like to thank Alice Dumoulin, Jennifer Pastorini, Johanna Rode and Melanie Seiler for providing additional data.

References

- Arenaz, M. 1991. Contribution à l'étude éco-éthologique du aye-aye (*Daubentonia madagascariensis*). Ph.D thesis, University of Créteil, Paris, France.
- Andriaholinirina, N.; Fausser, J.L.; Roos, C.; Zinner, D.; Thalmann, U.; Rabarivola, C.; Ravoarimanana, I.; Ganzhorn, J.U.; Meier, B.; Hilgartner, R.; Walter, L.; Zaramody, A.; Langer, C.; Hahn, T.; Zimmermann, E.; Radespiel, U.; Craul, M.; Tomiuk, J.; Tattersall, I.; Rumpel, Y. 2006. Molecular phylogeny and taxonomic revision of the sportive lemurs (*Lepilemur*, Primates). *BMC Evolutionary Biology* 6: 17.
- Andriantompohavana, R.; Zoanarivelo, J.R.; Randriamampionona, R.; Razafindraibe, J.F.X.; Brenneman, R.A.; Louis, E.E. Jr. 2006. A preliminary study on resident lemur populations in the Marinarano Classified Forest. *Lemur News* 11: 21–24.
- Atsalis, S.; Schmid, J.; Kappeler, P.M. 1996. Metrical comparisons of three species of mouse lemur. *Journal of Human Evolution* 31: 61–68.
- Baden, A.L.; Brenneman, R.A.; Louis, E.E. 2008. Morphometrics of wild black-and-white ruffed lemurs [*Varecia variegata*; Kerr, 1792]. *American Journal of Primatology* 70: 913–926.
- Bayart, F.; Simmen, B. 2005. Demography, range use, and behavior in black lemurs (*Eulemur macaco macaco*) at Ampasikely, northwest Madagascar. *American Journal of Primatology* 67: 299–312.
- Biebow, K. 2009. Home range size and use in *Allocebus trichotis* in Analamazaotra Special Reserve, Central Eastern Madagascar. *International Journal of Primatology* 30: 367–386.
- Blanco, M.B. 2011. Timely estrus in wild brown mouse lemur females at Ranomafana National Park, Southeastern Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 145: 311–317.
- Blanco, M.B.; Godfrey, L.R.; Rakotondratsima, M.; Rahalinarivo, V.; Samonds, K.E.; Raharison, J.L.; Irwin, M.T. 2009. Discovery of sympatric dwarf lemur species in the high-altitude rain forest of Tsingyjoarivo, Eastern Madagascar: implications for biogeography and conservation. *Folia Primatologica* 80: 1–17.
- Bradley, B.; Stumpf, R.M.; Wright, P.C. 1997. Morphometrics of *Eulemur fulvus albocollaris* in Vevebe Forest, Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 24(Suppl): 79–80.
- Catlett, K.K.; Schwartz, G.T.; Godfrey, L.R.; Jungers, W.L. 2010. "Life history space": a multivariate analysis of life history variation in extant and extinct Malagasy lemurs. *American Journal of Physical Anthropology* 142: 391–404.
- Charles-Dominique, P.; Hladik, C.M. 1971. Le lepilemur du sud de Madagascar: ecologie, alimentation et vie sociale. *La Terre et la Vie* 25: 3–66.
- Craul, M.; Zimmermann, E.; Rasoloharijaona, S.; Randriambiniaina, B.; Radespiel, U. 2007. Unexpected species diversity of Malagasy primates (*Lepilemur* spp.) in the same biogeographical zone: a morphological and molecular approach with the description of two new species. *BMC Evolutionary Biology* 7: 83.
- Curtis, D.J. 2004. Diet and nutrition in wild mongoose lemurs (*Eulemur mongoz*) and their implications for the evolution of female dominance and small group size in lemurs. *American Journal of Physical Anthropology* 124: 234–247.
- Dammhahn, M.; Kappeler, P.M. 2005. Social system of *Microcebus berthae*, the world's smallest primate. *International Journal of Primatology* 26: 407–435.
- Delmore, K.E.; Louis, E.E. Jr.; Johnson, S.E. 2011. Morphological characterization of a brown lemur hybrid zone (*Eulemur rufifrons* × *E. cinereiceps*). *American Journal of Physical Anthropology* 145: 55–66.
- Dolch, R.; Fiely, J.L.; Ndriamiary, J.-N.; Rafalimandimby, J.; Randriamampionona, R.; Engberg, S.E.; Louis, E.E. 2008. Confirmation of the greater bamboo lemur, *Prolemur simus*, north of the Torotorofotsy wetlands, eastern Madagascar. *Lemur News* 13: 14–17.
- Donati, G.; Ramanamanjato, J.B.; Ravoahangy, A.M.; Vincelette, M. 2007. Translocation as a conservation measure for a threatened species: the cause of *Eulemur collaris* in the Mandena littoral forest, south eastern Madagascar. Pp. 237–243. In: J.U. Ganzhorn; S.M. Goodman; M. Vincelette (eds.). *Biodiversity, ecology and conservation of the littoral ecosystems of south-eastern Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.
- Drack, S.; Örtmann, S.; Bührmann, N.; Schmid, J.; Warren, R.D.; Heldmaier, G.; Ganzhorn, J.U. 1999. Field metabolic rate and the cost of ranging of the red-tailed sportive lemur (*Lepilemur ruficaudatus*). Pp. 83–92. In: B. Rakotosamimanana; H. Rasamimanana; J.U. Ganzhorn; S.M. Goodman (eds.). *New directions in lemur studies*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA.
- Drea, C.M.; Weil, A. 2008. External genital morphology of the ring-tailed lemur (*Lemur catta*): females are naturally "masculinized". *Journal of Morphology* 269: 451–463.
- Durrell, L. 1991. Notes on the Durrell expedition to Madagascar September–December 1990. *Dodo, Journal of the Wildlife Preservation Trusts* 27: 9–18.
- Dutton, C.J.; Junge, R.E.; Louis, E.E. 2003. Biomedical evaluation of free-ranging ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) in Tsimanampetsotsa strict nature reserve, Madagascar. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 34: 16–24.
- Dutton, C.J.; Junge, R.E.; Louis, E.E. 2008. Biomedical Evaluation of Free-Ranging Red Ruffed Lemurs (*Varecia rubra*) Within the Masoala National Park, Madagascar. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 39: 76–85.
- Feistner, A.T.C.; Sterling, E.J. 1995. Body mass and sexual dimorphism in the aye-aye. *Dodo, Journal of the Wildlife Preservation Trusts* 31: 73–76.
- Fietz, J. 1999. Monogamy as a rule rather than exception in nocturnal lemurs: the case of the fat-tailed dwarf lemur, *Cheirogaleus medius*. *Ethology* 105: 259–272.
- Foltz, J.; Roeder, J.J. 2008. Group size and group composition in Milne-Edwards' sifakas (*Propithecus edwardsi*) at Ialatsara Forest Station. *Lemur News* 13: 24–28.
- Garell, D.M.; Meyers, D.M. 1995. Hematology and serum chemistry values for free-ranging golden crowned sifaka (*Propithecus*

- cus tattersalli). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 26: 382–386.
- Génin F. 2008. Life in unpredictable environments: first investigation of the natural history of *Microcebus griseorufus*. *International Journal of Primatology* 29: 303–321.
- Gerson, J.S. 1999. Size in *Eulemur fulvus rufus* from western Madagascar: sexual dimorphism and ecogeographical variation. *American Journal of Physical Anthropology* 28(Suppl.): 134.
- Glander, K.E. 1994. Aye-aye weight and gestation. *American Journal of Physical Anthropology* 18(Suppl.): 94.
- Glander, K.E.; Powzyk, J.A. 1998. Morphometrics of wild *Indri indri* and *Propithecus diadema diadema*. *Folia Primatologica* 69(Suppl 1): 394–404.
- Glander, K.E.; Wright, P.C.; Daniels, P.S.; Merenlender, A.M. 1992. Morphometrics and testicle size of rain forest lemur species in southeastern Madagascar. *Journal of Human Evolution* 22: 1–17.
- Glander, K.E.; Wright, P.C.; Seigler, D.S.; Randrianasola, V.; Randrianasolo, B. 1989. Consumption of cyanogenic bamboo by a newly discovered species of bamboo lemur. *American Journal of Primatology* 19: 119–124.
- Goodman, S.M.; Raselimanana, A.P. 2002. The occurrence of *Allocebus trichotis* in the Parc National de Marojejy. *Lemur News* 7: 21–22.
- Groeneveld, L.F.; Rasoloarison, R.M.; Kappeler, P.M. 2011. Morphometrics confirm taxonomic deflation in dwarf lemurs (Primates: Cheirogaleidae), as suggested by genetics. *Zoological Journal of the Linnean Society* 161: 229–244.
- Hobinjatova, T.; Zaonarivelo, J.R.; Ralainasolo, F.B.; Raminbitsoa, A.; Randriamanana, J.C.; Brennenman, R.A.; Louis, E.E. Jr. 2007. Rapid survey of white-collared brown lemurs (*Eulemur albocollaris*) in three forest fragments in southeastern Madagascar. *Lemur News* 12: 24–25.
- Irwin, M.T.; Junge, R.E.; Raharison, J.L.; Samonds, K.E. 2010. Variation in physiological health of diademmed sifakas across intact and fragmented forest at Tsingy, Eastern Madagascar. *American Journal of Primatology* 72: 1013–1025.
- Johnson, S.E.; Gordon, A.D.; Stumpf, R.M.; Overdorff, D.J.; Wright, P.C. 2005. Morphological variation in populations of *Eulemur albocollaris* and *E. fulvus rufus*. *International Journal of Primatology* 26: 1399–1416.
- Junge, R.E.; Barrett, M.A.; Yoder, A.D. 2011. Effects of anthropogenic disturbance on indri (*Indri indri*) health in Madagascar. *American Journal of Primatology* 73: 632–642.
- Junge, R.E.; Dutton, C.J.; Knightly, F.; Williams, C.V.; Rasambainarivo, F.T.; Louis, E.E. 2008. Comparison of biomedical evaluation for white-fronted brown lemurs (*Eulemur fulvus albifrons*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 39: 567–575.
- Junge, R.E.; Louis, E.E. Jr. 2005. Biomedical evaluation of two sympatric lemur species (*Propithecus verreauxi deckeni* and *Eulemur fulvus rufus*) in Tsiombokibo Classified Forest, Madagascar. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 36: 581–589.
- Junge, R.E.; Louis, E.E. Jr. 2007. Biomedical evaluation of black lemurs (*Eulemur macaco macaco*) in Lokobe Reserve, Madagascar. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 38: 67–76.
- Kamilar, J.M.; Muldoon, K.M.; Lehman, S.M.; Herrera, J.P. 2012. Testing Bergmann's rule and the resource seasonality hypothesis in Malagasy primates using GIS-based climate data. *American Journal of Physical Anthropology* 147: 401–408.
- Kappeler, P.M.; Rasoloarison, R.M.; Razafimanatsoa, L.; Walter, L.; Roos, C. 2005. Morphology, behaviour and molecular evolution of giant mouse lemurs (*Mirza* spp.) Gray, 1870, with description of a new species. *Primate Report* 71: 3–26.
- King, S.J.; Morelli, T.L.; Arrigo-Nelson, S.; Ratelolahy, F.J.; Godfrey, L.R.; Wyatt, J.; Tecot, S.; Jernvall, J.; Wright, P.C. 2011. Morphometrics and pattern of growth in wild sifakas (*Propithecus edwardsi*) at Ranomafana National Park, Madagascar. *American Journal of Primatology* 73: 155–172.
- Kobbe, S.; Ganzhorn, J.U.; Dausmann, K.H. 2011. Extreme individual flexibility of heterothermy in free-ranging Malagasy mouse lemurs (*Microcebus griseorufus*). *Journal of comparative physiology B, Biochemical, systemic, and environmental physiology* 181: 165–173.
- Koyama, N.; Aimi, M.; Kawamoto, Y.; Hirai, H.; Go, Y.; Ichino, S.; Takahata, Y. 2008. Body mass of wild ring-tailed lemurs in Berenty Reserve, Madagascar, with reference to tick infestation: a preliminary analysis. *Primates* 49: 9–15.
- Lahann, P. 2007. Feeding ecology and seed dispersal of sympatric cheirogaleid lemurs (*Microcebus murinus*, *Cheirogaleus medius*, *Cheirogaleus major*) in the littoral rainforest of south-east Madagascar. *Journal of Zoology* 271: 88–98.
- Lahann, P.; Dausmann, K.H. 2011. Live fast, die young: flexibility of life history traits in the fat-tailed dwarf lemur (*Cheirogaleus medius*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65: 381–390.
- Lehman, S.M.; Mayor, M.; Wright, P.C. 2005. Ecogeographic size variations in sifakas: a test of the resource seasonality and resource quality hypotheses. *American Journal of Physical Anthropology* 126: 318–328.
- Lei, R.; Engberg, S.E.; Andriantompohavana, R.; McGuire, S.M.; Mittermeier, R.A.; Zaonarivelo, J.R.; Brennenman, R.A.; Louis, E.E. 2008. Nocturnal lemur diversity at Masoala National park. Texas Tech University Museum Special Publications SP53: 1–41.
- Lewis, R.J.; Kappeler, P.M. 2005. Seasonality, body condition, and timing of reproduction in *Propithecus verreauxi verreauxi* in the Kirindy Forest. *American Journal of Primatology* 67: 347–364.
- Lewis, R.J.; Rakotonirainy, F. 2011. The impact of Cyclone Fanele on sifaka body condition and reproduction in the tropical dry forest of western Madagascar. *Journal of Tropical Ecology* 27: 429–432.
- Louis, E.E.; Engberg, S.E.; McGuire, S.M.; McCormick, M.J.; Lei, R. 2008. Revision of the Mouse Lemurs, *Microcebus* (Primates, Lemuriformes), of northern and northwestern Madagascar with descriptions of two new species at Montagne d'Ambre National Park and Antafandro Classified Forest. *Primate Conservation* 23: 19–38.
- Matthews, L.J.; Arnold, C.; Machanda, Z.; Nunn, C.L. 2011. Primate extinction risk and historical patterns of speciation and extinction in relation to body mass. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278: 1256–1263.
- McGuire, S.M.; Bailey, C.A.; Rakotonirainy, J.N.; Razanajatova, L.G.; Ranaivoarisoa, J.F.; Kimmel, L.M.; Louis, E.E. Jr. 2009. Population survey of the greater bamboo lemur (*Prolemur simus*) at Kianjavato Classified Forest. *Lemur News* 14: 41–43.
- Meier, B.; Albignac, R.; Peyrieras, A.; Rimpler, Y.; Wright, P.C. 1987. A new species of *Hapalemur* (primates) from South East Madagascar. *Folia Primatologica* 48: 211–215.
- Miller, D.S.; Sauter, M.L.; Hunter-Ishikawa, M.; Fish, K.; Culbertson, H.; Cuozzo, F.P.; Campbell, T.W.; Andrews, G.A.; Chavey, P.C.; Nachreiner, R.; Rumbelha, W.; Stacewicz-sapuntzakis, M.; Lappin, M.R. 2007. Biomedical evaluation of free-ranging ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) in three habitats at Beza Mahafaly Special Reserve, Madagascar. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 38: 201–216.
- Mittermeier, R.A.; Ganzhorn, J.U.; Konstant, W.R.; Glander, K.; Tattersall, I.; Groves, C.P.; Rylands, A.B.; Hapke, A.; Ratsimbazafy, J.; Mayor, M.I.; Louis, E.E.; Rimpler, Y.; Schwitzer, C.; Rasoloarison, R.M. 2008. Lemur diversity in Madagascar. *International Journal of Primatology* 29: 1607–1656.
- Mittermeier, R.A.; Louis, E.E. Jr.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; Hawkins, F.; Rajaobelina, S.; Ratsimbazafy, J.; Rasoloarison, R.; Roos, C.; Kappeler, P.M.; Mackinnon, J. 2010. Lemurs of Madagascar. Third edition. Conservation International, Arlington, VA, USA.
- Mittermeier, R.A.; Tattersall, I.; Konstant, W.R.; Meyers, D.M.; Mast, R.B. 1994. Lemurs of Madagascar. First edition. Washington, DC: Conservation International, Washington, DC, USA.
- Müller, A.E. 1999. Aspects of social life in the fat-tailed dwarf lemur (*Cheirogaleus medius*): inferences from body weights and trapping data. *American Journal of Primatology* 49: 265–280.
- Mutschler, T.; Nievergelt, C.M.; Feistner, A.T.C. 2000. Social organization of the Alaotran Gentle Lemur (*Hapalemur griseus alaotrensis*). *American Journal of Primatology* 50: 9–24.
- Norscia, I.; Ramanamanjato, J.B.; Ganzhorn, J.U. 2012. Feeding patterns and dietary profile of nocturnal southern woolly lemurs (*Avahi meridionalis*) in southeast Madagascar. *International Journal of Primatology* 33: 150–167.
- Olivieri, G.; Zimmermann, E.; Randrianambinina, B.; Rasoloharijaona, S.; Rakotonirainy, D.; Guschanski, K.; Radespiel, U. 2007. The ever-increasing diversity in mouse lemurs: three new species in north and northwestern Madagascar. *Molecular phylogenetics and evolution* 43: 309–327.
- Petter, J.-J.; Albignac, R.; Rimpler, Y. 1977. Faune de Madagascar 44: mammifères lémurien (Primates: Prosimiens). Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORS-TOM)/Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris, France.
- Rabarivola, C.; Prosper, P.; Zaramody, A.; Andriaholinirina, N.; Hauwy, M. 2007. Cytogenetics and taxonomy of the genus *Hapalemur*. *Lemur News* 12: 46–49.
- Radespiel, U.; Olivieri, G.; Rasolofoson, D.W.; Rakotonratsimba, G.; Rakotonirainy, O.; Rasoloharijaona, S.; Ratsimbazafy, J.H.; Ratelolahy, F.; Randriamboavonjy, T.; Rasoloharivelo, T.; Craul, M.; Rakotozafy, L.; Randrianarison, R.M. 2008. Exceptional diversity of mouse lemurs (*Microcebus* spp.) in the Makira

- region with the description of one new species. *American Journal of Primatology* 70: 1033–1046.
- Radespiel, U.; Ratsimbazafy, J.H.; Rasoloharijaona, S.; Raveloson, H.; Andriaholinirina, N.; Rakotondravony, R.; Randrianarison, R.M.; Randrianambinina, B. In press. First indications of a high-land specialist among mouse lemurs (*Microcebus* spp.) and evidence for a new mouse lemur species from eastern Madagascar. *Primates*.
- Rainwater, T.R.; Sauther, M.L.; Rainwater, K.A.; Mills, R.E.; Cuozzo, F.P.; Zhang, B. McDaniel, L.N.; Abel, M.T.; Marsland, E.J.; Weber, M.A.; Youssouf Jacky, I.A.; Platt, S.G.; Cobb, G.P.; Anderson, T.A. 2009. Assessment of organochlorine pesticides and metals in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) at Beza Mahafaly Special Reserve, Madagascar. *American Journal of Primatology* 71: 998–1010.
- Rakotoarison, N.; Zimmermann, H.; Zimmermann, E. 1997. First discovery of the hairy-eared dwarf lemur (*Allocebus trichotis*) in a highland rain forest of eastern Madagascar. *Folia Primatologica* 68: 86–94.
- Ramanamahefa, R.; McGuire, S.M.; Louis, E.E. Jr.; Brenneman, R.A. 2009a. Population genetic parameter estimates for five populations of Sandord's lemur, *Eulemur sanfordi* (Archbold, 1932), from northern Madagascar. *Lemur News* 14: 26–31.
- Ramanamahefa, R.; McGuire, S.M.; Louis, E.E. Jr.; Brenneman, R.A. 2009b. Population genetic parameter estimates for six populations of crowned lemurs, *Eulemur coronatus* (Gray, 1842), from northern Madagascar. *Lemur News* 14: 21–26.
- Ramanankirahina, R.; Jolly, M.; Zimmermann, E. 2011. Peaceful primates: affiliation, aggression, and the question of female dominance in a nocturnal pair-living lemur (*Avahi occidentalis*). *American Journal of Primatology* 73: 1261–1268.
- Ramaromilanto, B.; Lei, R.; Engberg, S.E.; Johnson, S.E.; Sitzmann, B.D.; Louis, E.E. Jr. 2009. Sportive lemur diversity at Mananara-Nord Biosphere Reserve, Madagascar. Texas Tech University Museum Special Publications OP286: 1–22.
- Ranaivoarisoa, J.F.; Ramanamahefa, R.; Louis, E.E. Jr.; Brenneman, R.A. 2006. Range extension of Perrier's Sifaka, *Propithecus perrieri*, in Andrafiomena Classified Forest. *Lemur News* 11: 17–21.
- Rasmussen, M.A. 2005. Seasonality in predation risk: varying activity periods in lemurs and other primates. Pp. 105–127. In: D.K. Brockman; P. van Schaik Carel (eds.). *Seasonality in primates: studies of living and extinct human and non-human primates*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Rasoazanabary, E. 2004. A preliminary study of mouse lemurs in the Beza Mahafaly Special Reserve southwest Madagascar. *Lemur News* 9: 4–7.
- Rasoloarison, R.M.; Goodman, S.M.; Ganzhorn, J.U. 2000. Taxonomic revision of mouse lemurs (*Microcebus*) in the western portions of Madagascar. *International Journal of Primatology* 21: 963–1019.
- Rasoloharijaona, S.; Rakotosamimanana, B.; Randrianambinina, B.; Zimmermann, E. 2003. Pair-specific usage of sleeping sites and their implications for social organization in a nocturnal Malagasy primate, the Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*). *American Journal of Physical Anthropology* 122: 251–258.
- Rasoloharijaona, S.; Randrianambinina, B.; Zimmermann, E. 2008. Sleeping site ecology in a rain-forest dwelling nocturnal lemur (*Lepilemur mustelinus*): implications for sociality and conservation. *American Journal of Primatology* 70: 247–253.
- Razafindrakoto, A.; Andriantompohavana, R.; Wohlhauser, S.; Rajabolina, S.; Louis, E.E. Jr.; Brenneman, R.A. 2007. Forest fragment and range survey of Ambararata-Maromokotra Madagascar for golden-crowned sifaka (*Propithecus tattersalli*). *Lemur News* 12: 29–31.
- Richard, A.F.; Dewar, R.E.; Schwartz, M.; Ratsirarison, J. 2000. Mass change, environmental variability and female fertility in wild *Propithecus verreauxi*. *Journal of Human Evolution* 39: 381–391.
- Schmid, J. 1999. Sex-specific differences in activity patterns and fattening in the gray mouse lemur (*Microcebus murinus*) in Madagascar. *Journal of Mammalogy* 80: 749–757.
- Schmid, J.; Ganzhorn, J. 1996. Resting metabolic rates of *Lepilemur ruficaudatus*. *American Journal of Primatology* 38: 169–174.
- Schmid, J.; Kappeler, P.M. 1994. Sympatric mouse lemurs (*Microcebus* spp.) in western Madagascar. *Folia Primatologica* 63: 162–170.
- Schülke, O. 2003. *Phaner furcifer*. Pp. 1318–1320. In: S.M. Goodman; J.P. Benstead (eds.). *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.
- Schwab, D. 2000. A preliminary study of spatial distribution and mating system pygmy mouse lemurs (*Microcebus cf myoxinus*). *American Journal of Primatology* 51: 41–60.
- Schwab, D.; Ganzhorn, J.U. 2004. Distribution, population structure and habitat use of *Microcebus berthae* compared to those of other sympatric Cheriogalids. *International Journal of Primatology* 25: 307–330.
- Schwitzer, C.; Kaumanns, W. 2001. Body weights of ruffed lemurs (*Varecia variegata*) in European zoos with reference to the problem of obesity. *Zoo Biology* 20: 261–269.
- Schwitzer, C.; Kaumanns, W. 2009. Litter size, infant mortality and female body weight in captive black-and-white ruffed lemurs *Varecia variegata*. *Endangered Species Research* 8: 201–209.
- Simmen, B.; Bayart, F.; Rasamimanana, H.; Zahariev, A.; Blanc, S.; Pasquet, P. 2010. Total energy expenditure and body composition in two free-living sympatric lemurs. *PLoS one* 5: e9860.
- Smith, R.J.; Jungers, W.L. 1997. Body mass in comparative primatology. *Journal of Human Evolution* 32: 523–559.
- Sussman, R.W. 1991. Demography and social organization of free-ranging *Lemur catta* in the Baza Mahafaly Reserve, Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 84: 43–58.
- Tan, C.L. 1999. Group composition, home range size, and diet of three sympatric Bamboo lemur species (Genus *Haplorhina*) in Ranomafana National Park, Madagascar. *International Journal of Primatology* 20: 547–566.
- Tattersall, I. 1982. *The primates of Madagascar*. Columbia University Press, New York, USA.
- Terranova, C.J.; Coffman, B.S. 1997. Body weights of wild and captive lemurs. *Zoo Biology* 16: 17–30.
- Thalmann, U. 2001. Food resource characteristics in two nocturnal lemurs with different social behavior: *Avahi occidentalis* and *Lepilemur edwardsi*. *International Journal of Primatology* 22: 287–324.
- Thalmann, U.; Geissmann, T. 2000. Distribution and geographic variation in the western woolly lemur (*Avahi occidentalis*) with description of a new species (*A. unicolor*). *International Journal of Primatology* 21: 915–941.
- Thalmann, U.; Geissmann, T. 2005. New species of woolly lemur *Avahi* (Primates: Lemuriformes) in Bemaraha (central western Madagascar). *American Journal of Primatology* 67: 371–376.
- Thorén, S.; Linnenbrink, M.; Radespiel, U. 2011. Different competitive potential in two coexisting mouse lemur species in northwestern Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 145: 156–162.
- Vasey, N. 2003. *Varecia*. Pp. 1332–1336. In: S.M. Goodman; J.P. Benstead (eds.). *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.
- Vasey, N. 2007. The breeding system of wild red ruffed lemurs (*Varecia rubra*): a preliminary report. *Primates* 48: 41–54.
- Winn, R.M. 1989. The aye-ayes, *Daubentonia madagascariensis*, at the Paris Zoological Garden: maintenance and preliminary behavioural observations. *Folia Primatologica* 52: 109–123.
- Zaramody, A.; Fausser, J.L.; Roos, C.; Zinner, D.; Andriaholinirina, N.; Rabarivola, C.; Norscia, I.; Tattersall, I.; Rumpfer, Y. 2006. Molecular phylogeny and taxonomic revision of the eastern woolly lemurs (*Avahi laniger*). *Primate Report* 74: 9–24.
- Zimmermann, E.; Cepok, S.; Rakotoarison, N.; Zietemann, V.; Radespiel, U. 1998. Sympatric mouse lemurs in north-west Madagascar: a new rufous mouse lemur species (*Microcebus ravelobensis*). *Folia Primatologica* 69: 106–114.
- Zinner, D.; Hilgartner, R.; Kappeler, P.M.; Pietsch, T.; Ganzhorn, J.U. 2003. Social organization of *Lepilemur ruficaudatus*. *International Journal of Primatology* 24: 869–888.
- Zoanarivelo, J.R.; Andriantompohavana, R.; Engberg, S.E.; Kelley, S.G.; Randriamanana, J.C.; Louis, E.E. Jr.; Brenneman, R.A. 2007. Morphometric data for Indri (*Indri indri*) collected from ten forest fragments in eastern Madagascar. *Lemur News* 12: 17–21.

Articles

Quelques éclaircissements sur le poids et la répartition géographique des Lémuriformes subfossiles de Madagascar

Germain Jules Spiral*, Soanorolalao Ravelonjanahary

Département de Paléontologie et d'Anthropologie biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding author: spiral@moov.mg

Mots-clés: Lémuriformes subfossiles, poids, âges, répartition géographique

Résumé

Les lémuriens subfossiles de Madagascar ont fait, depuis longtemps, l'objet de très nombreuses recherches. Aussi évidentes que soient les données disponibles en matière d'anatomie, de morphologie et d'écologie, les données obtenues jusqu'à présent mettent en exergue l'existence de deux points particuliers qui exigent quelques éclaircissements de notre part: la taille nettement plus grande de ces animaux par rapport à celle des formes actuelles témoignent une écologie et une éthologie bien différentes et, l'inexistence de subfossiles dans la région orientale de la grande île qui serait due soit à la forte humidité, condition défavorable pour la fossilisation, soit à la colonisation tardive de cette partie du pays qui laisse supposer l'origine africaine des lémuriens.

Introduction

Les Lémuriformes sont les plus anciens des Prosimiens connus sur notre planète. Leurs restes fossiles remontent au début du tertiaire, soit à quelques 70 millions d'années (Genet-Varcin, 1963). Ils ont vécu en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Europe et en Asie; puis ils s'éteignent au début de l'oligocène. Depuis cette extinction, les seuls représentants connus par la suite sont les lémuriens de Madagascar qui comprennent neuf genres subfossiles et quinze genres actuels, regroupés dans cinq familles. Malgré la quantité importante de documents de recherches déjà parus sur de tels primates, deux points particuliers vont faire l'objet d'interprétations et de discussions dans la présente publication: Quelle particularité morphologique peut-on remarquer chez les lémuriformes subfossiles, et que dire de la distribution des lémuriformes subfossiles?

Méthodologie

Depuis les années 1750 jusqu'à nos jours, de nombreuses expéditions et recherches menées par des scientifiques étrangers et ou nationaux dont nous faisons souvent partie depuis 1983 ont déjà été effectuées dans plusieurs endroits de la grande île. La compilation non seulement des études morpho-anatomiques des ossements de Lémuriformes mais aussi des études taphonomiques des différents sites subfossilifères a fourni tout un éventail de résultats qui permettent d'apporter des informations intéressantes voire des éclaircissements sur les questions sus-mentionnées.

Résultats, interprétations et discussion

Comparés aux lémuriens actuels dont le poids varie de 30 g chez le *Microcebus berthae* à moins de 10 kg chez l'*Indri indri* (Tab. 1), les lémuriens subfossiles sont nettement plus grands car leurs poids sont généralement supérieurs à 10 kg (Tab. 2); il existait même des formes géantes pouvant peser jusqu'à 200 kg soit à peu près la taille d'un gorille mâle: c'est le cas de l'espèce *Archaeoindris fontoynontii*. Cette étude comparative globale semble évoquer une évolution régressive du poids. Cette tendance actuelle à la miniaturisation des formes serait en relation avec une meilleure adaptation aux changements du milieu. Ce phénomène est constaté au niveau d'un même taxon: en effet, l'exemple concret du genre *Daubentonia* en est une preuve indéniable car l'espèce éteinte *Daubentonia robusta*, comme son nom l'indique, ne se distingue guère de l'espèce actuelle *Daubentonia madagascariensis* que par son squelette plus robuste donc un corps plus massif. Il en résulte nécessairement que par rapport aux lémuriens actuels, ces formes géantes d'autrefois avaient des adaptations particulières tant pour leur locomotion que pour leur alimentation et par conséquent, ils jouissaient d'écologie et d'éthologie logiquement différentes.

Tab. 1: Poids moyens des lémuriformes actuels.

Familles	Poids moyens
Cheirogaleidae	30 g à 500 g
Daubentoniidae	2 kg à 3 kg
Indriidae	800 g à 7 kg
Lemuridae	700 g à 4,5 kg
Lepilemuridae	600 g à 1,5 kg

Tab. 2: Les espèces de Lémuriformes subfossiles connues, leurs âges et leurs poids (D.D : données non disponibles).

Espèces	Datations des ossements au radiocarbone en année B.P (Burney et al., 2004)	Poids estimés (auteurs variés)
1- <i>Archaeoindris fontoynontii</i>	2 402 ± 45 ans (fémur)	160 à 200 kg
2- <i>Archaeolemur edwardsi</i>	2 060 ± 70; 7 790 ± 70 (bassin)	15 à 26 kg
3- <i>Archaeolemur majori</i>	1 370 ± 40 ans (mâchoire); 2 050 ± 60 (mandibule)	
4- <i>Babakotia radofilai</i>	4 400 ± 60	15 à 20 kg
5- <i>Daubentonia robusta</i>	1 065 ± 40 ans (humérus)	10 à 15 kg
6- <i>Hadropithecus stenognathus</i>	1 413 ± 80; 6 724 ± 54 (humérus)	Environ 50 kg
7- <i>Megaladapis edwardsi</i>	630 ± 50; 1 277 ± 35 (dent)	45 à 150 kg
8- <i>Megaladapis grandidieri</i>	1 035 ± 50; 26 150 ± 400 (tibia)	
9- <i>Megaladapis madagascariensis</i>	2 140 ± 50 (talus); 12 760 ± 70; 26 150 ± 400	
10- <i>Mesopropithecus dolichobrachion</i>	D.D	10 à 14 kg
11- <i>Mesopropithecus globiceps</i>	2 148 ± 35 (dent); 1 866 ± 45; 1 694 ± 40	
12- <i>Mesopropithecus pithecodes</i>	1 410 ± 40 (fémur)	
13- <i>Pachylemur insignis</i>	1 220 ± 50 (cubitus); 2 000 ± 50 (cubitus)	10 à 14 kg
14- <i>Pachylemur julyi</i>	D.D	
15- <i>Palaeopropithecus ingens</i>	2 325 ± 43 à 510 ± 80	35 à 60 kg
16- <i>Palaeopropithecus maximus</i>	D.D (Crâne, mandibule, os longs)	
17- <i>Palaeopropithecus kelyus</i>	D.D (Mâchoire dentée)	Environ 35 kg

La plupart des datations au carbone 14 de quelques gisements (Mahé et Sourdat, 1972) et de nombreux ossements de lémuriens subfossiles qui ont été exhumés à travers la grande île fournissent es valeurs comprises généralement entre 600 et 3 000 ans B.P; et il n'y aurait que quelques spécimens pour lesquels les âges se situeraient en dehors de ces limites (Vuillaume-Randriamanantena, 1982; Burney *et al.*, 2004). De telles datations nous apprennent que les sites à subfossiles sont d'âge récent: Pléistocène supérieur et Holocène. Par ailleurs, sachant que les formations sédimentaires malgaches datant du tertiaire n'ont pas encore révélé l'existence d'aucun primate, il s'ensuit qu'un grand hiatus de l'ordre de 36 millions d'années existe alors entre l'extinction des derniers Lémuriformes fossiles d'Amérique - d'Europe - d'Asie et l'apparition des premiers Lémuriformes de Madagascar. L'inexistence de ces anciens lémuriens au cours de l'ère tertiaire dans la grande île ne nous semble guère étonnante dans la mesure où les premiers représentants de tels primates n'existaient que dans certaines parties du globe si bien que leur nombre, encore certainement faible à cette époque, ne leur a pas permis de coloniser une plus grande surface de la planète: y compris Madagascar. Dans le passé assez récent datant de 26 000 ans à 500 ans B.P (Tab. 2), les régions de l'île les plus occupées étaient le plateau central et le Sud-ouest abritant chacun 8 taxons sur 17 puis le Nord qui hébergeait 7 taxons sur 17 (Tab. 3). Il y a lieu de constater que les différents Lémuriformes ne sont pas également répartis à travers la grande île car si *Archaeolemur edwardsi* - *Archaeolemur majori* et *Hadropithecus stenognathus* semblent être les espèces les plus largement répandues, *Archaeoindris fontoyontii* par exemple est cantonnée dans les hautes terres. Jusqu'à l'état actuel de nos connaissances, la carte ici présentée (Fig. 1) indique que les sites connus renfermant des lémuriens subfossiles se trouvent dans le Nord, le Nord-Ouest, le Centre, le Sud-ouest, le Sud et l'extrême Sud-est de Madagascar.

Tab. 3: Répartition géographique des Lémuriformes subfossiles connus (+ : lieu de découverte).

Espèces	Régions					
	Nord	Nord-ouest	Centre	Sud-ouest	Sud	Sud-est
1-Archaeoindris fontoyontii			+			
2-Archaeolemur edwardsi	+	+	+	+		
3-Archaeolemur majori	+	+		+	+	+
4-Babakotia radofilai	+	+				
5-Daubentonia robusta	+			+	+	
6-Hadropithecus stenognathus			+	+	+	+
7-Megaladapis edwardsi				+	+	+
8-Megaladapis grandidieri	+		+			
9-Megaladapis madagascariensis	+			+		
10-Mesopropithecus dolichobrachion	+					
11-Mesopropithecus globiceps				+		
12-Mesopropithecus pithecoïdes			+			
13-Pachylemur insignis			+	+		+
14-Pachylemur jullyi			+			
15-Palaeopropithecus ingens	+			+	+	
16-Palaeopropithecus maximus		+	+			
17-Palaeopropithecus kelyus		+				

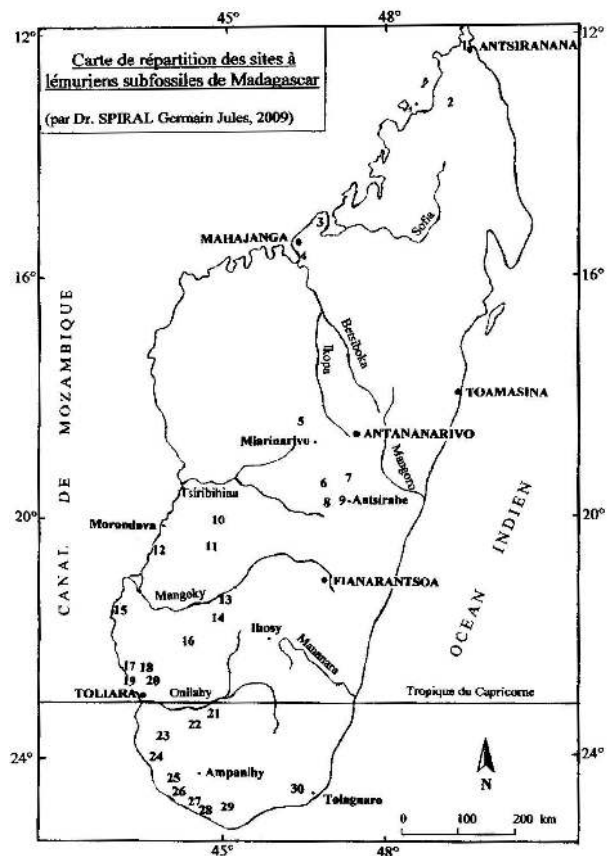


Fig. 1: Distribution des sites à subfossiles connus. 1: Montagne des Français; 2: Ankarana; 3: Anjohibe; 4: Amparihingidro; 5: Ampasambazimba; 6: Betafo; 7: Masinandriana; 8: Morarano; 9: Antsirabe; 10: Mahabo; 11: Ambararata; 12: Belo sur mer; 13: Beroroha; 14: Tsirave; 15: Lamboharana; 16: Ampoza; 17: Manombo; 18: Andranovato; 19: Ambolisatra; 20: Ankilitelo; 21: Taolambiby; 22: Betioky; 23: Ankaobo; 24: Itampolo; 25: Tsiandroina; 26: Bemafandry; 27: Beavoha; 28: Anavoha; 29: Beloha; 30: Andrahomana.

Devant cet état des lieux, il s'avère important de noter qu'aucun ossement de lémuriens subfossiles n'a encore été découvert le long de la région orientale de l'île entre Antsiranana et Tolagnaro.

A la lumière de ces données, une question majeure nous vient à l'esprit: s'agit-il d'un résultat de la distribution naturelle de ces animaux? Autrement dit, cette répartition géographique établie actuellement représente-t-elle la réalité de la biodiversité malgache dans le passé? S'il s'agit d'un résultat de la distribution naturelle de ces animaux dans le passé, l'histoire du peuplement des Lémuriformes est plus facile à retracer et deux hypothèses peuvent alors être avancées: (a) si des anciens Lémuriformes vivaient autrefois dans cette partie orientale de l'île, l'inexistence de restes fossilisés jusqu'à l'heure actuelle nous amène à supposer que la forte humidité qui régnait dans ce type de forêt constitue une des conditions défavorables pour la conservation des os. A cet égard, nous dirons volontiers que le milieu forestier est un mauvais fossilisateur; (b) si au contraire, les Lémuriformes subfossiles n'ont jamais existé dans cette région orientale de l'île, la conquête de ce milieu par les formes actuelles s'est effectuée tardivement et l'on peut ainsi penser à un flux migratoire suivant un sens défini allant de l'Ouest vers l'Est. Et cette hypothèse suppose que les premiers Lémuriformes sont venus d'Afrique orientale.

Cependant, il y a des situations qui nous indiquent qu'une telle affirmation paraît trop hâtive sinon douteuse. En effet, pourquoi a-t-on découvert des restes de lémuriformes subfossiles dans le Nord de l'île ? Pour ne citer qu'un exemple assez récent: l'équipe formée par le CNRS et l'Université de Majunga venait de découvrir dans cette région en 2004 une nouvelle espèce de lémuriformes subfossiles qu'elle a baptisée *Palaeopropithecus kelyus* (Gommery et al., 2004); or cette partie septentrionale de l'île était et est encore couverte de forêt dense sempervirente comparable à celle de la région orientale où les restes subfossiles demeurent encore inconnus. Le même cas ne peut pas être écarté pour le spécimen de *Hadropithecus stenognathus* qui a été découvert en 2006 dans l'extrême Sud-est de l'île (Godfrey et al., 2006).

Par ailleurs, il est bien connu que les formations sédimentaires de la côte orientale ne sont représentées que par deux bandes restreintes datant du Jurassique-Crétacé; cependant, dans des endroits situés plus à l'intérieur comme la région d'Alaotra-Mangoro, il y a des cuvettes ayant des formations sédimentaires continentales qui datent du Tertiaire-Quaternaire comme celles trouvées le long de la côte occidentale où il existe de nombreux sites à Lémuriformes subfossiles. Ces situations d'ordre climatique et géologique nous placent dans une position inconfortable du point de vue scientifique.

Conclusion

Mise à part la grande taille des Lémuriformes subfossiles recensés à Madagascar par rapport à celle des formes actuelles, leur particularité porte aussi d'une façon assez curieuse sur leurs répartitions géographique et temporelle.

Si la reconstitution des changements paléoenvironnementaux et écologiques repose sur la découverte de restes fossilisés de Lémuriformes, la lacune constatée dans les formations sédimentaires datant du tertiaire, notamment dans la région orientale, constitue un véritable obstacle à la compréhension des événements qui, par exemple, expliquent l'origine et l'histoire évolutive des Primates non humains en particulier. Par conséquent, les recherches sur la distribution des Lémuriformes subfossiles ne sont pas encore terminées; et désormais, nous pensons que les formations sédimentaires malgaches n'ont pas encore révélé tous leurs mystères.

Pour conclure, il convient de garder à l'esprit qu'il ne s'agit pas ici d'un résumé définitif mais bien davantage d'un essai pour préparer quelques hypothèses de travail raisonnables dans l'optique de nouvelles investigations. Et d'ajouter enfin que si de nouveaux lémuriformes subfossiles seront découverts dans la région orientale de l'île, nous nous en féliciterons car cette découverte fournira d'importantes perspectives pour comprendre les différents facteurs depuis la colonisation initiale des lémuriformes jusqu'à la crise biologique moderne et permet entre autres une mise à jour des actuelles actions de conservation de la faune lémurienne.

Références

- Burney, D.A.; Burney, L.P.; Godfrey, L.R.; Jungers, W.L.; Goodman, S.M.; Wright, H.T.; Jull, A.J.T. 2004. A chronology for late prehistoric Madagascar. *Journal of Human Evolution* 47: 25-63.
- Genet-Varcin, E. 1963. Les Singes Actuels et Fossiles. N. Boubée, Paris. 239 p.
- Godfrey, L.R.; Jungers, W.L.; Burney, D.A.; Vasey, N.; Ramiisonina; Wheeler, W.; Randria, G.F.N. 2006. New discoveries of skeletal elements of *Hadropithecus stenognathus* from Andrahomana Cave, southeastern Madagascar. *Journal of Human Evolution* 51: 395-410.
- Gommery, D.; Tombomadiana, S.; Frédérique-Valentin; Ramaniivosoa, B.; Bezoma, R. 2004. Nouvelle découverte dans le Nord-Ouest de Madagascar et répartition géographique des espèces du genre *Palaeopropithecus*. *Annales de Paléontologie* 90: 279-286.

Mahé, J.; Sourdat, M. 1972. Sur l'extinction des Vertébrés subfossiles et l'aridification du climat dans le Sud-Ouest de Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (7), XIV, pp 295-309.

Vuillaume-Randriamanantena, M. 1982. Contribution à l'étude des os longs des lémuriformes subfossiles malgaches. Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Université de Madagascar, T.I, 209 p.

Inventaire des lémuriformes dans la zone de Pointe à Larrée, Soanierana-Ivongo, Région Analanjirofo, Madagascar: implication pour la conservation

Romule Rakotondravony^{1*}, Marc Rabenandrasana²

¹Département de Biologie Animale et Ecologie, Faculté des Sciences, Université de Mahajanga, Mahajanga 401, Madagascar

²DBCAM (Development and Biodiversity Conservation Action for Madagascar), Lot II A 93L, Anjanahary, Antananarivo 101, Madagascar

*Corresponding author: rak_rom@yahoo.fr

Mots-clés: lémuriformes, richesse spécifique, abondance, conservation, Pointe à Larrée, pressions anthropiques

Introduction

La conservation de la biodiversité à Madagascar marquée par un haut niveau d'endémisme figure parmi la priorité de l'Etat Malgache à travers la déclaration officielle de l'ancien Président Marc Ravalomanana à Durban en 2003 dont un des buts est de tripler au moins la surface des aires protégées existant actuellement. La Politique Nationale (Madagascar Action plan, Engagement 7) favorise également le processus de la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité où les nouvelles aires protégées seront à créer. La connaissance de la biodiversité et la richesse spécifique du site constitue une étape clé permettant à sa désignation en aire protégée. Elle peut également contribuer significativement dans la stratégie nationale sur la gestion et la conservation de nos réserves (Tucker et al., 2005) ou désignation en zone d'importance pour la conservation des oiseaux (Projet ZICOMA, 1999) ou en zone clé pour la biodiversité (Mittermeier et al., 2010).

Dans la région d'Analanjirofo, la création d'une Aire Protégée est impérative pour protéger l'ensemble d'écosystème au sein et aux alentours de Pointe à Larrée représentant une partie des forêts littorales malgaches qui se trouve juste au nord de Soanierana-Ivongo, une zone où il y a beaucoup d'enjeu socio-économique – le long de la route nationale RN5 vers Mananara-Nord et à proximité de l'île Sainte Marie. Le complexe forestier aux alentours de Pointe à Larrée, composé par des forêts humides de basse altitude, forêts littorales sur système dunaire et forêts marécageuses et ses environs ont été identifiées de haute priorité pour la conservation de la biodiversité par le consortium MBG/Cantonement MEEFT Soanierana Ivongo. D'après des études antérieures, cette zone héberge une biodiversité riche et menacée. La faune est marquée par la présence de quelques espèces aviaires typiques de forêt de basse altitude. C'est dans cette zone qu'ont probablement vécu les dernières populations de Coua de Delalande (*Coua delalandei*) à présent disparu (Langrand, 1990). La présence des antennes régionales permanentes des organisations non gouvernementales (ONGs) de conservation, notamment le Missouri Botanical Garden (MBG) – Foulpointe, l'ADEFA

(Association pour la Défense d'Ambodiriana) et l'autorité du Cantonnement Environnement, Forêts et Tourisme à Soanierana Ivongo constitue déjà une synergie d'action pour la conservation dans cette zone. Toutefois, aucune information documentée sur les autres vertébrés n'est disponible, ou les informations existantes sont très générales pour la conservation effective de la biodiversité de cette zone. D'où, cette investigation sur les lémuriers, comme sur d'autres taxons de vertébrés, au sein de ce complexe forêt de basse altitude de Pointe à Larrée est primordiale pour la prise de décision sur la délimitation préliminaire des habitats qui pourraient être inclus dans la zone proposée en future Aire Protégée. Cette étude cherche à: (1) estimer la richesse spécifique et l'abondance de lémuriers dans les forêts de Pointe à Larrée; (2) identifier les formes de menaces sur les espèces et leurs habitats; et (3) proposer aux décideurs et opérateurs travaillant dans la zone évaluée, une délimitation provisoire de la future Aire Protégée en fonction de l'écologie de lémuriers pour assurer leur conservation.

Matériels et méthodes

Sites d'étude et description des habitats

Cette étude a été réalisée en septembre 2008 dans la zone de Pointe à Larrée (=Antsiraka) se trouvant sur la côte est de Madagascar, juste à l'ouest de l'île Sainte Marie (Fig. 1). Cette zone est comprise dans le District de Soanierana-Ivongo de la Région Analanjirofo. Elle est traversée par la Route Nationale RN5 reliant les villes de Toamasina (au sud) et Maroantsetra (au nord). Le complexe forestier visité se situe entre S 16°43–50'; E 49°38–48' et est constitué de trois types de forêts dont une forêt littorale sur sable blanc, une formation marécageuse mixte à *Typha* spp. et *Typhonodorum* spp. et une mosaïque de forêt humide de basse altitude.

Les forêts pour la mise en place des transects ont été choisies avec le représentant du MBG (Adolphe Lehavana) qui est familier avec la région. Trois transects ont été établis pour le recensement systématique de lémuriers de façons qu'ils traversent les différents types d'habitats existants:

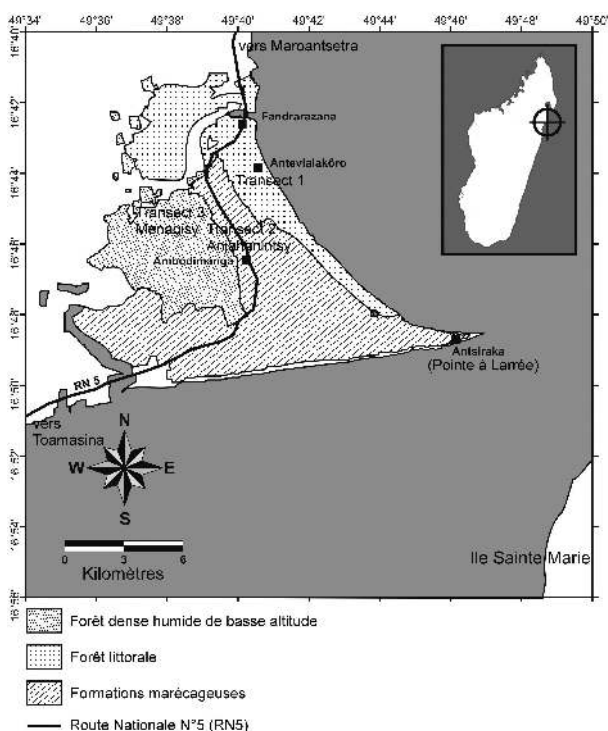


Fig. 1: Sites d'étude.

Transect 1, traversant la forêt littorale d'Antevialakôro; Transect 2, traversant la forêt marécageuse d'Anjanahintsy; Transect 3, traversant la forêt de basse altitude de Menagisy (Fig. 1).

La forêt littorale sur sable d'Antevialakôro: C'est une forêt humide littorale longeant le bord de la mer. Elle est une forêt primaire relativement en bon état malgré les traces d'exploitation d'arbres presque partout. La diversité floristique y semble relativement élevée. Dans la partie orientale de la forêt, des grands arbres comme *Canarium* spp. (Aramy ou Ramy), une espèce de bois précieux à savoir le bois de rose (*Andramena*) ainsi que différentes espèces de palmiers du genre *Dypsis* (*Sinkara*, *Volombodindrônga*, *Menavozona*) ont été présents. Les arbres peuvent atteindre jusqu'à plus d'une vingtaine de mètres de hauteur et jusqu'à environ 1,5 m de diamètre (DHP). Dans une certaine localité, beaucoup d'arbres sont abattus par les cyclones; ce qui rend la circulation dans la forêt difficile. La canopée y est discontinue. Dans d'autre localité (exemple: près du bord de la mer), la canopée est plus ou moins continue, ce qui fournit des ombrages pour les grands lémuriers pendant la journée. Cette forêt est en partie saisonnièrement sous l'eau.

La forêt marécageuse d'Anjanahintsy: Cette forêt marécageuse est principalement une forêt primaire. Elle est en partie gravement dévastée, brûlée et rasée jusqu'au sol pour l'agriculture. Cette forêt est en un seul coup d'œil dominée par quelques espèces d'arbres, entre autres *Andravókona*, *Symphonia* spp. (*Hazignina*), *Eugenia* spp. (*Hômpa*), *Diospyros* spp. (*Hazomaintigny*). Les arbres y sont généralement de taille moyenne (d'environ 20 cm de diamètre) et peuvent atteindre 20 m de hauteur. Des plantes herbacées typiques du milieu humide comme *Typhonodorum* spp. (*Via*) sont très communes dans les zones boisées et du marécage.

La forêt humide de basse altitude du site Menagisy: Juxtaposée au type précédent, la forêt de basse altitude est sise sur des collines entrecoupées de marécages herbeux ou arborées. La forêt restante sur les collines est principalement secondaire. Différents types de pressions ont affectées cette forêt: l'exploitation d'arbres, la transformation des versants et de bas fond en champ de culture ainsi que la destruction de la structure de la végétation par des cyclones. Cette transformation de l'écosystème explique la présence des strates inférieures de la végétation très denses et impénétrables, mais aussi dans certaines localités un sol très dégagé. Cette forêt est en grande partie marquée par une présence remarquable de *Ravenala madagascariensis*. Les arbres y sont généralement courts dépassant rarement une hauteur de 15 m.

Recensement systématique (nocturne/diurne) et observations générales

Dans le but d'estimer l'abondance relative des espèces de lémuriers existantes (nombre de rencontre par kilomètre de transect), un recensement systématique (Randrianambinina et al., 2010) a été entrepris dans chaque site de 08:30–10:30 et de 18:15–20:15 environ en suivant les trois transects dont la longueur est de 1 km de chaque. Généralement, trois visites nocturnes et trois visites diurnes ont été effectuées par deux à trois observateurs sur chaque transect. Seules deux visites systématiques nocturnes ont été effectuées sur le Transect 2 à cause de la difficulté d'accès (marcher sur des ponts en bois ronds en traversant une longue distance dans un marécage). Outre le recensement systématique, une exploration de la forêt par des observations générales a été effectuée en dehors des transects jusqu'à 22 h. Elle vise à trouver des lémuriers, des signes de

leur présence (féces ou traces d'alimentation, ou nid) en dehors des transects, à évaluer l'état des habitats et les pressions agissant sur l'ensemble de l'écosystème.

Enquêtes

Avant les observations sur les terrains, des informations sur la forêt et ses animaux ont été collectées de façon indirecte ou non auprès des informateurs-clés comme les autorités locales, les guides, les bûcherons, les chasseurs. Elles ont permis à l'équipe de connaître d'avance les espèces de lémuriens existantes ainsi que les pressions qui les menacent. En plus, elles nous ont guidés sur la recherche des espèces rares.

Résultats

Diversité spécifique, abondance, répartition et statuts de conservation

Au total, sept espèces de lémuriens ont été recensées dans les trois sites visités, dont quatre nocturnes (*Microcebus* cf. *simmonsi*, *Cheirogaleus major*, *Avahi laniger*, *Daubentonia madagascariensis*), un diurne (*Haplemur griseus*) et deux autres cathémérales, *Eulemur fulvus* et *Eulemur rubriventer* (Tab. 1). En parlant de la diversité spécifique de primates, la forêt littorale d'Antevialakôro est la plus riche, suivie de la forêt de basse altitude de Menagisy et puis la forêt marécageuse d'Anjahanintsy, avec respectivement cinq, trois et une espèce de lémuriens rencontrée.

Tab. 1: Espèces recensées et leurs statuts de conservation (+, présence confirmée par observation directe ; +**, présence marquée par des traces d'alimentation récentes et par des enquêtes; [+], présence d'après les enquêtes, non confirmée par observation directe; *le type de microcèbe de cette région, considéré auparavant comme *Microcebus rufus* devrait appartenir à une espèce nouvellement décrite *M. simmonsi* [Mittermeier et al., 2010]).

Espèce	Transect 1	Transect 2	Transect 3	Statut IUCN (2010)
<i>Microcebus</i> spp. cf. <i>simmonsi</i> *	+		+	Non estimé
<i>Cheirogaleus major</i>	+		[+]	A préoccupation mineure
<i>Haplemur griseus</i>	+	+	[+]	Vulnérable A2cd
<i>Eulemur fulvus</i>	+	[+]	[+]	Quasi-menacé
<i>Eulemur rubriventer</i>	+	[+]	[+]	Vulnérable A2cd
<i>Avahi laniger</i>		[+]	+	A préoccupation mineure
<i>Daubentonia madagascariensis</i>	[+]		+**	Quasi-menacé
Diversité spécifique relative	Elevée	Faible	Moyenne	

Dans l'ensemble, l'abondance de lémuriens dans la région est faible. Seules les fréquences de rencontres avec les petits lémuriens nocturnes (*M. simmonsi* et *C. major*) dans la forêt littorale et la forêt de basse altitude (correspondant aux Transects 1 et 3) pourraient être estimées à l'aide du recensement systématique (Tab. 2). En effet, la plupart des grands lémuriens ont été rencontrés en dehors des transects et sont généralement rares. De plus, aucune donnée quantitative fiable sur les observations systématiques nocturnes n'est obtenue sur le Transect 2 à cause de la difficulté d'accès. *Microcebus* cf. *simmonsi* (Tsidy) est le lémurien le plus petit dans les forêts visitées. Cette espèce est relativement abondante dans la forêt littorale d'Antevialakôro avec une fréquence de rencontre de 3 (min = 2, max = 4) individus km⁻¹

(Tab. 2). Par contre, elle est rare et très difficile à trouver (1 [min = 0, max = 1] individu km⁻¹) dans la forêt de basse altitude de Menagisy. Aucun individu de cette espèce n'est rencontré au cours des observations effectuées dans la forêt marécageuse d'Anjahanintsy. Ces deux derniers types de forêts sont contigus, ce qui permet de déduire que cette espèce de *Microcebus* pourrait se trouver dans la forêt marécageuse.

Tab. 2: Abondance des petits lémuriens nocturnes (n, nombre total d'animaux observés sur 3 km de transect [trois visites nocturnes]).

Espèces	Médiane (min, max) fréquence de rencontre (en individus km ⁻¹)	
	Forêt littorale d'Antevialakôro	Forêts de basse altitude de Menagisy
<i>Microcebus</i> spp. cf. <i>simmonsi</i>	3 (2,4) (n = 9)	1 (0,1) (n = 2)
<i>Cheirogaleus major</i>	3 (2,3) (n = 8)	0 (n = 0)

Cheirogaleus major (Tsitsiha ou Tsitsihy) est une espèce commune dans la forêt littorale d'Antevialakôro, avec fréquence de rencontre de 3 (min = 2, max = 3) individus km⁻¹ (Tab. 2). Aucun individu de cette espèce n'est trouvé dans les deux autres types de forêts.

Avahi laniger (Fotsiéfaka, Kotéha) est rare dans les sites d'étude. Avec des efforts de huit jours d'observations, seulement trois individus ont été rencontrés dans l'ensemble des trois forêts visitées. Tous les trois (un couple et un autre individu) ont été trouvés dans la forêt de basse altitude de Menagisy. Informés par les bûcherons, le couple a été rencontré au cours de la journée dans un îlot de forêt aquatique (S 16°47'39,3,,; E 49°40'16,4") jouxtant une forêt dégradée sur une colline. L'autre individu a été rencontré dans la même forêt (S 16°47'05,2,,; E 49°40'47,2").

Aucun *Daubentonia madagascariensis* (Aye-aye) n'est rencontré au cours de cet inventaire. Pourtant des traces d'alimentation récentes ont été trouvées sur un tronc d'arbre mort dans la forêt de basse altitude très dégradée de Menagisy (S 16°47'04,2,,; E 49°41'02,1"). De plus, les guides ont signalé la présence de cette espèce dans une culture de cocotiers près du village de Fandrarazana, au côté nord de la forêt littorale d'Antevialakôro. Il est probablement rare dans cette région.

Haplemur griseus (Bokombolo) est parmi les espèces de lémuriens rares ou au moins difficile à trouver dans la région. Cette espèce a été rencontrée deux fois dans la forêt littorale d'Antevialakôro. Pour la première rencontre, un groupe de trois individus perchés sur un arbre dortoir, a été observé la nuit sur le Transect 1. Pour la deuxième, un individu en fuite a été observé de loin du transect au cours de la journée. Des traces d'alimentation de cette espèce ont été trouvées par terre dans la même forêt: jeunes tiges de "Sinkara" (*Dyopsis hiarakae*) et jeunes pousses de *Dracaena reflexa* (Hasina) avec des traces de dents. Dans la forêt marécageuse d'Anjahanintsy, un groupe de deux individus a été rencontré au bord d'une rivière au cours d'un voyage en pirogue (S 16°48'30,6,,; E 49°42'06,3"). Aucun *Haplemur griseus* n'est rencontré dans la forêt de basse altitude de Menagisy même si certains gens locaux affirment sa présence.

Eulemur fulvus (Varikôsy) est le lémurien cathéméral le plus abondant et probablement le plus répandu dans la zone d'étude. Trois groupes de cette espèce ont été rencontrés dans la forêt littorale d'Antevialakôro. Chacun de ces groupes était composé d'au moins quatre individus. Comme tous

les lémuriens du jour et cathéméraux du site, *E. fulvus* est très méfiant de l'homme. Dès qu'il sent la présence étrange, il prend une fuite rapide. C'est pourquoi, la taille et la composition exactes des groupes sont mal connues.

Un seul groupe d'*E. rubriventer* (Halomena), composé d'un mâle et d'une femelle, a été rencontré dans l'ensemble des trois sites. Il a été répertorié deux fois (jour et nuit) autour du même point dans la partie et de la forêt littorale d'Antevialakôro, là où la forêt est plus dense (S 16°47'47,8"; E 49°44'46,9").

Aucun individu du genre *Eulemur* n'est rencontré dans les autres types de forêts (marécageuse et de basse altitude). Par contre, les habitants d'un hameau (S 16°47'12,9"; E 49°40'30,5") dans la forêt de basse altitude de Menagisy ont rapporté qu'ils ont quelques fois entendu des cris d'*Eulemur* spp. venant des forêts avoisinantes. En outre, certains gens des villages environnants ont informé qu'il y a eu d'*Eulemur* spp. dans la forêt marécageuse d'Anjahaninty. Il se peut que cette espèce soit toujours présente dans ces forêts mais avec une densité très faible.

Pressions anthropiques et menaces sur les habitats

Dans les sites visités, les lémuriens sont menacés par la chasse, la prédation par les grands carnivores, les rapaces et par les transformations anthropique et naturelle (par le biais des catastrophes naturelles) de leur habitat.

Le braconnage: D'après les interviews, les lémuriens de cette région est lourdement chassés par les populations locales et la plupart des gens locaux ignorent la loi en vigueur sur la préservation de lémuriens. Les braconniers les plus redoutables sont équipés de fusils et sont guidés par des chiens au cours de la chasse. Trois braconniers à fusils chassant régulièrement ont été identifiés dans les villages environnants. La capture à main ou avec des chiens dans les végétations plus basses ou au bord des lacs est aussi rapportée habituelle. Par exemple, en 2008, beaucoup des jeunes Hapalémurs ont été capturés par les gens du village de Tanambao, pour être apprivoisés ou consommés. En outre, au moment de la fructification des arbres comme *Eugenia* spp. (Rotra), les lémuriens du genre *Eulemur* fréquentent le bord des lacs pour manger les fruits; les visiteurs de la forêt en profitent pour les chasser.

Cette chasse intensive explique la rareté de lémuriens dans la zone recensée, leur comportement très sauvage et très méfiant de l'homme. Les guides ont constaté un changement de comportement de lémuriens dans la forêt d'Antevialakôro. Auparavant, contrairement au comportement au cours de la présente étude, les Hapalémurs n'étaient pas très farouches et ils ne craignaient pas la présence de l'homme et étaient ainsi faciles à capturer. Quant à l'abondance, la réduction en nombre de lémuriens dans la région est très marquée et incroyable d'après les guides. Ces derniers, comme la plupart des villageois, ont pensé que les grands lémuriens sont encore abondants et faciles à trouver dans la forêt, alors que ce n'était pas le cas au cours du présent inventaire.

La prédation: Des prédateurs éventuels de lémuriens comme les grands serpents (*Acrantophis madagascariensis*, *Sanzinia madagascariensis*), les Carnivores et les Rapaces sont présents dans les sites. Aucun cas de prédation n'est observé, mais plusieurs auteurs ont documenté des prédatons de lémuriens dans les forêts de l'Est de Madagascar: (1) prédation d'*Avahi laniger* par *Accipiter hensti* dans le Parc National de Masoala (Goodman et de Rolland, 1998); (2) prédation de *Hapalemur griseus* par *S. madagascariensis* dans la forêt littorale de Tampolo (Goodman, 2003). Comparée à la chasse intensive dans la zone d'étude, la prédation pourrait être

considérée minime. Toutefois, elle joue un rôle important sur l'évolution du comportement et de l'écologie des lémuriens (Goodman, 2003).

Les dépressions et cyclones tropicaux: Le passage fréquent de dépressions et de cyclones tropicaux dans la région détruit la forêt et change ainsi sa structure. Beaucoup d'arbres sont abattus et la canopée devient discontinue. Cette destruction fait réduire les niches exploitables pour les lémuriens. Par exemple, pendant la journée, les individus du genre *Eulemur* semblent confinés dans la haute forêt près de la mer, là où il y a des ombrages et dortoirs convenables pour eux. De plus, le résultat du passage de cyclones peut réduire la productivité de la population de lémuriens (Ratsimbazafy, 2002).

Exploitation sélective de bois: Outre les cyclones, l'exploitation sélective de bois, qu'elle soit illicite ou non, joue un rôle majeur sur la destruction de la forêt. Des traces d'exploitation ont été trouvées presque partout dans les trois types de forêts visités. Cette exploitation se présente sous différentes formes: (1) fabrication de pirogues dans la forêt littorale gérée par les habitants des villages environnants; (2) production des planches, traverses, longerons, des bois rond de grande dimension pour ravitailler la ville de Toamasina et autres bois de construction dans les trois types de forêts visitées. La forêt littorale d'Antevialakôro sert comme une réserve pour l'approvisionnement en bois pour l'île Sainte Marie, de Toamasina et d'autres agglomérations environnantes (Fig. 1). L'exploitation se fait même très loin au milieu de la forêt marécageuse d'Anjahaninty. D'après les enquêtes et les observations directes, l'exploitation forestière est la source principale de revenus pour la plupart de gens de certains villages de la zone d'étude.

Empiètement et production de charbon: Pour avoir un nouveau champ de culture, l'abattage d'une forêt est habituel dans les forêts marécageuses et de basse altitude. Cette activité entraîne la fragmentation des habitats et une réduction progressive de surface viable pour les lémuriens. Ainsi, la population de lémuriens qui restent pourrait être confinée dans des îlots de bonnes forêts comme dans le cas d'*Avahi laniger* du site. Les arbres ainsi abattus sont en partie utilisés pour la production de charbons de bois. Plusieurs foyers de charbons ont été découverts dans la zone marécageuse d'Andranomaintigny et dans la forêt de basse altitude de Menagisy.

Exploitation minière: Dans le désir de trouver d'autre source de revenus pour survivre, certains habitants de la région font une exploitation illicite de cristaux de quartz. D'après l'enquête, ils n'ont pas suffisamment de connaissance en cette matière mais ils tentent leur chance en creusant les collines. Seuls quelques uns en trouvent la fortune. Cette exploitation même très limitée accélère la dégradation des forêts et l'érosion du sol.

Habiter la forêt: Beaucoup d'habitations/campements se trouvent près ou dans les forêts marécageuses et de basses altitudes de cette région, ce qui favorise l'exploitation de ressources forestières.

Toutes ces menaces suscitées pourraient entraîner la réduction de la taille de populations de lémuriens dans la région d'étude, de la qualité, de l'étendue de leurs habitats ainsi que la fragmentation des forêts. Elles conduisent à long terme à une disparition locale des certaines espèces de lémuriens, comme par exemple *Eulemur rubriventer* qui est reconnu comme une espèce de forêt intact (Mittermeier et al., 2010), et *Avahi* dont la nourriture est très spécialisée (Thalmann, 2003). A notre connaissance, les raisons principales qui accentuent les pressions et menaces anthropiques dans cette forêt sont l'insuffisance de source de revenus pour la

population locale et l'ignorance des statuts de conservation des espèces sauvages.

Depuis peu de temps, l'exploitation des ressources naturelles dans la forêt littorale d'Anteivalakôro est très limitée à cause de l'existence d'un système de contrôle établi par MBG. Presque tous les braconniers et les exploitants illicites d'arbres dans cette forêt ont renoncé à leurs activités habituelles. Au contraire, dans les forêts marécageuses et de basse altitude, l'exploitation continue.

Discussion

Richesse spécifique et abondance de lémuriens

La zone de Pointe à Larrée est pauvre en espèces de lémuriens par rapport au Parc National de Mananara-Nord: abritant respectivement 7 et 11 espèces (au moins) (Tab. 3). Cette richesse pourrait être en partie expliquée par la différence de types de forêts. En effet, la forêt de Pointe à Larrée est principalement littorale alors que dans le Parc National de Mananara-Nord la forêt est en grande partie de basse altitude. Néanmoins, la forêt de Pointe à Larrée et la forêt de Tampolo (une forêt littorale avoisinante) ont des richesses spécifiques comparables. Toutes les deux abritent chacune sept espèces de lémuriens. Chacun de ces deux sites a quand même son propre espèce: *Eulemur rubriventer* pour Pointe à Larrée et *Lepilemur* spp. cf. *scottorum* pour Tampolo (Tab. 3).

Tab. 3: Tableau comparative de richesse spécifique en lémuriens (+, présence confirmée par observation directe; [+], présence d'après les enquêtes et/ou documentation, non confirmée par observation directe; *citée comme *Eulemur fulvus rufus* dans Goodman et al. [2005] (= *Eulemur rufus* après révision taxonomique [Mittermeier et al., 2010]); **après révision taxonomique, cette espèce microcèbe pourrait être *Microcebus simmonsii* à Point à Larrée; PN Mananara-Nord, forêts de basse altitude; Pointe à Larrée, forêts littorale, marécageuse et de basse altitude; Tampolo, forêt littorale; ¹Jocelyn Bezara, Responsable Conservation, ANGAP Mananara-Nord, comm. pers., données non publiées 2008; ²cette étude; ³Goodman et Rakotondravony [1998], Ratsirarson et Ranaivonasy [2002], Goodman et al. [2005]).

Espèces de primates présentes	PN Mananara-Nord ¹	Pointe à Larrée ²	Tampolo ³
<i>Microcebus</i> spp. **	+	+	+
<i>Allocebus trichotis</i>	+		
<i>Cheirogaleus major</i>	+	+	+
<i>Hapalemur griseus</i>	+	+	+
<i>Varecia variegata</i>	+		
<i>Eulemur albifrons</i>	+		
<i>Eulemur fulvus</i>	+	+	++
<i>Eulemur collaris</i>			
<i>Eulemur rubriventer</i>	[+]	+	
<i>Lepilemur</i> sp. cf. <i>scottorum</i>	+		+
<i>Avahi laniger</i>	+	+	+
<i>Propithecus diadema</i>	[+]		
<i>Indri indri</i>	+		
<i>Daubentonia madagascariensis</i>	+	[+]	+
Nombre total d'espèces	13	7	7

En parlant de l'abondance de lémuriens, Pointe à Larrée est pauvre par rapport à Tampolo. Pour les lémuriens nocturnes, le nombre maximum d'individus rencontrés par kilomètre de transect pour chaque espèce est relativement faible dans la forêt de Pointe à Larrée (Tab. 4).

Quant aux espèces du jour et cathémérales, la taille de groupe est faible dans la forêt de Pointe à Larrée comparée à la taille de groupe dans la forêt de Tampolo (sans considérer l'année de collecte de données). Pour *Eulemur fulvus*, la taille de groupe relativement faible (4 individus vus) dans la forêt de Pointe à Larrée alors qu'elle varie de 15–23 individus dans la forêt de Tampolo (Ratsirarson et Ranaivonasy, 2002). De même pour *Hapalemur griseus*, la taille de groupe est toujours plus petite à Pointe à Larrée: deux à trois individus contre cinq à sept individus dans la forêt de Tampolo (Ratsirarson et Ranaivonasy, 2002).

Malgré cette richesse relativement faible en espèce et nombre de lémuriens, la forêt de Pointe à Larrée est relativement riche comparée aux forêts littorales de Mandena et de Sainte Luce (Fort Dauphin). Ces forêts n'abritent que six espèces de lémuriens avec une abondance relative de chaque espèce ne dépassant pas 1 individus/km de transect (Ganzhorn, 1998).

Tab. 4: Tableau comparative d'abondance des espèces de lémuriens nocturnes (le chiffre du tableau montre le nombre maximum d'individus rencontrés par kilomètre de transect; ¹cette étude; ²d'après Goodman et Rakotondravony [1998]).

Espèces	Forêt de Pointe à Larrée ¹	Forêt de Tampolo ²
<i>Microcebus</i> spp.	4	22
<i>Cheirogaleus major</i>	3	6
<i>Avahi laniger</i>	0	5

Biogéographie

Depuis longtemps, la limite nord-est de la distribution d'*Eulemur fulvus* est mal connue (Mittermeier et al., 2010). Des inventaires sont ainsi nécessaires depuis la rivière Maningory au sud, jusqu'à la région d'Andapa au nord. Cette étude apporte un peu d'éclaircissement sur cette question et mérite d'être continuée dans d'autres forêts plus au nord et à l'ouest. Deux questions biogéographiques importantes sont tirées de cette étude: (1) pourquoi *Lepilemur mustelinus* qui est une espèce commune dans les forêts de l'Est de Madagascar (Mittermeier et al., 2010) n'est pas trouvé dans la forêt de Pointe à Larrée?; (2) pourquoi *Eulemur rubriventer* qui n'est pas très commune dans les forêts littorales se rencontre dans la forêt de Pointe à Larrée juste au bord de la mer? Pour répondre à ces questions, une étude biogéographique plus étendue et approfondie couvrant au moins la région nord gérée par ADEFA ainsi que les forêts de basse altitude et littorale d'Anteivalakôro est nécessaire. Ce qui est sûr c'est que tous les gens enquêtés dans la zone d'étude ne connaissent pas la présence de *Lepilemur* et que nous n'avons pas observé l'animal au cours du recensement dans la forêt.

Importance biologique et suggestion pour la conservation des primates

La forêt de Pointe à Larrée présente une richesse moyenne en Primates. Ce qui est intéressant, c'est qu'elle a sa propre composition spécifique grâce à la présence d'*Eulemur rubriventer* qui lui différencie d'autres forêts littorales avoisinantes comme la forêt de Tampolo. La conservation de cette espèce est d'urgence cruciale du fait qu'à part le déclin de la taille de sa population causée par le braconnage, elle est sen-

sible à la dégradation de son habitat. Les microcèbes du site devraient appartenir à une espèce nouvellement décrite, *Microcebus simmonsii*. Cette espèce a une aire de distribution géographique relativement restreinte. Son histoire naturelle est mal connue. La conservation du site permet une étude plus poussée sur l'espèce et sa conservation. *Avahi laniger* est très menacée dans les forêts de Pointe à Larrée. Devant la réduction de la taille de sa population, la perte et la fragmentation de son habitat, la viabilité de la population de cette espèce reste une question sans savoir la taille estimative de la population, la superficie des forêts habitables ainsi que la répartition des espèces qu'elle peut consommer. Nous proposons de préserver cette espèce dans la forêt de basse altitude de Menagisy car elle pourrait être localement en voie de disparition. *Hapalemur griseus* se rencontre aussi bien dans la forêt littorale que dans la forêt marécageuse à Pointe à Larrée. Les deux types de forêts sont des meilleurs endroits pour les conserver. La première est relativement large comme habitat, mais la deuxième pourrait garder à long terme la population de *H. griseus* grâce à la difficulté d'accès. Ainsi, les trois types de forêts devraient être conservés. Pour l'établissement de la future Aire Protégées les parties les plus intactes de la forêt littorale d'Antevialakôro et du marécage d'Anjahaninty devraient être dans les noyaux durs. En outre, nous proposons d'inclure, la zone de culture et d'habitation de la forêt marécageuse d'Anjahaninty dans la zone d'utilisation/occupation contrôlée. En effet, priver des paysans de ses biens va faire augmenter l'intensité de menaces pour les écosystèmes à protéger. Sachant que les sources de revenus pour la population locale sont très limitées si l'exploitation de ressources forestières est limitée, il est nécessaire de proposer d'autres sources alternatives de revenus. Les appuis techniques et financiers seront nécessaires au début des nouvelles activités. La conscientisation et la sensibilisation des gens en matière de conservation de la biodiversité sont aussi nécessaires.

Conclusion

Cet inventaire rapide nous permet de recenser dans les forêts de Pointe à Larrée sept espèces de lémuriniens (*Microcebus* spp. [cf. *simmonsii*], *Cheirogaleus major*, *Avahi laniger*, *Daubentonia madagascariensis*, *Hapalemur griseus*, *Eulemur fulvus* et *Eulemur rubriventer*). L'abondance de ces espèces est faible, ce qui est pourrait être principalement dû à la pratique du braconnage, à la perte et fragmentation des habitats par le biais de l'exploitation des bois qui sont des pressions anthropiques quasi-permanentes. En se basant sur la répartition des espèces et l'état des habitats, l'inclusion des trois types de forêt existants (littoral, marécageux, de basse altitude) dans la future zone protégée est proposée. Les zones de cultures et d'habitation devraient être comprises dans la zone d'utilisation/occupation contrôlée. Des propositions impératives en développant des nouvelles sources de revenus, des appuis techniques et financiers auprès des populations locales seront nécessaires dès maintenant si on voudrait instaurer des activités de conservation effective focalisée sur l'utilisation durable des ressources naturelles de la région. Une étude biogéographique plus étendue et plus approfondie de ces espèces est nécessaire pour pouvoir prendre des mesures de conservation adéquates.

Remerciements

Cette étude a été financée par Conservation International Madagascar dans le cadre de la mise en place d'une nouvelle Aire Protégée du complexe forêt littorale, forêt de basse altitude et forêt marécageuse aux alentours de Pointe à Larrée

Soanierana-Ivongo. Nous tenons à remercier les personnels de la Missouri Botanical Garden en particulier Adolphe Lehavana. Nos vifs remerciements s'adressent à la DGMEFT (DGF) qui nous a attribué l'autorisation de recherche, les responsables de la CIREEF Soanierana Ivongo, pour leurs aimables collaborations. Merci à l'équipe de DBCAM, aux personnels locaux et guides pour l'assistance sur terrains, à Ute Radespiel et à Marine Jolly pour leurs critiques, à Sönke von den Berg pour l'appui technique.

Références

- Ganzhorn, J.U. 1998. Progress report on QMM faunal studies: lemurs in the littoral forest of southeast Madagascar. *Lemur News* 3: 22–23.
- Goodman, S.M. 2003. Predation on lemurs. Pp. 1221–1228. In: S.M. Goodman; J.P. Benstead (eds.). *The Natural History of Madagascar*. The University Chicago Press, Chicago, IL, USA.
- Goodman, S.M.; Rakotonirany, D. 1998. Les lémuriniens. Pp. 213–222. In: J. Ratsirarson; S.M. Goodman (eds.). *Inventaire Biologique dans la Forêt Littorale de Tampolo (Fenoarivo Atsinanana)*. Recherche pour le Développement, Série Sciences Biologiques No. 14. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo, Madagascar.
- Goodman, S.M.; de Rolland, R. 1998. Predation on eastern woolly lemur (*Avahi laniger*) and other vertebrates by Henst's hawk (*Accipiter hensti*). *Lemur News* 3: 14–15.
- Goodman, S.M.; Soarimalala, V.; Ratsirarson, J. 2005. Aperçu historique de la population des mammifères des forêts littorales de la province de Toamasina. Pp. 61–68. In: J. Ratsirarson; S.M. Goodman (eds.). *Suivi de la Biodiversité de la Forêt Littorale de Tampolo*. Recherche pour le Développement, Série Sciences Biologiques No. 22. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo, Madagascar.
- IUCN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. www.iucnredlist.org.
- Langrand, O. 1990. *Guide des Oiseaux de Madagascar*. Delachaux et Niestlé, Lausanne, Switzerland.
- Mittermeier, R.A.; Louis Jr., E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; Hawkins, F.; Rajaobelina, S.; Ratsimbazafy, J.; Rasoloarison, R.; Roos, C.; Kappeler, P.M.; Mckinnon, J. 2010. *Lemurs of Madagascar*. Third edition. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Projet ZICOMA. 1999. *Les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux à Madagascar*. BirdLife International, Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées, Ministère des Eaux et Forêts. Graphoprint, Antananarivo, Madagascar.
- Randrianambinina, B.; Rasoloharijaona, S.; Rakotonirany, R.; Zimmermann, E.; Radespiel, U. 2010. Abundance and conservation status of two newly described lemur species in northwestern Madagascar (*Microcebus danfossi*, *Lepilemur grewockorum*). *Madagascar Conservation and Development* 5: 95–102.
- Ratsimbazafy, J. 2002. How do black-and-white ruffed lemurs still survive in a highly disturbed habitat? *Lemur News* 7: 10.
- Ratsirarson, J.; Ranaivonasy, J. 2002. Ecologie des lémuriniens dans la forêt littorale de Tampolo. *Lemur News* 7: 26–30.
- Thalmann, U. 2003. *Avahi*, Woolly lemurs, *Avahy*, *Fotsy-Fe*, *Ampongy*, *Tsarafangitra*, *Dandintsifaka*. Pp. 1340–1342. In: S.M. Goodman; J.P. Benstead (eds.). *The Natural History of Madagascar*. The University Chicago Press, Chicago, IL, USA.
- Tucker, G.; Bubb, P.; de Heer, M.; Miles, L.; Lawrence, A.; Bajracharya, S.B.; Nepal, R.C.; Sherchan, R.; Chapagnain, N.R. 2005. *Guidelines for Biodiversity Assessment and Monitoring for Protected Areas*. KMTNC, Kathmandu, Nepal.

Assessment of lemur diversity in the Makay massif

Rainer Dolch^{1*}, Rita Ratsisetraïna², Matthias Markolf³, Tiana Ratolojanahary¹, Hanitriniaina Rakotonirina^{3,4}, Edward Louis Jr.^{5,6}, Evrard Wendenbaum⁷

¹Association Mitsinjo, Lot 104 A Gare, Andasibe 514, Madagascar

²Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates (GERP), 34 Cité des professeurs, Fort Duchesne, BP 779, Antananarivo 101, Madagascar

³Behavioral Ecology & Sociobiology Unit, German Primate Center (DPZ), Kellnerweg 4, 37077 Göttingen, Germany

⁴Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, BP 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

⁵Madagascar Biodiversity Partnership (MBP), Lot VO 12 bis A, Manakambahiny, Antananarivo 101, Madagascar

⁶Omaha's Henry Doorly Zoo, 3701 South 10th Street, Omaha, NE, USA

⁷Association Naturevolution, 2927 Av. d'Uriage, 38410 Uriage-les-Bains, France

*Corresponding author: rdolch@gmx.de

Key words: diurnal lemurs, *Hapalemur*, lemur survey, Makay, nocturnal lemurs

Abstract

We provide the first comprehensive data on the lemur community of the Makay massif in south-central Madagascar. During two trips to the area, organized by Naturevolution, we surveyed 12 different sites of the Makay, covering both the dry and humid forests of its multitude of canyons and plateaus. Applying a range of methodologies, we found a diverse lemur assemblage of at least 9 different taxa in 4 families. As most lemur habitat, despite the remoteness of the area, is already under threat from anthropogenic pressures, survey results also advocate swift conservation measures for the Makay.

Introduction

Madagascar's 80 million years of isolation from the African and Indian landmasses, together with pronounced climatic variation of different parts of the country and occasional colonization events, gave rise to a tremendous endemism of the Malagasy fauna (Ganzhorn *et al.*, 2006; Thalmann, 2007). Lemurs represent one of the best-known endemic groups. Following a single colonization event during the Eocene (Yoder *et al.*, 1996) and subsequent radiation, lemurs today represent more than 20 % of all living primate species and more than 25 % of primate families (IUCN/SSC Primate Specialist Group, 2011). The foundation for their effective management and conservation is an objective assessment of the number and distribution of existing taxa.

The spectacular Makay massif is located north of the Mangoky River in the Atsimo-Andrefana region, approximately 100 km inland from Madagascar's western coast. It is characterized by meandering rivers that have carved deep canyons into steep and up to 400-m high cliff walls. Composed of sandstones and conglomerates of Late Triassic origin (Razafimbelo, 1987), these rocks are the namesake for the larger Makay Formation that extends southwards from the massif and has yielded a number of interesting paleontological discoveries (Langer *et al.*, 2000). Yet, our knowledge of recent fauna and flora of the area remains scant.

This is mainly because of its remoteness and the difficulty in accessing Makay's interior. Whereas gallery forests border the rivers, the smaller canyons harbour deep lakes or swamps that are characterized by special vegetation dominated by *Pandanus*, palms and ferns. The less humid slopes and mountain saddles have extensions of either western dry or sub-humid forests, as also exist around the Mangoky River. The distribution of forest cover within Makay is highly scattered. The ridges and plateaus are often void of any notable

vegetation at all. More eastward, the landscape changes gradually to open plateau grassland without forest cover until the eastern mid-altitude rainforests begin.

The fauna of the Makay, and especially the fauna within the canyons, appear to have great potential to include isolated and locally endemic species, as these patches have been isolated from continuous forest for a long time. Furthermore, these forests along the Mangoky River potentially represent one of the pathways that permitted exchange between western and eastern lemur ranges during the Pleistocene (Wilmé *et al.*, 2006).

Whereas lemur assemblages of the surrounding massifs like Andringitra, Itremo and Isalo are fairly well known (as are the primates of the neighboring Menabe region), the Makay has never been the object of a systematic lemur inventory.

In order to assess lemur diversity of the area, Naturevolution, a French conservation organization committed to the exploration and conservation of the Makay massif, launched two ambitious biodiversity surveys to the region from 13 November–17 December 2010 and from 6 January–27 January 2011 based on previous exploratory missions in 2007 and early 2010 (Naturevolution, 2009–2011). Having participated at both missions, we surveyed different localities within Makay for their lemur communities.

Methodology

We entered Makay from different villages on its eastern edge: Beroroha (21°40.753; E45°10.100), Beronono (S21°21.674; E45°14.839), Tsivoky (S21°17.694; E45°22.692), Mandronarivo (S21°6.712; E45°38.154), and Ankerika (S20°31.396; E45°35.539). We then looked for lemurs at 12 different sites within Makay. These were, from south to north: (1) Ankolitsiky; (2) Ampanaovanatsy; (3) Antsoha; (4) Ambotorabatorano; (5) Anontsilahy; (6) Behetaheta; (7) Andakatomenavava; (8) Menampandaha; (9) Fanikay; (10) Andranomita; (11) Menapanda; and (12) Zoarimetsy. Fig. 1 gives an overview of where these sites are located. All lemur species encountered were recorded using four different techniques: transects; trapping; directed searching; and immobilization.

Transects

Lemur observations were made during a 2-km transect at each site, which was walked back and forth three times per day: (1) in the morning from 06:00 to 11:00; (2) in the afternoon from 13:30 to 17:00; and (3) at night from 19:00 to 22:00. Transects were walked with a mean pace of 0.5–1.0 km h⁻¹. Whereas systematic transects were walked by two of us (RR, TR) for five days at Ampanaovanatsy, Menampandaha North and South, and Behetaheta, additional transects were walked at remaining sites.

Trapping

We (MM, HR) used small and large Sherman and Tomahawk traps at three sites (Antsoha, Ambotorabatorano, Ankolitsiky) to capture small nocturnal species such as *Microcebus*, *Cheirogaleus* and *Mirza*. Trap lines consisted of up to 100 traps placed at intervals of 25–50 m. Traps were baited in the late afternoon with bananas and/or mangoes and controlled in the early morning. Lemurs were anesthetized using Ketanest. Several standard body measurements were taken in addition to small ear biopsies for later genetic analyses. Photographs were taken together with a color standard. Animals were released at their trapping place the following evening. Traps stayed at the same place for two to three consecutive nights.



Fig. 1: Overview of the Makay north of the Mangoky river. Survey sites: (1) Ankolitsiky, (2) Ampanaovanatsy, (3) Antsoha, (4) Ambotorabatorano, (5) Anontsilahy, (6) Behetaheta, (7) Andakatomenavava, (8) Menampandaha, (9) Fanikay, (10) Andranomita, (11) Menapanda, (12) Zoarimetsy.

Directed searching

The exploratory mission by Naturevolution to Makay in early 2010 encountered a species of *Haplemur*, which we hoped to relocate during the present missions. Given the difficulty of finding species of this genus by either trapping or standard transects, we (RD, TR) applied directed purposeful searching. Forests and canyons were particularly screened for that species by listening to characteristic vocalizations and watching out for feeding signs and/or feces of *Haplemur*. Special attention was given to segments with high densities of bamboo.

Immobilization

Some of the larger-bodied diurnal and nocturnal lemurs were immobilized with a CO₂ projection rifle or blowgun with 10 mg kg⁻¹ of Telazo[®] (Fort Dodge Animal Health, Overland Park, KS). Four 2.0-mm biopsies and 1.0 cc kg⁻¹ of whole blood were collected from each sedated animal and immediately stored in room-temperature storage buffer (Seutin *et al.*, 1991). A HomeAgain[®] microchip (Schering-Plough Veterinary Corp., Kenilworth, NJ) was placed subcutaneously between the scapulae of each lemur. This procedure was used to field-catalog each animal with a unique recognition code in order to re-identify all captured individuals during any future immobilizations.

Additional observations

Vocalizations, feeding marks and the presence of feces were used as signs for the presence of lemur taxa. Finally, we inquired among villagers in Tsiavoky about what lemur species they claimed to occur in the area.

Results

In total, we can confirm that there are at least nine different lemur species in the Makay. These are: *Eulemur ruffrons*; *Propithecus verreauxi*; *Haplemur* sp.; *Mirza coquereli*; *Microcebus murinus*; *Cheirogaleus medius*; *Phaner cf. pallescens*; *Lepilemur cf. ruficaudatus*; and *Lemur catta*. However, genetic analyses have to confirm the correct species designation for several of our phenotypic observations. Further genetic analyses could also lead to a higher number of species, as we saw at least two different phenotypes of *Microcebus*. In the following we give a detailed description for each site that was visited (from south to north). A summary of the findings at each site is also provided in Tab. 1.

Tab. 1: Lemur species recorded in Makay. 1-12 = locations (see text)

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cheirogaleidae												
<i>Phaner cf. pallescens</i>	FM											
<i>Mirza coquereli</i>	X	X	X	X				X			V	
<i>Cheirogaleus medius</i>	X	X	X					X				
<i>Microcebus cf. murinus</i>	X	X		X				X			X	X
<i>Microcebus murinus</i>						X						
<i>Microcebus cf. griseorufus</i>						X						
Lepilemuridae												
<i>Lepilemur cf. ruficaudatus</i>			X			X						
Lemuridae												
<i>Eulemur ruffrons</i>	X		X	X	X	X	X	X	X		X	V
<i>Haplemur</i> sp.					X	FM	X	FM			FM	
Indriidae												
<i>Propithecus verreauxi</i>	X		X		X	X	X	X		X	X	X

(1) Ankolitsiky (S21°40.494; E44°59.605)

The forest of Ankolitsiky runs along the Mangoky River and extends in northern direction into the Makay. This forest was very heterogeneous. We observed high densities of *Microcebus cf. murinus* in higher elevation parts of dry forest, whereas we did not find any in the gallery forest close to the river that crosses the Mangoky coming from the north. *Cheirogaleus medius* instead could be found in all parts of the forest. Additionally, we saw *Mirza* nests and heard vocalizations of *Mirza* and *Eulemur*. One group of *Propithecus verreauxi* and numerous *Mirza* could also be seen a few kilometers north in the forest of Ankolitsiky. Feeding marks of *Phaner* indicate that it was at least present in the area, although we did not hear any of the typical *Phaner* vocalizations.

(2) Ampanaovanatsy (S21°39.538; E45°08.718)

The gallery forest of Ampanaovanatsy is situated near Beroroha village. We did not find any diurnal lemurs in this disturbed forest, but we encountered three nocturnal species during our stay in the site: *Microcebus cf. murinus*, *Cheirogaleus medius* and *Mirza coquereli*.

(3) Antsoha (S21°35.759; E45°06.795)

The forest of Antsoha is located in the southeastern part of the Makay and only a few years ago represented one of the biggest forest fragments left in this region. We were able to capture one juvenile individual of *Mirza coquereli* along the

river, which was confirmed by sequencing cytochrome B. *Mirza coquereli* and *Cheirogaleus medius* were regularly seen during night transects, whereas *Lepilemur* cf. *ruficaudatus* was seen just once. *Eulemur ruffrons* and *Propithecus verreauxi* were also seen only once during three days. One individual of *Eulemur ruffrons* was brought to the camp by locals and subsequently released. We also found a cut lemur tail attached to a tree. The small distance to surrounding villages probably leads to a very high hunting pressure (personal communication with local people) and a highly degraded forest.

(4) *Ambotoraborano* (S21°34.036; E45°04.228)

The Ambotoraborano canyons are located a few kilometers northwest of Antsoha. The forests of the canyons showed high degrees of degradation and did not seem to support high abundances of lemurs, as there was no forest left between canyons. We saw *Mirza coquereli* and one *Microcebus* individual, which could not be identified to the species level. Additionally we found feces and heard vocalizations of *Eulemur ruffrons*.

(5) *Anontsilahy* (21°20.530; 45°10.930)

Situated around a series of two meandriform lakes surrounded by vertical cliff walls, the swampy canyons are filled by a forest largely dominated by ferns and *Pandanus*. *Propithecus verreauxi* and *Microcebus* cf. *murinus* were both encountered once in this area. Only accessible by kayaking, the small and less humid forests situated at the dead end of the two lakes (S21°20.723; E45°11.190 and S21°20.330; E45°11.200) are home to substantial stands of bamboo. Here, we twice found a family group of four individuals of a *Hapalemur* species reminiscent of *H. griseus*.

(6) *Behetaheta* (S21°18.568; E45°07.492)

This is an isolated fragment of dry forest. During all our observations in this site, we found one group each of *E. ruffrons* and *P. verreauxi*. *Lepilemur* cf. *ruficaudatus*, *Microcebus murinus* and *Microcebus* cf. *griseorufus* were often observed during nocturnal transects.

(7) *Andakatomenavava* (S21°15.300; E45°09.600)

Situated around the mountain of Andakatomenavava, more than 10 deep canyons spread their meanders. Some of them present dry forests whereas others are characterized by swampy vegetation mainly composed of ferns, palm trees and *Pandanus*. *P. verreauxi* and *E. ruffrons* were seen and heard frequently in this site. One group of *Hapalemur* sp. was seen twice at the side of one of the canyons where vegetation was dominated by bamboo (S21°15.557; E45°09.457). We did not have the opportunity to do night transects because of adverse weather conditions and limited time available for the inventory at this site. Astonishingly, the site has been disturbed by fire despite its large distance to the nearest village Beronono.

(8) *Menampandaha* (S21°13.325; E45°19.513)

The Menampandaha Forest, one of the largest in Makay, stretches along the river of the same name. Our observation transects were located in both dry forest (S21°14.167; E45°20.183) and humid forest (S21°13.100; E45°20.168). Both *Eulemur ruffrons* and *Propithecus verreauxi* were fairly abundant at this site. They were seen frequently (and captured once each) during all the observations and appear to be regularly hunted. *Cheirogaleus medius* and *Microcebus* cf. *murinus* were two of the nocturnal lemurs observed here.

Mirza coquereli was seen pretty frequently, too, and a female was captured once. Although we did not physically observe any *Hapalemur* sp., evidence of their presence was detected by feeding remains of bamboo (which was very abundant at the site) and characteristic vocalizations early in the morning. Anthropogenic pressures on Menampandaha are mainly due to zebu pastoralists from the nearby Tsivoky village. Zebu grazing goes hand in hand with the usage of fire. According to local villagers, more than a thousand cattle currently roam the site.

(9) *Fanikay* (S21°08.000; E45°20.000)

The watershed of the Fanikay River is a semi-desert area that constitutes a vegetation-free plateau divided by several vertical and narrow canyons and pitches where some semi-humid vegetation remains. We observed a group of four *Eulemur ruffrons* once. Subjected to bush fires and droughts, this region, like Ambotoraborano, does not appear to be suitable for high abundances of lemurs.

(10) *Andranomita* (S20°59.516; E45°32.000)

Situated below the Ladoharivo Peak, the highest point of Makay, the forest of Andranomita is a relict one. Too close to villages and situated on the trading path between eastern and western villages, this site is also known to have been highly frequented by humans and is therefore highly degraded. We observed a group of *Propithecus verreauxi* once.

(11) *Menapanda* (S20°38.600; E45°30.925)

The Menapanda watershed is an area characterized by an almost inaccessible relief divided into three by two parallel, deep, narrow north-south faults. Tens of canyons are linked there, and some of them present no disturbances by humans. As a consequence, lemurs are fairly abundant. Visiting 5 of these canyons, we observed 5 different groups of *Propithecus verreauxi* (more than 30 individuals) and a group of 10 *Eulemur ruffrons*, all of them astonishingly curious, approaching us to less than 3 m. *Mirza* characteristic vocalizations were heard, too, and *Microcebus* cf. *murinus* were observed every night. Although we did not physically observe the animals, traces of *Hapalemur* sp. were detected by feeding remains of bamboo (which was very abundant in one canyon).

(12) *Zoarimetsy* (S20°33.633; E45°28.787)

The Zoarimetsy region was our northernmost survey site. Very close to human activities (rice fields and zebu cattle), the remaining forests were unfortunately very degraded and prone to bush fires. Consequently, we only observed one very shy group of *Propithecus verreauxi*. Two *Microcebus* cf. *murinus* were also seen at night. Additionally, we heard vocalizations of *Eulemur*.

Discussion

Despite their relative remoteness, many of the sites visited in Makay showed signs of degradation. At least the more accessible parts of Makay appear to be regularly roamed by local people that erect temporary camps for fishing or hunting. Whereas some of the people claimed that lemurs were considered *fady* (taboo), others admitted to hunting them quite routinely. While lemur species were present at all of the sites, the diurnal lemurs were seen very rarely. We suspect hunting to be responsible for that, as less degraded sites like Behetaheta and Menapanda showed an increased abundance of large diurnal lemurs such as *P. verreauxi* and *E. ruffrons* compared with the other sites. The findings for the different lemur species are discussed in the following sub-sections.

Cheirogaleidae

Phaner cf. *pallascens*: *Phaner* feeding marks were found in the Ankolitsiky Forest, but the species was not observed. According to Mittermeier et al. (2010), the range of *P. pallascens* includes Makay, but this assumption is largely based on extrapolations.

Cheirogaleus medius: *C. medius* was very abundant at Menampandaha. It was also widespread in both Antsoha and Ankolitsiky (Fig. 2), whereas we did not find it in the canyons.

Mirza coquereli: *M. coquereli* appeared to be fairly abundant in Makay and was found in Menampandaha, Ampanaovanatsy, Antsoha, Ambotorabatorano (Fig. 3) and Ankolitsiky. Vocalizations were also heard in Zoarimetsy. The range of the species was expected to include Makay. The fact that we found it in different habitats hints at its known ability to survive in dry deciduous forests as well as dense forests close to water (Mittermeier et al., 2010).

Microcebus spp.: Without further genetic analyses, the identification of *Microcebus* species encountered remains problematic. Visually, we could distinguish at least two different phenotypes.



Fig. 2: *Cheirogaleus medius*, Ankolitsiky.
(Photo: Matthias Markolf)



Fig. 3: *Mirza coquereli*, Ambotorabatorano.
(Photo: Matthias Markolf)

Microcebus cf. *murinus*: *Microcebus* cf. *murinus* was recorded at Ankolitsiky (Fig. 4), Ampanaovanatsy, Ambotorabatorano, Menampandaha, Menapanda, and Zoarimetsy. It was most abundant in the first site. The only individual we could unambiguously assign to *M. murinus* because of genetic analysis was encountered at Behetaheta. The species was expected to oc-



Fig. 4: *Microcebus murinus*, Ankolitsiky.
(Photo: Matthias Markolf)

cur in Makay, since its known range comprises the entire western region between the Onilahy and Betsiboka Rivers (Mittermeier et al., 2010).

Microcebus cf. *griseorufus*: In a hollow tree trunk at Behetaheta we found a group of six individuals of a mouse lemur species phenotypically reminiscent of *M. griseorufus*. If this assumption could be confirmed by genetic analysis, this would slightly extend the range of the species. The current range of *M. griseorufus* is restricted to southwestern Madagascar's spiny forest habitats, but extending eastwards along the gallery forests of the Mangoky River close to the southern fringes of Makay (Mittermeier et al., 2010). According to Rasoazanabary (2004), the species is known to survive in spiny forest, dry forest and gallery forest habitats alike.

Lepilemuridae

Lepilemur cf. *ruficaudatus*: A *Lepilemur* species most likely to be *L. ruficaudatus* could be found in both Behetaheta and Antsoha. Each of these records is based on a single observation.

Lemuridae

Eulemur ruffrons: *E. ruffrons* was the most common and widespread species found. It is also the most hunted species by local people in the area, according to their own statements. Its occurrence in almost all vegetation types appears to reflect its known capability of adapting to different habitats and resources.

Lemur catta: We did not observe *L. catta* in Makay, but the species was claimed by local villagers to exist there. Villagers at Tsivoky call the species "hira". In 2007, four individuals were observed during a prospection along the Mangoky River close to the village of Antanambao (close to Makaikely) (Land Ressources, 2007). The existence of *L. catta* in Makay would also be in compliance with the Befasy River being the hypothesized northwestern limit of its range (Goodman et al., 2006).

Hapalemur sp.: On two occasions, we found a family group of four individuals of a *Hapalemur* species at the lake Anontsilahy. The animals had been feeding on bamboo in this canyon, then climbed up a 50-m-high cliff wall using ledges as support and were obviously capable of changing between canyons by crossing the plateau. Accordingly, the species has also been observed in a remote canyon of Andakatomenavava (Fig. 5). We also found *Hapalemur* feeding marks on bamboo stands at Menampandaha, Behetaheta and Menapanda. The phenotypical appearance of the animals observed was characterized by a very dark brown fur with almost blackish markings on their head. Still, based on pelage and vocalization the animal best resembles either *H. griseus* or *H. meridionalis*. It is



Fig. 5: *Hapalemur* sp., Andakatomenavava. (Photo: Evrard Wendenbaum)

clearly distinguishable from *H. aureus*, which, despite recent range extensions (Rakotonirina et al., 2011), is considered to be restricted to rainforest. Both *H. griseus* and *H. meridionalis* occur in areas around Makay. Populations of *H. griseus* are found to both the east and west of Makay, since animals formerly considered to be *H. occidentalis* have recently been identified as *H. griseus* (Rabarivola et al., 2007). In southeastern Madagascar, *H. griseus* is gradually replaced by *H. meridionalis*. Darkly colored and cliff-dwelling bamboo lemurs also inhabit the Andringitra massif. It is assumed that these could in fact be hybrids between *H. griseus* and *H. meridionalis* (Andrainarivo et al., 2008). As we were able to collect *Hapalemur* feces from Makay, we are looking forward to genetic analysis.

Indriidae

Propithecus verreauxi: *P. verreauxi* was found at 9 of 12 sites and appears to be a fairly common species in the Makay (Fig. 6). This impression is also corroborated by villagers' accounts and the fact that the species is one of the most widespread in southwestern Madagascar.



Fig. 6: *Propithecus verreauxi*, Menapanda. (Photo: Evrard Wendenbaum)

Conclusion

Given the diverse lemur community of Makay and the levels of threat to it, we have to emphasize the need to protect the remaining forest fragments of the Makay as soon as possible and to intensify the research on other aspects of their biodiversity. The fragmentation of forests in this area is most likely directly linked to zebu grazing and slash-and-burn agri-

culture, but also fostered by the Makay's geological formation with its hundreds of small canyons. This, together with high hunting pressure, will most likely result in a loss of the lemur populations if we are not actively protecting them. This would be highly regrettable, since we have only just started to explore this fascinating place and its inhabitants.

Acknowledgments

We are thoroughly indebted to Association Naturevolution, which kindly invited us to participate in the Makay lemur survey. We also thank the Malagasy authorities for providing the necessary permits.

References

- Andrainarivo, C.; Andriaholinirina, V.N.; Feistner, A.; Felix, T.; Ganzhorn, J.; Garbutt, N.; Golden, C.; Konstant, B.; Louis Jr., E.; Meyers, D.; Mittermeier, R.A.; Perieras, A.; Princee, F.; Rabarivola, J.C.; Rakotosamimanana, B.; Rasamimanana, H.; Ratsimbazafy, J.; Raveloarino, G.; Razafimanantsoa, A.; Rumpfer, Y.; Schwitzer, C.; Thalmann, U.; Wilmé, L.; Wright, P. 2008. *Hapalemur meridionalis*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 8 April 2011.
- Ganzhorn, J.; Goodman, S.M.; Nash, S.; Thalmann, U. 2006. Lemur biogeography. Pp. 229–254. In: S. Lehmann; J. Fleagle (eds.). Primate Biogeography. Springer, New York, USA.
- Goodman, S.M.; Rakotoarisoa, S.V.; Wilmé, L. 2006. The distribution and biogeography of the ring-tailed lemur (*Lemur catta*) in Madagascar. Pp. 4–14. In: A. Jolly; R.W. Sussman; N. Koyama; H. Rasamimanana (eds.). Ring-tailed Lemur Biology. Springer, New York, USA.
- IUCN/SSC Primate Specialist Group 2011. Global Primate Biodiversity. www.primatesg.org/diversity.htm. Downloaded on 8 April 2011.
- Land Ressources 2007. Exploration sismique 2D – Beroroha, Bloc 3109. In: Etude d'impact environnemental et social du projet d'exploration pétrolière par acquisition sismique. Land Ressources / Tullow Oil Madagascar. Antananarivo www.landressources.com.
- Langer, M.; Boniface, M.; Cuny, G.; Barbieri, L. 2000. The phylogenetic position of *Isalorhynchus genovefae*, a Late Triassic rhynchosaur from Madagascar. *Annales de Paléontologie* 86: 101–127.
- Mittermeier, R.A.; Louis, E.E. Jr.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; Hawkins, F.; Rajaobelina, S.; Ratsimbazafy, J.; Rasoloarison, R.; Roos, C.; Kappeler, P.M.; MacKinnon, J. 2010. Lemurs of Madagascar. 3rd Edition. Tropical Field Guide Series. Conservation International, Arlington, VA, 767 pp.
- Naturevolution 2009–2011. Les expéditions. www.makaynature.org/expeditions/. Downloaded on 10 February 2012.
- Rabarivola, C.; Prosper, P.; Zaramody, A.; Andriaholinirina, N.; Hauwy, M. 2007. Cytogenetics and taxonomy of the genus *Hapalemur*. *Lemur News* 12: 46–49.
- 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: 118–129.
- Rasoazanabary, E. 2004. A preliminary study of mouse lemurs in the Beza Mahafaly Special Reserve, southwest Madagascar. *Lemur News* 9: 4–7.
- Razafimbelo, M.E. 1987. Le bassin de Morondava (Madagascar) – synthèse géologique et structurale. Ph.D. thesis, Université Louis-Pasteur, Strasbourg, France.
- Seutin, G.; Whie, B.N.; Boag, P.T. 1991. Preservation of avian blood and tissue samples for DNA analyses. *Canadian Journal of Zoology* 69: 82–90.
- Thalmann, U. 2007. Biodiversity, phylogeography, biogeography and conservation: Lemurs as an example. *Folia Primatologica* 78: 420–443.
- Wilmé, L.; Goodman, S.M.; Ganzhorn, J.U. 2006. Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. *Science* 312: 1063–1065.
- Yoder, A.D.; Vilgalys, R.; Ruvolo, M. 1996. Molecular evolutionary dynamics of cytochrome b in strepsirrhine primates: the phylogenetic significance of third-position transversions. *Molecular Biology and Evolution* 13: 1339–1350.

Étude comportementale des groupes d'*Eulemur albifrons* au sein de la Station Forestière d'Ivoloina (nord-est de Madagascar)

Hélène Deguette

Institut de Biologie et d'Écologie Appliquée, Université Catholique de l'Ouest, 44 rue Rabelais, 49008 Angers Cedex 01, France, deguette.helene@gmail.com

Mots-clés: *Eulemur albifrons*, domaine vital, taille des groupes, comportement, alimentation

Résumé

Une étude comportementale portant sur trois groupes d'*Eulemur albifrons* (ALBSM, ALBV et ALBZ) a été réalisée dans la Station Forestière d'Ivoloina, d'avril à juin 2010. La taille des groupes, la répartition et le comportement des individus sont fortement influencés par la disponibilité et la distribution des ressources alimentaires. La superficie des domaines vitaux pour les groupes ALBSM, ALBV et ALBZ est respectivement de 3,78, 2,84 et 2,43 ha. Les individus passent la majeure partie de la journée à être inactifs et certains comportements sont plus développés chez les mâles tandis que d'autres sont plus un effet des femelles. Les besoins alimentaires du groupe ALBSM ont révélé que les espèces exotiques constituent une grande part de leur alimentation, avec une nette préférence pour les goyaves-fraise (*Psidium cattleianum*).

Keywords: *Eulemur albifrons*, home range, group size, behavior, diet

Abstract

A behavioral study of three *Eulemur albifrons* groups (ALBSM, ALBV and ALBZ) was conducted in Ivoloina Forest Station, from April to June 2010. Group size, distribution and behavior of individuals are strongly influenced by the availability and distribution of food resources. The size of home ranges for groups ALBSM, ALBV and ALBZ is respectively 3.78, 2.84 and 2.43 ha. Animals spend a great part of the day being inactive and some behaviors are more developed in males, while others are more an effect of females. Food needs of the group ALBSM revealed that exotic species constitute a large part of their diet, with a clear preference for strawberry-guava (*Psidium cattleianum*).

Introduction

Le Parc Ivoloina est géré par l'association "Madagascar Fauna Group" dont l'un de ses principaux objectifs est de conserver et propager les espèces menacées à Madagascar. Ce parc abrite une collection d'animaux sauvages en captivité ou en semi-liberté (Lémuriens, grenouilles tomates, tortues radiées, boas, caméléons et perroquets), dont la plupart ont été confisqués par le Ministère de l'Environnement et des Forêts, afin de les protéger du trafic illicite. Cinq espèces de lémuriens vivent actuellement en semi-liberté dans le parc (*Eulemur albifrons*, *E. rubriventer*, *E. coronatus*, *Haplemur griseus* et *Varecia variegata*) mais peu d'entre-elles ont été étudiées. Le lémur à front blanc (*E. albifrons*) est une espèce pour laquelle son comportement et sa répartition dans le parc sont encore mal connus. Cette espèce cathémérale vit en groupes multi-mâles/multi-femelles dont la taille varie entre trois et douze individus (Garbutt, 1999; Mittermeier et al., 2006). Les groupes sont cohésifs sans hiérarchie bien marquée. Ils

présentent également un système de "fusion-fission" pendant les périodes où la nourriture est abondante. Cette espèce est essentiellement frugivore. Les femelles présentent cependant une consommation accrue de fleurs par rapport aux mâles durant la saison sèche, au moment des naissances (Vasey, 2002).

J'ai porté mon attention sur trois groupes d'*E. albifrons*, localisés à différents endroits du Parc Ivoloina (groupe ALBSM, groupe ALBZ, groupe ALBV). L'objectif de cette étude était d'améliorer la connaissance de cette espèce (en termes de biologie et d'écologie), à travers les questions suivantes:

- (1) Quelle est la taille et la composition de chaque groupe?
- (2) Quelle est la taille du domaine vital de chacun de ces groupes?
- (3) Quel est le pourcentage de temps passé dans les diverses activités quotidiennes (repos, alimentation, etc.) chez les individus des groupes ALBSM et ALBV?
- (4) Quels sont les réels besoins alimentaires du groupe ALBSM? En effet, ce groupe ne dépend pas de l'Homme pour s'alimenter et la connaissance de son alimentation s'intègre dans les objectifs du futur plan d'aménagement de la Station Forestière; ce plan prévoit notamment de favoriser le développement de plantes autochtones.

Les groupes ALBSM, ALBZ et ALBV vivant dans des habitats différents, le comportement, la taille des groupes ainsi que la taille du domaine vital sont susceptibles de varier suivant les caractéristiques du milieu. Le présent article présente les résultats des données collectées d'avril à juin 2010.

Site d'étude

Le Parc Ivoloina, est situé à 12 km au nord de Toamasina, au sud-ouest de la rivière Ivoloina, à une latitude comprise entre 16° et 18° S. D'une superficie de 285 ha, ce parc est situé dans une région caractérisée par un climat chaud et humide. Selon les données climatiques du service de météorologie de la Station Forestière d'Ivoloina, la température moyenne pour les mois d'avril, mai et juin 2010 était de 25°C. La pluviométrie moyenne pour ces mêmes mois était de l'ordre de 149 mm. La Station Forestière est composée d'une forêt semi-naturelle regroupant de nombreuses espèces exotiques qui ont été plantées entre les années 1950 et 1990. Il existe encore quelques petites zones de forêts naturelles intactes.

L'étude des groupes d'*E. albifrons* au sein de la station a duré environ trois mois (du 7 avril au 18 juin 2010). Le groupe ALBSM vivait dans un habitat dominé par des bois de pins et d'eucalyptus dépérissants et de goyaviers-fraise envahissants. L'habitat du groupe ALBZ était caractérisé par une mosaïque d'anciens essais de plantations (pins et eucalyptus) et d'espèces autochtones. Ce groupe vivait dans la partie zoo du parc. En plus de s'alimenter dans les arbres du zoo, les individus étaient nourris par les soigneurs animaliers. Le groupe ALBV, quant à lui, était localisé dans le village à proximité du parc (Amboivato). Il vivait dans un environnement composé essentiellement d'arbres fruitiers exotiques.

Méthodologie

Taille du domaine vital

Afin de déterminer la taille du domaine vital de chacun des trois groupes d'*E. albifrons*, les coordonnées géographiques ont été enregistrées avec un GPS, chaque fois que le groupe suivi se déplaçait d'au moins 5 m (la précision du GPS étant de plus ou moins 5 m). Chaque zone visitée par le groupe était considérée comme faisant partie du domaine vital. Les

données ont ensuite été traitées à l'aide du logiciel ArcGIS 9.3®, afin de réaliser une cartographie et déterminer la superficie des domaines vitaux.

Suivi éthologique

L'étude du comportement des lémurs à front blanc s'est faite à l'aide de la méthode "instantaneous focal-animal sampling" (Altmann, 1974). Cette méthode donne une bonne estimation du pourcentage de temps passé dans diverses activités. Toutes les cinq minutes les comportements suivants étaient relevés: déplacements, recherche de nourriture, nourrissage, toilette, marquage olfactif, interactions sociales, repos, sommeil, autres.

Une deuxième méthode, dites "ad libitum sampling", a également été utilisée. Cette méthode qualitative, dans laquelle l'observateur note ce qu'il voit quand il le veut, permet d'apporter des informations complémentaires sur le comportement de l'individu cible.

Alimentation du groupe ALBSM

Pour ce groupe, ont été enregistrés: les zones d'alimentation, le genre et l'espèce de chaque arbre dans lequel l'individu cible se nourrissait, ainsi que la partie consommée (fruit, graines, feuilles, écorce, fleur). La proportion de chaque espèce et partie consommées a ensuite été déterminée.

Résultats et discussion

Taille et composition des groupes

La taille des groupes varie entre 3 et 12 individus (Tab. 1) et semble être influencée par la densité des ressources alimentaires (Aron et Passera, 2000). La taille importante du groupe ALBZ, contrairement au groupe ALBSM, peut ainsi s'expliquer par l'apport quotidien de nourriture et par la présence de nombreux arbres fruitiers dans son environnement. La composition du groupe ALBV (seulement trois femelles) paraît surprenante car cette espèce vit en groupes multi-mâles/multi-femelles. D'après certains villageois, ce groupe était auparavant constitué de deux mâles et de cinq femelles. Les deux mâles et les deux femelles manquants auraient probablement été capturés, voire tués, ce qui explique la taille réduite de ce groupe.

Tab. 1: Composition des groupes d'*Eulemur albifrons* présents dans la Station Forestière d'Ivoloina.

	ALBSM	ALBV	ALBZ
mâle(s) adulte(s)	1	0	4
femelle(s) adulte(s)	3	2	5
jeune(s) mâle(s)	0	0	2
jeune(s) femelle(s)	1	1	1
Total	5	3	12

Taille des domaines vitaux

Pendant les mois d'avril à juin 2010, la superficie des domaines vitaux pour les groupes ALBSM et ALBZ était respectivement de 3,78 et 2,43 ha (Fig. 1). La taille de l'espace vital du groupe ALBV a été estimée à 2,84 ha selon mes données et l'enquête menée auprès des villageois.

La taille du domaine vital est fortement influencée par la distribution des ressources alimentaires (Balko, 1998; Mertl-Millhollen et al., 2003). Bien que les sources de nourriture soient abondantes dans chacun des trois domaines, elles sont davantage réparties dans l'environnement du groupe ALBSM. Ce groupe doit donc parcourir de plus grandes distances

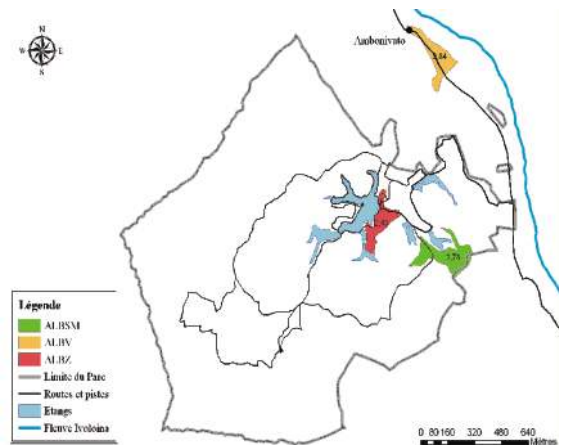


Fig. 1: Cartographie des domaines vitaux des trois groupes suivis.

pour explorer ces ressources alimentaires d'où un espace vital plus grand.

Le domaine vital varie également en fonction des saisons selon la disponibilité alimentaire (Tattersall, 1982; Garbutt, 1999; Mertl-Millhollen et al., 2003). Les groupes visitent des zones différentes en fonction des périodes de fructification. Ces périodes diffèrent d'une espèce d'arbre à l'autre mais globalement le parc Ivoloina présente des fruits toute l'année.

Données comportementales

Le comportement du mâle adulte du groupe ALBSM a été étudié pendant dix jours (75 heures) et celui de la femelle adulte du groupe ALBV, pendant cinq jours (38 heures), lorsque ce groupe était au village. La proportion de temps passé dans chaque item comportemental correspond à la moyenne de l'ensemble des journées d'observation pour chaque groupe.

Le mâle (groupe ALBSM): Il passe 71,5 % de son temps à être inactif (Fig. 2). Les pics d'inactivité ont en général lieu en début de matinée et milieu de journée, et précèdent les pics d'alimentation. Il existe d'autres moments de nourrissage dans la journée mais leur période est irrégulière. Selon Vasey (2004), les rythmes quotidiens d'alimentation chez *E. albifrons* ne sont pas homogènes d'une journée à l'autre et d'une saison à l'autre. Il est donc difficile de prédire avec certitude ce que le groupe, et encore moins l'individu, sera en train de faire à un moment particulier de la journée. Les déplacements, la recherche de nourriture et la prise alimentaire constituent ensuite une part importante de la période active du mâle (18 %).

Les distances parcourues quotidiennement par le groupe ALBSM sont déterminées par la disponibilité alimentaire et la distribution des ressources à l'intérieur de l'habitat (Balko, 1998). Durant les déplacements, ce groupe semblait effectuer les mêmes trajets quotidiens pour bouger entre les zones de nourrissage et les sites de repos (Fig. 3). Il se déplaçait généralement de la première grande zone d'inactivité (à gauche), puis rejoignait la deuxième zone (à droite). Il revenait en fin d'après-midi vers la première zone. Le lémur à front blanc semble donc avoir une connaissance précise des sources de nourriture présentes dans son habitat. Cette connaissance peut être acquise avec le temps, en se familiarisant avec son environnement. D'autres signaux peuvent également être impliqués tels que les signaux olfactifs grâce au marquage des arbres sur le trajet, qui sont presque exclusivement effectués par le mâle.

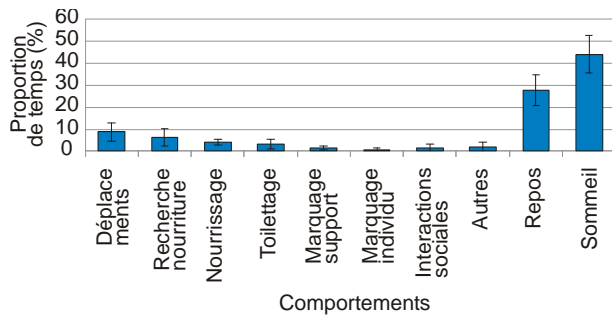


Fig. 2: Proportion des diverses activités journalières chez le mâle du groupe ALBSM.

La femelle (groupe ALBV): Elle est très inactive (84,4 %) (Fig. 4). Elle passe moins de 5 % de son temps à se déplacer, chercher de la nourriture et se nourrir. Ceci n'est pas étonnant car ce groupe était nourri quotidiennement au même endroit par certains villageois, afin d'éviter qu'il ne s'alimente dans leurs arbres fruitiers. Le toilettage et les interactions sociales constituent ensuite les deux activités journalières les plus importantes (10,2 %).

Ainsi, l'importante inactivité observée chez cette espèce cathémérale pourrait s'expliquer par une forte activité nocturne. Ceci est également vu chez d'autres espèces appartenant également à la famille des Lémuridés tels que *Eulemur sanfordi*, *E. rufus*, ou encore *E. fulvus* (Tattersall, 1982). Le cycle lunaire a également une influence sur l'activité nocturne d'*E. albifrons* qui, au moment de la pleine lune atteint son pic d'activité (Garbutt, 1999). Le lendemain, cette espèce passe une très grande partie de la journée à se reposer. Enfin, l'environnement des groupes ALBSM et ALBV étant bien pourvu en sources de nourriture, ces deux groupes expriment un besoin plus faible à se déplacer pour s'alimenter.

Relations interspécifiques

Des interactions avec d'autres espèces ont été observées, notamment entre *Varecia variegata* et *E. albifrons* (groupe

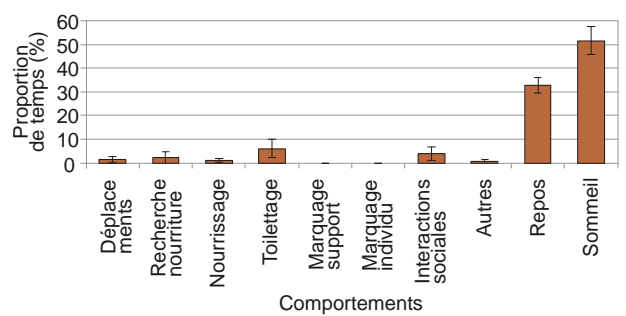


Fig. 4: Proportion des diverses activités journalières chez la femelle du groupe ALBV.

ridés, les conflits interspécifiques restent généralement minimes (Iwano, 1989). D'autres interactions ont été observées entre les groupes *Haplemur griseus* et *E. albifrons* (groupe ALBSM). Lorsque les individus de ces deux espèces se croisent, ils émettent des cris de menace réciproques. Il est cependant peu probable que ces deux espèces rentrent en compétition pour les sources de nourriture puisque le régime alimentaire du *H. griseus* est dominé par le bambou.

Besoins alimentaires du groupe ALBSM

Au cours de la période d'étude, le mâle s'est nourri de 15 espèces végétales. Chez *E. albifrons*, comme chez d'autres espèces de lémuriens, les éléments nutritionnels de plus grand intérêt sont le sucre contenu dans les fruits, les protéines et l'eau contenues dans les feuilles, c'est pourquoi ces deux types d'aliments sont les plus consommés (Mertl-Millhollen *et al.*, 2003). Les goyaviers-fraise (*Psidium cattleianum*) représentent plus de la moitié de l'alimentation du mâle (53,6 %) dont il consomme principalement les fruits (48,3 %), et les feuilles matures du *Melia sp.* constituent sa deuxième source de nourriture (13,2 %). Trois quarts des espèces consommées sont exotiques. Les lémuriens étant de très bons disperseurs de graines (Wright, 2006), les individus de ce groupe favorisent ainsi la multiplication d'espèces introduites. Cela constitue donc un enjeu important du futur plan d'aménagement de la Station Forestière d'Ivoloina dont l'objectif est de privilégier le développement d'espèces autochtones.

Conclusion

Cette étude sur les groupes d'*Eulemur albifrons* a apporté quelques données préliminaires sur l'écologie et le comportement de cette espèce. La taille du groupe, la taille du domaine vital et le comportement des individus sont influencés par la densité et la distribution des ressources alimentaires. Le groupe ALBSM est le mieux adapté à un environnement semi-naturel car il n'est pas dépendant de l'Homme pour s'alimenter. La connaissance de ses besoins alimentaires va permettre de prendre en compte les espèces d'arbres à préserver lors de la restauration forestière. Il serait donc important de poursuivre cette étude sur tous les groupes d'*E. albifrons*, ainsi que sur l'ensemble des lémuriens vivant en semi-liberté dans le parc, notamment dans une perspective de gestion durable de la faune du parc.

Remerciements

Je suis très reconnaissante envers Mlle An Bollen, directrice de Madagascar Fauna Group, et M. Fidy Rasambainarivo, vétérinaire du parc, qui m'ont encadrée et conseillée tout au long de cette étude. J'adresse mes remerciements à M. Jean-François Solofoniaina, pour son aide précieuse dans la reconnaissance des plantes. Je tiens à remercier M. Georges

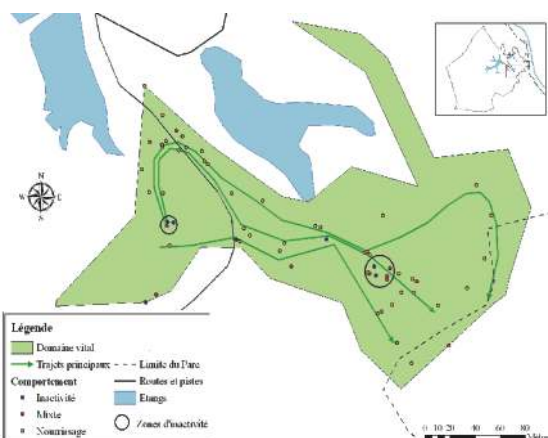


Fig. 3: Déplacements, zones d'inactivité et de nourrissage du groupe ALBSM.

ALBZ) qui, de temps en temps, expriment des comportements de menaces réciproques. Les activités quotidiennes, l'utilisation de l'habitat et les sources de nourriture ne sont pas assez hétérogènes pour permettre à ces espèces frugivores de s'éviter. La présence des lémurs à front blanc sur des sites de nourrissage n'est généralement pas tolérée par *V. variegata* qui les chasse régulièrement. En revanche, leur présence est habituellement ignorée quand ces deux espèces se rencontrent durant les déplacements. Chez les Lému-

Totozandry, soigneur animalier, ainsi que l'équipe du zoo pour le temps consacré à la capture et au transfert des lému-riens du village. Un grand merci à Mlle Lola Desbourdes, stagiaire forestière pour ses conseils et son aide dans la réalisation des cartographies. Enfin, je remercie toute l'équipe de Madagascar Fauna Group ainsi que toute l'équipe du Parc Ivoloïna pour leur accueil et leur disponibilité.

Références

- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227–267.
- Aron, S.; Passera, L. 2000. *Les Sociétés Animales: Évolution de la Coopération et Organisation Sociale*. DeBoeck Université, Bruxelles, Belgique.
- Balko, E. 1998. A behaviorally plastic response to forest composition and logging disturbance by *Varecia variegata variegata* in Ranomafana National Park, Madagascar. Ph.D. thesis, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY, USA.
- Garbutt, N. 1999. *Mammals of Madagascar*. Pica Press, Robertsbridge, UK.
- Iwano, T. 1989. Some observations of two kinds of Lemuridae (*Varecia variegata variegata* and *Lemur fulvus albifrons*) in the reserve of Nosy Mangabe. *Primates* 30: 241–248.
- Mertl-Millhollen, A.S.; Moret, E. S.; Felantsoa, D.; Rasamimanana, H.; Blumenfeld-Jones, K.C.; Jolly, A. 2003. Ring-tailed lemur home ranges correlate with food abundance and nutritional content at a time of environmental stress. *International Journal of Primatology* 24: 969–985.
- Mittermeier, R.A.; Konstant, W.R., Hawkins, A.F.A., Louis, E.E., Langrand, O., Ratsimbazafy, H.J., Rasoloarison, M.R., Ganzhorn, J.U., Rajaobelina, S., Tattersall, I.; Meyers, D. 2006. *Lemurs of Madagascar*. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Tattersall, I. 1982. *The Primates of Madagascar*. Columbia University Press, New York, USA.
- Vasey, N. 2002. Niche separation in *Varecia variegata rubra* and *Eulemur fulvus albifrons*: II. Intraspecific patterns. *American Journal of Physical Anthropology* 118: 169–183.
- Vasey, N. 2004. Circadian rhythms in diet and habitat use in red ruffed lemurs (*Varecia rubra*) and white-fronted brown lemurs (*Eulemur fulvus albifrons*). *American Journal of Physical Anthropology* 124: 353–363.
- Wright, P.C. 2006. Considering climate change effects in lemur ecology and conservation. Pp. 385–401. In: M. Gould; M.L. Sauther (eds.). *Lemurs: Ecology and Adaptation*. Springer, New York, USA.

Distribution and abundance of Milne Edwards' sportive lemur *Lepilemur edwardsi* in the Ankarafantsika National Park, northwestern Madagascar

Andriatahiana Z. Rabesandratana^{1*}, Romule Rakotondravony², Elke Zimmermann³

¹Faculty of Science, University of Toliara, Toliara 601, Madagascar

²Faculty of Science, University of Mahajanga, Mahajanga 401, Madagascar

³Institute of Zoology, University of Veterinary Medicine Hannover, Hannover, Germany

*Corresponding author: zat_rab@yahoo.fr

Key words: Milne Edwards'sportive lemur, Ankarafantsika National Park, census, abundance, loud calls

Abstract

The endemic lemurs of Madagascar comprise some of the most threatened primate taxa in the world, due to a loss of 80-90 % of forest habitats in Madagascar. Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*) is a nocturnal cat-sized and folivorous lemur, restricted to a small range in north-

western Madagascar, between the rivers Betsiboka and Mahajamba. This lemur belongs to the clingers and leapers and prefers old forest structures for locomotion and shelters during periods of inactivity. Whereas there is a lot of information on the abundance of this lemur species around the Ampijoroa forestry station in the Ankarafantsika National Park (ANP), its presence and abundance at other locations in the park are currently not known.

The goal of this paper is to present first data on the distribution and abundance of this species on a microgeographical scale within the ANP. These data are of high importance for further management and conservation strategies. Our 12-month study was performed in 2003 and 2004. We used four methods to assess the diversity and abundance of this lemur species at nine different study sites within the Park: nocturnal censuses of lemurs by direct observation, presence of loud calls, sleeping site controls during the day and lemur sightings by chance (night or day) around transects. We revealed that all four methods have to be used simultaneously to assess lemur presence reliably. Milne-Edwards' sportive lemur was present at all the nine study sites in the park, however at fairly low densities. The encounter frequency (median sightings/km) varied from 0 to 3 individuals/km across sites compared to 5 individuals/km at Ampijoroa JBA, a control site with a high density of tourists and researchers. The loud call frequency (median loud calls/km) ranged from 0 to 0.66 loud calls/km across sites. Findings suggest that canalized ecotourism and research provide best protection for Milne-Edwards' sportive lemur. Furthermore, results indicate that Park management plans should put high attention to effective Park supervision and the sensibilization of villagers to limit e.g. illegal poaching and logging, still present in the Park and negatively influencing the survival of lemurs, such as this medium-bodied lemur species.

Introduction

The endemic lemurs of Madagascar comprise some of the most threatened primate taxa in the world, owing to a loss of 80–90 % of forest habitats in Madagascar (Lehman *et al.*, 2005; Green and Sussman, 1990). The dry deciduous forest of the Ankarafantsika National Park (ANP) in northwestern Madagascar is highly important for conservation and ecotourism, since it represents the last remaining large forest area in this part of the country. Eight species of lemurs are known from the Park (Mittermeier *et al.*, 2010), including one diurnal (*Propithecus coquereli*), two cathemeral (*Eulemur fulvus*, *E. mongoz*) and five nocturnal species (*Avahi occidentalis*, *Cheirogaleus medius*, *Lepilemur edwardsi*, *Microcebus murinus* and *M. ravelobensis*).

Sportive lemurs, genus *Lepilemur*, are larger-bodied, folivorous lemurs. They belong to the clingers and leapers and prefer old forest structures for locomotion, both for their suitability for locomotion and because these structures provide them with sufficient shelters (usually tree holes) during periods of inactivity (Rasoloharijaona *et al.*, 2006). Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*) is restricted to a small range in northwestern Madagascar, between the Betsiboka and Mahajamba rivers (Craul *et al.*, 2009). Around the Ampijoroa forestry station in the ANP, where most previous studies on this species were performed, it lives in dispersed male–female pairs as the smallest social unit (Rasoloharijaona *et al.*, 2000; 2003, 2006). Pairs regularly engage in duet calling – duetting evolved as a mechanism to coordinate activities between pair partners dispersed in space (Méndez-Cárdenas and Zimmermann, 2009). Pair partners share the same home range, with suitable sleeping and feeding sites, and use sleeping sites and home ranges exclusively through-

out several months of the year. This lemur species reproduces seasonally. Females are in oestrous for a short period in May/June, most likely for only a few hours in a night, as is typical for lemurs (Randrianambinina *et al.*, 2007). *Lepilemur edwardsi* is highly threatened by human impacts, such as poaching, occurring at all sites in the ANP (Rabesandratana, 2006). Whereas there is a lot of information on the abundance of this lemur species around the Ampijoroa forestry station, where it occurs at a relative high density of five individuals per kilometre (Marquart, 2002), its presence and abundance at other locations in the ANP are currently not known.

The goal of the present article is to present data on the distribution and abundance of this species. These data are of great importance for further management and conservation strategies. A set of four different techniques was used to investigate the presence and abundance of this species in the ANP: nocturnal census; control of sleeping sites; presence of loud calls; and lemur sightings by chance around transects.

Methods

Study sites

The study was carried out in 22 microhabitats distributed at 9 sites that differed by their geographical positions and types of vegetation (Fig 1; Tab. 1).

Except for Ampijoroa JBA, every site showed destructions and disruptions of the forest to a greater or lesser extent, such as: holes for the collections of tubers; woodcutting; and bush fires. In all sites, except Ampijoroa JBA, a strong deterioration of the forest's stream, owing to the abusive exploitation of raffia, was seen.

Assessment of the diversity and abundance of sportive lemurs

We installed a total of 21 transects of 1 km at each study site. Each transect crossed specific habitat types (this is why the number of transects varies from one to three per site – a transect corresponds to a habitat). The number of nocturnal censuses by transect ranged from one to six, depending on the observer's insecurity and isolation of sites in some places (Komandria, Andofombobe). The nocturnal census was made along a transect by two persons equipped with a headlamp. Every census walk started 20 minutes after dusk and the census walk of a transect lasted 1 hour. *Lepilemur edwardsi* has a tapetum lucidum and can be spotted easily during census walks by the reflection of eye shine.

Tab. 1: List of the sites studied in the Ankarafantsika National Park and descriptions of every type of habitat by transect according to Rakotondravony and Radespiel (2007) and Marquart (2002); Site 10 was used for comparison. Data were collected by Marquart (2002).

Site		Transect	Description of the habitat
No	Name		
1	Ambanjakely (46°53'E; 16°11'S)	1.1	Dry deciduous dense forest, less damaged, early fires
		1.2	Sub-humid dense and dry deciduous forest, more damaged by fires
		1.3	Dry deciduous forest, more damaged
2	Ampatika (47°07'E; 16°03'S)	2.1	Dry deciduous dense forest, more damaged
		2.2	Deciduous dense and sub-humid forest, less damaged
3	Beronono (47°09'E; 16°00'S)	3.1	Dry deciduous dense forest, more damaged, close to the village Beronono
		3.2	
4	Bevazaha (47°08'E; 16°14 S)	4.1	Good state of gallery forest with elevated tree
		4.2	Dry deciduous forest, less damaged
5	Ankoririka (47°02'E; 10°16 S)	5.1	Sub-humid forest, more damaged
		5.2	Dry semi-deciduous forest, less damaged
		5.3	Dry dense forest, less damaged
6	Andoharano (47°47'E; 16°17'S)	6.1	Dry semi-deciduous dense forest, more damaged by wood cutting and fires
		6.2	Dry deciduous, damaged by fires
		6.3	
7	Andofombobe (46°55'E; 16°19' S)	7.1	Good state of dry deciduous dense forest
		7.2	Good state of dry semi-deciduous dense forest
		7.3	Gallery forest, damaged by wood cutting
8	Ambodimanga (46°49'E; 16°18'S)	8	Dry deciduous forest, more damaged by wood cutting and fires
9	Komandria (46°39'E; 16°21'S)	9.1	Dry semi-deciduous dense forest, damaged
		9.2	Dry deciduous forest, more damaged
10	Ampijoroa JBA (46°48'E; 16°19'S)	10	Good state of dry deciduous dense forest

Four different methods were used to assess the presence and abundance of lemurs at the respective study sites: (1) census of lemurs by direct observation at every site after dusk; (2) census by loud calls; (3) sleeping site controls during the day; and (4) lemur sightings by chance (night or day) around the transect. Before setting up in a site, it was necessary to verify the presence of lemurs during the day and the night.

Data analyses

For the nocturnal census-walks, we used descriptive statistics to calculate the median number of animal sighting per kilometre and transect (this was the same for the median number of loud calls per kilometre). We used analysis of variance (ANOVA) to test the influence of the sites on the number of animal sightings per kilometre and the number of loud calls per kilometre, respectively.

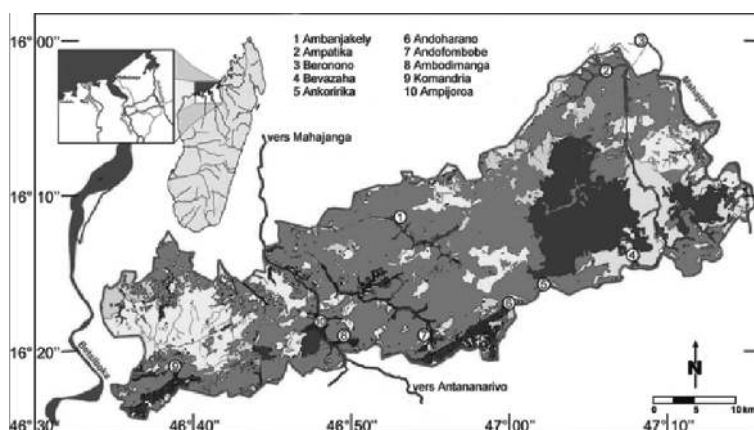


Fig. 1: Ankarafantsika National Park with the 10 study sites according to Rakotondravony and Radespiel (2007).

Results and discussion

Presence of *Lepilemur edwardsi* in the ANP

Table 2 shows the presence of *L. edwardsi* in the nine sites of the ANP according to the four different methods. *Lepilemur edwardsi* was present at all nine sites of the ANP. In Beronono (No. 3), no animal was observed directly during the censuses, but some loud calls were heard. Conversely, in Ambodimanga (No. 8), animals were observed, but no loud calls were heard during the censuses. In Komandria (No. 9), the animals were neither seen nor heard, but localised in a sleeping site close to the trail. Thus, to affirm the presence of *L. edwardsi* at a given site, it is best to do a rapid assessment by combining all four methods used here.

Tab. 2: Presence of *Lepilemur edwardsi* in the Ankarafantsika National Park (+, presence; –, absence).

Site name (No.)	Controls by chance	Nocturnal sighting of animals in the transect	Loud call behaviour in the transect	Diurnal control of sleeping sites
Ambanjakely (1)	+	+	+	+
Ampatika (2)	+	+	+	+
Beronono (3)	+	–	+	+
Bevazaha (4)	+	+	+	+
Ankoririka (5)	+	+	+	+
Andoharano (6)	–	+	+	+
Andofombobe (7)	+	+	+	+
Ambodimanga (8)	+	+	–	+
Komandria (9)	–	–	–	+

Abundance of *L. edwardsi* in the ANP

The abundance of *L. edwardsi* at a site was calculated by the median number of animals seen per kilometre. In the same way, the loud calling activity was determined. Table 3 shows that the abundance (median sightings per kilometre) varies from zero to three individuals across sites. This density is low compared with that of Ampijoroa JBA, which had a relative abundance of five individuals per kilometre (Marquart, 2002). The proximity of study site Ampijoroa JBA to the infrastructure of the Ampijoroa forestry station seems to offer a certain security for the lemurs, especially with regard to poaching, favouring a higher density near the forestry station.

Tab. 3: Data from census-walks of *Lepilemur edwardsi* in the Ankarafantsika National Park.

Site name (No.)	Median sightings km ⁻¹ (min–max)	Median loud calls km ⁻¹ (min–max)
Ambanjakely (1)	1.25 (0.33–1.33)	0.00 (0.00–0.33)
Ampatika (2)	2.00 (1.33–4.00)	0.50 (0.00–1.00)
Beronono (3)	0.00	0.58 (0.00–1.16)
Bevazaha (4)	0.92 (0.00–1.85)	0.00
Ankoririka (5)	0.69 (0.23–1.11)	0.00 (0.00–0.25)
Andoharano (6)	0.00 (0.00–0.33)	0.33 (0.00–1.00)
Andofombobe (7)	3.00 (0.33–5.33)	0.66 (0.00–2.00)
Ambodimanga (8)	3.00	0.00
Komandria (9)	0.00	0.00

Tree logging within the ANP, and the intensive exploitation of raffia at the study sites Andoharano, Beronono and Komandria, seemed to affect the density of the sportive lemurs negatively, whereas there was a lesser impact on mouse lemurs (Rakotondravony and Radespiel, 2007). The ANOVA test demonstrated that there was no significant influence of the sites on the mean numbers of animals sighted per kilometre of transect.

MacKinnon and MacKinnon (1986a, b) stated that the mean size required for viable populations for conservation is 5250 individuals per population. Milne-Edwards' sportive lemur is pair-bonded and defends territories of about 1 ha (Rasoloharijaona *et al.*, 2003; Rasoloharijaona *et al.*, 2006). This means that a minimum area of 2625 ha of undisturbed forest in the ANP must be protected to ensure the viability of the population of this species.

Loud calling behaviour

Table 3 illustrates that in all sites, the median number of loud calls was low (0.00–0.66 km⁻¹). At the study sites Bevazaha, Ankoririka, Komandria and Ambodimanga, the proximity of the sites to the village seem to affect loud calling behaviour since we did not hear any vocalisations at these sites. However, the ANOVA test revealed that there was no significant influence of site on the mean number of loud calls per kilometre of transects. In addition, there was no significant relationship between the median number of sightings per kilometre and median number of loud calls per kilometre.

General conclusion

The present study has revealed that despite of the fact that Milne-Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*) is present at all study sites in the ANP, it occurs at fairly low densities compared with the study site Ampijoroa JBA. Close to villages, *L. edwardsi* occurs in lower densities, and shows more discreet behaviour by vocalising rarely. This latter result is of particular concern, given that vocalisations are integral to maintaining pair bonds, and thus mating behaviour. As habitat becomes more damaged, and human influence negatively affects the behaviour, the density of *L. edwardsi* is sure to diminish. Owing to its restricted distribution and the negative effect of human settlements on the abundance of this species, it appears to be more threatened than previously assumed. At Ampijoroa JBA, this lemur species showed the highest density in the present study. This site differs from the other study sites by a high density of researchers and tourists. Thus, our findings suggest that canalised ecotourism and research seems to provide the best protection for this species; e.g. from illegal poaching and logging of its habitats. Future management plans should provide more effort towards park supervision, in demarking the limits of the park and in regular patrols to limit poaching and setting illegal fires, for example. Awareness of these issues should be conveyed to the villagers to increase their understanding of the conservation of the lemurs and their habitats.

Acknowledgements

Our most sincere acknowledgments go to the Direction Générale des Eaux et Forêts, ANGAP and the Direction du Parc National Ankarafantsika, who gave us the permission to work in the park. We thank the guides and our colleagues in the field for their logistical and practical support. This work was supported by DAAD.

References

- Craul, M.; Chikhi, L.; Sousa, V.; Olivieri, G.L.; Rabesandratana, A.Z.; Zimmermann E.; Radespiel, U. 2009. Influence of forest fragmentation on an endangered large-bodied lemur in north-western Madagascar. *Biological Conservation* 142: 2862–2871.
- Green, G.M.; Sussman, R.W. 1990. Deforestation history of the eastern rain forests of Madagascar from satellite images. *Science* 248: 212–215.
- Lehman, S.M.; Rajaonson, A.; Day, S. 2005. Lemur community composition in the Vohibola III Classified Forest, SE Madagascar. *Lemur News* 10: 16–19.

- MacKinnon, J.R.; MacKinnon K. 1986a. Review of the Protected Areas System in the Afrotropical Realm. IUCN, United Nations Environment Programme, Gland, Switzerland.
- MacKinnon, J.R.; MacKinnon K. 1986b. Review of the Protected Areas System in the Indo-Malayan Realm. IUCN, United Nations Environment Programme, Gland, Switzerland.
- Marquart, K. 2002. Vorkommen und Populationsdichte von Mausmakis und anderen Lemuren in zwei unterschiedlichen Trockenwald-Gebieten in der Region Ankarafantsika, Nord-west-Madagaskar. Ph.D. thesis, Universität Hannover, Germany.
- Méndez-Cárdenas, M.G.; Zimmermann, E. 2009. Duetting – a mechanism to strengthen pair bonds in a dispersed pair-living primate (*Lepilemur edwardsi*)? American Journal of Physical Anthropology 139: 523–532.
- Mittermeier, R.A.; Louis Jr., E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; Hawkins, F.; Rajaobelina, S.; Ratsimbazafy, J.; Rasoloarison, R.; Roos, C.; Kappeler, P.M.; MacKinnon, J. 2010. Family Lepilemuridae. Pp. 231–313. In: Lemurs of Madagascar. Third edition. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Rabesandratana, A.Z. 2006. Variations microgéographiques et bioacoustiques de *Lepilemur edwardsi* (Geoffroy, 1858) dans le Parc National Ankarafantsika (région Nord-Ouest de Madagascar). Ph.D. thesis, University of Antananarivo, Madagascar.
- Rakotondravony, R.; Radespiel, U. 2007. Variation de la distribution de deux espèces de microcèbes dans le Parc National Ankarafantsika. Lemur News 12: 31–34.
- Randrianambinina, B.; Mbotizafy, S.; Rasoloharijaona, S.; Ravaohangimalala, R.; Zimmermann, E. 2007. Seasonality in reproduction of *Lepilemur edwardsi*. International Journal of Primatology 28: 783–790.
- Rasoloharijaona, S.; Rakotosamimanana, B.; Zimmermann, E. 2000. Infanticide by a male Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*) in Ampijoroa NW Madagascar. International Journal of Primatology 21: 41–45.
- Rasoloharijaona, S.; Rakotosamimanana, B.; Randrianambinina, B.; Zimmermann, E. 2003. Pair-specific usage of sleeping sites and their implications for social organization in a nocturnal Malagasy primate, the Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*). American Journal of Physical Anthropology 122: 251–258.
- Rasoloharijaona, S.; Randrianambinina, B.; Braune, P. and Zimmermann E. 2006. Loud calling, spacing, and cohesiveness in a nocturnal primate, Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*). American Journal of Physical Anthropology 129: 591–600.

Line-transect distance sampling versus a new vocalisation method to estimate crowned lemur (*Eulemur coronatus*) and Sanford's brown lemur (*Eulemur sanfordi*) population densities

Andrew J. Lowin

Society for Environmental Exploration/Frontier, 50–52 Rivington Street, London EC2A 3QP, UK,
research@frontier.ac.uk; andrewlowin@hotmail.com

Key words: lemur population estimates, line-transect distance sampling, *Eulemur coronatus*, *Eulemur sanfordi*

Abstract

Population assessments of wild primates provide valuable data for both current and future conservation programmes. However, the most commonly used method of line-transect distance sampling can be biased, in that it can lead to an over- or underestimation of primate densities. Thus, in order to best inform conservation programmes, population assessments would benefit from the development of more reliable methods. Herein, I present a newly developed vocalisation sampling method, and compare this method with a more traditional line-transect distance sampling method to estimate

densities of *Eulemur coronatus* and *Eulemur sanfordi* populations in three forest fragments between Montagne d'Ambre National Park and Ankarana Special Reserve. Results from traditional line-transect distance surveys analysed using the DISTANCE 5.0 computer program range from 0.29 to 0.77 individuals ha⁻¹ (mean = 0.51 ± 0.29 SD) for *E. coronatus* and from 0.28 to 1.00 individuals ha⁻¹ (mean = 0.56 ± 0.32 SD) for *E. sanfordi*. The territory vocalisation sampling method yielded estimates ranging from 0.18 to 0.46 individuals ha⁻¹ (mean = 0.28 ± 0.15 SD) for *E. coronatus* and from 0.09 to 0.14 individuals ha⁻¹ (mean = 0.11; SD ± 0.252) for *E. sanfordi*. The estimates yielded by the line-transect method are, on average, 71 % greater than those achieved by the vocalisation method, with density estimates from other studies in the surrounding area more closely resembling results from the vocalisation method. Findings from the present study support the argument that line-transect sampling may not be an appropriate method to estimate densities of some lemur species as a result of its biases leading to overestimations. The new method described may be a more reliable method to use in the future.

Introduction

Lemurs are forest-dependant species that are endemic to Madagascar, with several species among the most threatened primate taxa in the world (Mittermeier *et al.*, 1992; Ganzhorn *et al.*, 1996–1997; Ganzhorn *et al.*, 2000). According to Mittermeier *et al.* (2010) there are currently 99 recognised lemur species, over half of which will be at risk of extinction over the next few decades.

Effective conservation of any species requires accurate information on its distribution, densities, habitat preferences, and reaction to disturbance (Van Schaik *et al.*, 1995; Brugière and Fleur, 2000). Thus, in order to help guide future management plans and to target particular areas for their conservation, further studies of lemur population densities are needed (Irwin *et al.*, 2005; Hassel-Finnegan *et al.*, 2008).

Line-transect surveys are often the preferred method used to estimate lemur densities (Hawkins *et al.*, 1990; Müller *et al.*, 2000; Lehman *et al.*, 2006). They are believed to provide distribution and abundance data in a relatively short period (Struhsaker, 1981) compared with long-term home range and population overlap studies (Brockelman and Ali, 1987; Chapman *et al.*, 1988). However, line-transect censuses are regarded as having five basic assumptions that cannot always be met (Burnham *et al.*, 1980; Buckland *et al.*, 1993): (1) that all animals along the transect are detected; (2) that animals are detected at their initial location, prior to any movement in response to the observer; and are not counted twice; (3) that animals of target species move slowly relative to the speed of the observer; (4) that distances from the transect are measured accurately; and (5) that detections are independent events. With all of these assumptions, this method requires that a standardised data collection protocol is followed and that observers practice surveying before collecting data in the field (Peres, 1999).

What is more, because a substantial number of sightings are required before line-transect data can be considered reliable (Buckland *et al.*, 2001), this method also requires repeated surveys of a single area in order to gain a true representation of a population. Populations with low densities or under high hunting pressure may make gaining enough sightings for reliable data particularly difficult, and may lead surveyors to assume that because no animals were recorded during a survey, the area of interest does not contain a population, or that individuals are only found at low densities. Moreover, line-transect surveys have been found to under-estimate system-

atically primate densities in forests and may be especially unsuitable for short-term studies (Skorupa, 1987). Primate species that tend to vocalise consistently at certain times of day or that are visually cryptic are now often surveyed using auditory triangulation methods (Estrada *et al.*, 2003; Geissmann and Nijman, 2006; Aldrich *et al.*, 2008). Vocalisation studies such as these have been used to offer a non-invasive method to estimate primate population densities (Zimmermann *et al.*, 2000; Ross and Geissmann, 2007). In forest fragments between Montagne d’Ambre Parc National and Ankarana Réserve Spéciale in northern Madagascar, regular territory vocalisations of two lemur species can be heard: *Eulemur coronatus*, with its piercing scream and *Eulemur sanfordi*, with its rasping, guttural, vocalisation. Because vocalisations of both *E. coronatus* and *E. sanfordi* can be consistently heard at dusk, these species lend themselves to the use of similar survey techniques. In the present study, I tested the hypothesis that auditory lemur density estimates will yield better/more accurate results than those using distance sampling during line-transect surveys. During the study, neither species was directly observed, but territory calls were regularly heard; to estimate population densities, these calls were recorded from survey points around each forest. This method has the advantage of not being affected by the bias of visual detectability (Skorupa, 1987) and that dense forests without extensive access can be easily surveyed from outside the forest interiors. If either species is present within a forest they will predictably make vocalisations at dusk, requiring fewer surveys of forests, allowing larger areas to be surveyed, and thus increasing survey efficiency. While this method is appropriate for highly vocal species such as *E. sanfordi* and *E. coronatus*, this method assumes that taxa will make regular territory vocalisations, and thus might not be appropriate in all cases. The information recorded during surveys can either be used to estimate group densities or used as a rapid assessment technique to survey presence or absence of a taxon – data which are important for helping to conserve biodiversity, especially when applied to studies of meta-population dynamics (Brotons *et al.*, 2004; Gaston and Rodrigues, 2003).

Method

Study site

The study region is situated approximately 90 km south of Antsiranana (Diego Suarez), between Montagne d’Ambre National Park to the north and Ankarana Special Reserve to the south, near the small commercial settlement of Anivorano (Fig. 1). All three survey areas can be described as dry deciduous forests, which are subjected to high levels of human disturbance (Lowin, 2011). Tab. 1 provides the geo-coordinates, altitude and size of each forest.

Tab. 1: Geographical coordinates, altitude, and size of the three forests surveyed.

Site	Coordinates	Altitude (m)	Size (ha)
Ankaz	12° 45'03.7"S 049° 08'57.1"E	558	363
Antsolipa	12° 46'07.3" S 049° 09'23.6" E	507	138
Bat Roost	12° 45'16.1"S 049° 10'01.3"E	502	66

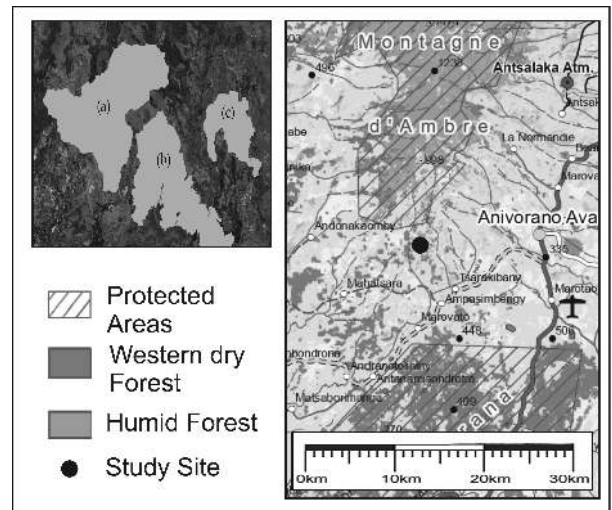


Fig. 1. Map of study sites. (a) Ankaz, (b) Antsolipa, and (c) Bat Roost.

Data collection

Line-transect surveys: All surveys were carried out during May 2010 along 1-km straight-line transects, which were established in each of the three forests surveyed and followed paths that ran directly through the forests. Each transect was surveyed 12 times (6 at dawn and 6 at dusk) by 4 observers. Transects were walked slowly (2 km h⁻¹), frequently stopping to listen for movement in the canopy or lemur vocalisations. Upon detecting a lemur, the following data were recorded: (1) species; (2) size of group; and (3) perpendicular distance from transect to the first animal detected. Surveyors measured the perpendicular distance (as required by the DISTANCE computer program) from the transect line with a measuring tape, unless the under-story was too thick, in which case the distance was estimated.

Vocalisation surveys: These surveys, too, took place in May 2010 over five evenings. Vantage points were selected in and around each of the three forests where two surveyors recorded vocalisations made at dusk by groups of both species. The number of observation points depended upon the size of the forest. Surveyors remained in a single vantage point and listened for species-specific vocalisations/territory calls. Upon auditory detection, the lemur species was recorded. Only vocalisations estimated to be >100 m apart were counted as individual groups. If after a 10-minute period, a group was heard >100 m away from its original position, then it was not counted as a new group. This assumes that a group can travel to a different area over 100 m away during a 10-minute period, thus to try and avoid recounting groups it must be ignored. On returning to camp, the number of lemur groups recorded by each group of surveyors was totalled; this total was then divided by the number of surveyor groups to gain a mean number of groups recorded.

Data analysis

Line-transect surveys: The computer program DISTANCE 5.0 was used to estimate individual densities independently for each species and forest, as described by Buckland *et al.* (2001).

Vocalisation surveys: As the vocalisation method estimates group numbers per hectare, rather than individuals, I devised a method that would estimate the number of individuals in a group, so that total population estimates could be given. Using the mean group size (n = 4 for both species) based upon 36 visual encounters, I multiplied the vocalisation method es-

timates by 4 to estimate individual densities per hectare. I then estimated population size for each species in each forest by multiplying the forest size (ha) by the estimated population density (individuals ha⁻¹).

Results

Line-transect surveys

A total of 21 *Eulemur coronatus* and 15 *Eulemur sanfordi* groups were recorded and their individual densities estimated by DISTANCE are shown in Tab. 2. Estimates ranged from 0.29 to 0.77 individuals ha⁻¹ (mean = 0.51 ± 0.29 SD) for *E. coronatus* and from 0.28 to 1.00 individuals ha⁻¹ (mean = 0.56 ± 0.32 SD) for *E. sanfordi*. The total survey effort for each forest was 12 km (12 [transect walks] × 1 km [transect length]).

Tab. 2: DISTANCE-calculated estimated individual densities for *Eulemur coronatus* and *Eulemur sanfordi* populations in the three forests surveyed. n: number of observations; CV: coefficient of variation; CI: confidence intervals.

Study area	Species	n	Density (ha ⁻¹) ± SE	% CV	95% CI
Ankaz	<i>E. coronatus</i>	13	0.47 ± 0.17	37.43	0.22–0.96
	<i>E. sanfordi</i>	9	1.00 ± 0.48	48.09	0.39–2.54
Antsolipa	<i>E. coronatus</i>	3	0.29 ± 0.25	87.14	0.57–1.47
	<i>E. sanfordi</i>	4	0.39 ± 0.22	58.27	0.12–1.23
Bat Roost	<i>E. coronatus</i>	5	0.77 ± 0.46	60.82	0.22–2.62
	<i>E. sanfordi</i>	2	0.28 ± 0.25	89.14	0.46–1.81

Vocalisation surveys

A total of 39 *E. coronatus* and 15 *E. sanfordi* groups were recorded and their individual densities are shown in Tab. 3. Estimates ranged from 0.18 to 0.46 individuals ha⁻¹ (mean = 0.28 ± 0.15 SD) for *E. coronatus* and from 0.09 to 0.14 individuals ha⁻¹ (mean = 0.11 ± 0.25 SD) for *E. sanfordi*. The largest forest, Ankaz, had 15 survey points, followed by Antsolipa with 11, and then Bat Roost with only 1. The two larger forests were surveyed over two evenings but the smaller Bat Roost forest took only one evening.

Tab. 3: Vocalisation method-estimated individual densities for *Eulemur coronatus* and *Eulemur sanfordi* populations in the three forests surveyed. n: number of observations; CV: coefficient of variation; CI: confidence intervals.

Study area	Species	n	Density (ha ⁻¹) ± SE	% CV	95% CI
Ankaz	<i>E. coronatus</i>	80	0.22 ± 0.15	48.5	0.079–0.952
	<i>E. sanfordi</i>	32	0.09 ± 0.25	16.9	0.013–0.158
Antsolipa	<i>E. coronatus</i>	64	0.46 ± 0.15	48.5	0.079–0.952
	<i>E. sanfordi</i>	20	0.14 ± 0.252	16.9	0.013–0.158
Bat Roost	<i>E. coronatus</i>	12	0.18 ± 0.15	48.5	0.079–0.952
	<i>E. sanfordi</i>	8	0.12 ± 0.25	16.9	0.013–0.158

Population estimates

The population estimates given by DISTANCE for *E. sanfordi* in each forest were between 58 and 91 % (mean = 71 %) greater than those given by the vocalisation method (Tab. 4). The population estimates given by DISTANCE for *E. coronatus* in each forest were between 59 % lower and 76 % greater than those given by the vocalisation method (Tab. 4); only the *E. coronatus* population in Antsolipa was estimated to be smaller by DISTANCE than by the vocalisation method.

Tab. 4: Total population estimates from both survey methods.

Study area	<i>Eulemur sanfordi</i>		<i>Eulemur coronatus</i>	
	Vocalisation	DISTANCE	Vocalisation	DISTANCE
Ankaz	32	364	80	169
Antsolipa	20	54	64	40
Bat Roost	8	19	12	51

Discussion

Results presented here demonstrate that population estimates given by DISTANCE are, on average, 71% greater than those given by the vocalisation sampling method. This difference clearly highlights that one method is providing either an over-estimate or an under-estimate of lemur population densities within these three sites. As we do not have any long-term population monitoring information, such as a home-range size and overlap studies, the only information we have to compare the two methods with is that of Hawkins *et al.*'s (1990) study of Ankarana Réserve Spéciale, which is approximately 15 km away from the study site in the present research.

Hawkins *et al.* (1990) believed that the density of *Eulemur coronatus* and *Eulemur sanfordi* was in some places up to 5 individuals ha⁻¹, which is 10 times more than the estimates given by the present study. Compared with our study site, we would expect greater densities in Ankarana as: (1) Ankarana Special Reserve is a protected area and was granted this status because it was of particular conservation importance because of its unique environment (Cardiff and Befourouack, 2003); and (2) Ankarana is a protected area and threats from anthropogenic pressures are likely to be limited in comparison with our study region.

Method comparison

Line-transect surveys: Though distance sampling is typically considered the most practical method of estimating primate densities (Plumptre, 2000; Struhsaker, 1997), the method relies on a small number of key assumptions, and if these are not met, estimates of abundance can have substantial bias (Buckland *et al.*, 2001; Buckland *et al.*, 2010; Marshall *et al.*, 2008). For example, several recent studies have found that distance sampling has over-estimated densities (Hassel-Finnegan *et al.*, 2008; Struhsaker, 1981; Fashing and Cords 2000). Our estimations from the line-transect surveys were, on average, 71 % greater for *E. sanfordi* and 23 % greater for *E. coronatus*, compared with those of the vocalisation surveys.

One reason for this may be that the "perpendicular distance to the first individual" used in line-transects has the effect of underestimating the perpendicular distance of each group and, therefore, increasing the number of groups in the lowest distance bands (Marshall *et al.*, 2008) because the first individual encountered is usually closer to the transect than the rest of the group. The bias of detectability also makes this method unsuitable for studies such as the one described herein, as distance sampling assumes that all animals will be seen along the transect. It is also the comparison of the number of animals detected at greater distances with the number detected along the transect line that allows detectability to be modelled (Buckland *et al.*, 2001). In almost every sighting during the present research the lemurs had been disturbed by our presence before we had observed them. Thus, the majority of sightings during our surveys were of lemurs fleeing the observers and, as a consequence, were recorded as being further away from the transect line (again inflating estimates).

The success of distance sampling methods also depends upon the accuracy with which the distance to each animal is

measured (Buckland *et al.*, 2001). In the forest fragments we surveyed, the understorey was often too thick to allow the use of a tape measure, so distances were estimated, again creating a source of error. Many lemurs may also have gone undetected owing to this thick cover.

Finally, Buckland *et al.* (2001) believe that if distance-based estimates are to be accurate then a large number of animals need to be observed, with 60–80 being the recommended minimum. To gain this number of observations would have taken many more surveys. Even as a presence/absence method this type of survey is flawed as it is very easy to miss a lemur during a transect walk, meaning it must then be assumed that there is no lemur population present.

Vocalisation surveys: As stated previously, the auditory method is only suitable for species that have predictable territorial vocalisations and ecology. For use with other primate species, the method may have to be modified. For *E. coronatus* and *E. sanfordi*, however, it is an ideal method to gain presence/absence data quickly in forest fragments because one surveyor can gain reliable data in even a single evening. With a team of surveyors, group densities can be determined in larger forest fragments. There is always the possibility of a group not making any vocalisations, but by repeating surveys over several evenings, the reliability of the data increases. This method is particularly suitable for forest fragments, as surveyors do not actually have to enter forests and cause disturbance by creating transects or suffer difficulty in seeing animals in the thick forest cover.

Unfortunately, several confounding factors remain: (1) during heavy rain both species made far fewer territorial vocalisations, making detectability difficult; (2) groups of both species are known to overlap, particularly during the rainy season (Freed, 1996) and, therefore, the need for the use of territory vocalisations may increase; (3) unless data can be obtained on average group numbers (as in the present study) it is only possible to estimate group densities; (4) when counting groups during the survey work, a source of bias may be encountered when the estimations of distances between groups are incorrect, thus effecting density estimates; and (5) Freed (1996) observed groups of both species splitting into smaller sub-groups in order to maximise their foraging efficiency during times of low food availability – this could possibly mean that the number of groups heard would be inflated as smaller sub-groups may also be communicating.

Conclusion

As expected, both survey methods estimated lower densities of each species compared with those found by Hawkins *et al.* (1990) in the nearby protected area of Ankarana Réserve Spéciale. The density estimations of the line-transect surveys were greater than those provided by the vocalisation sampling method and, therefore, closer to those of Hawkins *et al.* (1990). However, with no control density data available for the area it is difficult to say absolutely which of the two methods is more accurate. Data obtained from the Bat Roost forest on *E. coronatus* support the argument that line-transect surveys over-estimated densities.

The total population estimate for *Eulemur coronatus* in Bat Roost, the smallest forest fragment (66 ha), was 51 individuals. This seems notably high when compared with Antsolipa forest, which is over twice the size of Bat Roost and only estimates a population of 40 *E. coronatus*. As the two forests are only 2 km apart and appear to have identical habitat, it is difficult to believe that the number of *E. coronatus* is greater in the smaller Bat Roost forest. Anecdotally, Bat Roost appeared to contain fewer *E. coronatus* than Antsolipa. As Bat Roost was

such a small fragment, it quickly became clear from time spent in the forest that there were never more than three groups of *E. coronatus* present. Furthermore, both sightings and vocalisations suggest that *E. coronatus* was more common than *Eulemur sanfordi* in all the forests surveyed. The estimates from the vocalisation surveys support this but the estimates from the line-transect surveys do not. In fact, *E. sanfordi* was estimated by the line-transect surveys to be in greater density in all of the forests except Bat Roost. Based upon this evidence, I believe that the line-transect survey method over-estimated densities of both species in all of the forests surveyed.

Summary

- (1) Our line-transect estimates are in agreement with other comparative line-transect studies; this method appeared to over-estimate densities for both species compared with those calculated using our vocalisation sampling method.
- (2) The line-transect estimates were closer to, but still notably smaller than, those published from the nearby reserve with a similar habitat.
- (3) For surveying vocal species, the new vocalisation method described here requires fewer surveys relative to those required of line-transect surveys in order to provide both presence/absence data and density estimates.
- (4) The new vocalisation method described here does not create the same level of disturbance as line-transect surveys, but may be subject to some of the same biases.

Acknowledgements

I would especially like to thank Dr Ben Freed for all of his support during my time in Madagascar. Dr Freed invited me on a field trip into the Cap d'Ambre during August 2009 where he taught me to listen for the vocalisations of *E. coronatus* and *E. sanfordi*. I would also like to thank all of the students from Frontier who helped with the fieldwork, especially Freya Weston and Joe Ford. Finally, I would like to thank Andrea Baden for all of her editing support.

References

- Aldrich, B.; Molleson, L.; Nekaris, K.A.I. 2008. Vocalisations as a conservation tool: an auditory survey of the Andean titi monkey *Callicebus oenanthe* Thomas, 1924 (Mammalia: Primates: Pitheciidae) at Tarangue, Northern Peru. *Contributions to Zoology* 77: 1–6.
- Brockelman, W.Y.; Ali, R. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate populations. Pp. 23–62. In: C.W. Marsh; R.A. Mittermeier (eds.). *Primate Conservation in the Tropical Rainforest*. Alan R. Liss, New York, USA.
- Brotons, L.; Thuiller, W.; Araújo, M.B.; Hirzel, A.H. 2004. Presence-absence vs. presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography* 27: 165–172.
- Brugière, D.; Fleur, M. 2000. Estimating primate densities using home range and line transect methods: a comparative test with the black colobus monkey (*Colobus satanas*). *Primates* 41: 373–382.
- Buckland, S.T.; Anderson, D.R.; Burnham, K.P.; Laake, J.L. 1993. *Distance Sampling*. Chapman and Hall, London, UK.
- Buckland, S.T.; Anderson, D.R.; Burnham, K.P. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Buckland, S.T.; Plumptre, A.J.; Thomas, L.; Rexstad, E.A. 2010. Design and analysis of line transect surveys for primates. *International Journal of Primatology* 31: 833–847.
- Burnham, K.P.; Anderson, D.R.; Laake, J.L. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs* 72: 1–202.
- Cardiff, S.; Befourouack, J. 2003. The Réserve Spéciale d'Ankarana. Pp. 1501–1507. In: S.M. Goodman; J.P. Benstead (eds.). *The Natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.

- Chapman, C.; Fedigan, L.M.; Fedigan, L. 1988. A comparison of transect methods of estimating population densities of Costa Rican primates. *Brenesia* 30: 67–80.
- Estrada, A.; Luecke, L.; van Belle, S.; Barrueta, E.; Rosales-Meda, M. 2003. Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilan, Mexico and Tikal, Guatemala. *Primates* 45: 33–39.
- Fashing, P.J., Cords, M., 2000. Diurnal primate densities and biomass in the Kakamega Forest: an evaluation of census methods and a comparison with other forests. *American Journal of Primatology* 50: 139–152.
- Freed, B.Z. 1996. Co-occurrence amongst crowned lemurs (*Eulemur cononatus*) and Sanford's Brown lemurs (*Eulemur fulvus sanfordi*) of Madagascar. Ph.D. thesis, Washington University, St. Louis, USA.
- Ganzhorn, J.U.; Langrand, O.; Wright, P.C.; O'Connor, S.; Rakotosamimanana, B.; Feistner, A.T.C.; Rumpel, Y. 1996–1997. The state of lemur conservation in Madagascar. *Primate Conservation* 17: 70–86.
- Ganzhorn, J.U.; Goodman, S.M.; Ramanamanjato, J.B.; Ralison, J.; Rakotoandravony, D.; Rakotosamimanana, B. 2000. Effects of fragmentation and assessing minimum viable populations of lemurs in Madagascar. Pp. 265–272. In: G. Rheinwald (ed.). *Isolated Vertebrate Communities in the Tropics*. Museum Alexander Koenig, Bonn, Germany.
- Gaston, K.J.; Rodrigues, A.S.L. 2003. Reserve selection in regions with poor biological data. *Conservation Biology* 17: 188–195.
- Geissmann, T.; Nijman, V. 2006. Calling in wild silvery gibbons (*Hylobates moloch*) in Java (Indonesia): behavior, phylogeny, and conservation. *American Journal of Primatology* 68: 1–19.
- Hassel-Finnegan, H.M.; Borries, C.; Larney, E.; Umponjan, M.; Koenig, A. 2008. How reliable are density estimates for diurnal primates? *International Journal of Primatology* 29: 1175–1187.
- Hawkins, A.F.A.; Chapman, P.; Ganzhorn, J.U.; Bloxam, Q.M.C.; Barlow, S.C.; Tonge, S.J. 1990. Vertebrate conservation in Ankarana Special Reserve, northern Madagascar. *Biological Conservation* 54: 83–110.
- Irwin, M.T.; Johnson, S.E.; Steig E.; Wright, P.C. 2005. The state of lemur conservation in south-eastern Madagascar: population and habitat assessments for diurnal and cathemeral lemurs using surveys, satellite imagery and GIS. *Oryx* 39: 204–218.
- Lehman, S.M.; Rajaonson, A.; Day, S. 2006. Edge effects and their influence on lemur density and distribution in south-east Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 129: 232–241.
- Lowin, A.J. 2011. *Lepilemur* feeding observations from Northern Madagascar. *Lemur News* 15: 20–21.
- 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: 1–11.
- Mittermeier, R.A.; Konstant, W.R.; Nicoll, M.E.; Langrand, O. 1992. Lemurs of Madagascar. An Action Plan for their Conservation 1993–1994, IUCN, Gland, Switzerland.
- Mittermeier, R.A.; Louis, E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; Hawkins, F.; Rajaobelina, S.; Ratsimbazafy, J.H.; Rasoloarison, R.; Roos, C.; Kappeler, P.M.; MacKinnon, J. 2010. Lemurs of Madagascar. Third edition. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Müller, P.; Velo, A.; Rahelarisoa, E.-O.; Zaramody, A.; Curtis, D.J. 2000. Surveys of sympatric lemurs at Anjanena, north-west Madagascar. *African Journal of Ecology* 38: 248–257.
- Peres, C.A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7: 11–16.
- Plumptre, A.J. 2000. Monitoring mammal populations with line-transect techniques in African forests. *Journal of Applied Ecology* 37: 356–368.
- Ross, M.D.; Geissmann, T. 2007. Call diversity of wild male orangutans: a phylogenetic approach. *American Journal of Primatology* 69: 305–324.
- Skorupa, J.P. 1987. Do line-transect surveys systematically underestimate primate densities in logged forests? *American Journal of Primatology* 13: 1–9.
- Struhsaker, T.T. 1981. Census methods for estimating densities. Pp. 36–80. In: Anonymous (ed.). *Techniques for the Study of Primate Population Ecology*. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Struhsaker, T.T. 1997. Ecology of an African rainforest: logging in Kibale and the conflict between conservation and exploitation. University Press of Florida, Gainesville, FL, USA.
- Van Schaik, C.P.; Priatna, A.; Priatna, D. 1995. Population estimates and habitat preferences of orangutans (*Pongo pygmaeus*) based on line transects of nests. Pp. 129–147. In: R.D. Nadler; B.F.M. Galdikas; L.K. Sheeran; N. Rosen (eds.). *The Neglected Ape*. Plenum Press, New York, USA.
- Zimmermann, E.; Vorobieva, E.; Wrogemann, D.; Hafen, T. 2000. Use of vocal fingerprinting for specific discrimination of grey (*Microcebus murinus*) and rufus mouse lemurs (*Microcebus rufus*). *International Journal of Primatology* 21: 837–852.

Giant rabbits, marmosets, and British comedies: etymology of lemur names, part I

Alexander R. Dunkel^{1*}, Jelle S. Zijlstra², Colin P. Groves³

¹7305 Calibre Park Dr. #102, Durham, NC, USA

²Harvard College, Harvard University, Cambridge, MA, USA

³The Australian National University, Canberra, Australia

*Corresponding author: makilahy@gmail.com

Key words: etymology, vernacular names, taxonomic history, lemur genera

Abstract

This paper reviews the etymology and history of the names used for lemur genera, including both common and scientific names. Among several discoveries, we found that bamboo lemurs were named after marmosets, and the translation of the constructed generic name *Hapalemur* gave rise to the term "gentle lemur", despite their notoriously aggressive demeanor in captivity. Equally surprising, we discovered that the generic names *Mirza*, *Phaner*, and *Azema* (currently considered a synonym of *Microcebus*) derive from the names of characters in an 1870 Gilbert and Sullivan play. Other interesting finds include the historical usage of common names and the more plausible origins of several Malagasy names.

Introduction

The origins of lemur names, both scientific and common, have often been confused and can be confusing. Many people know the origins of the word "lemur" and its use by Linnaeus to describe Malagasy primates, but when did it first appear in the literature, and what species did it describe? Why are "gentle lemurs" thus named, given their aggressive nature in captivity? Where did the generic names *Mirza* and *Phaner* originate? Have mouse lemurs always been called mouse lemurs? Palmer (1904) attempted to document the etymologies of scientific names, not just for lemurs but for all mammals. This article goes a step beyond merely translating Latin and Greek names and probes their intended origins, while also examining the history of the common names we so often take for granted. Only generic names are reviewed here, whereas species and subspecies will be examined in a future publication.

Methods

We reviewed the original descriptions of all lemur genera, as well as Palmer (1904) and other sources cited later, for etymological information. The history of common names was traced using searches on Google Books, Google Scholar, Biodiversity Heritage Library, Gallica, and other online digital archives. We consulted Lewis and Short's (1879) *A Latin Dictionary*; Liddell et al.'s (1940) *A Greek-English Lexicon*; and Cousins' (1885) *A New Malagasy-English Dictionary* for definitions of Latin, Greek, and Malagasy words.

Family Lemuridae

The term "lemur", which not only represents the entire strepsirrhine population on the island of Madagascar but also the monotypic genus, *Lemur*, was coined by Carl Linnaeus, the founder of modern binomial nomenclature. A summary of the life, work and thought of this and other contributors to primate taxonomy can be found in Groves (2008). Linnaeus's fondness for Latin, the dominant language of the sciences at the time, and his familiarity with Roman authors such as Virgil and Ovid inspired the name. The *lemures* of Roman mythology were specters or ghosts that were exorcised during the festival of Lemuria. Ovid claimed that this festival was originally known as Remoria, which was named after Remus, one of the founders of Rome. Lux (2008) noted that no historians from that time corroborate Ovid's account – "Remoria" is referred to as Remus' burial site, not a festival.

Linnaeus was not, in fact, initially describing the Malagasy lemurs with the term "lemur". The oldest usage of "lemur" for a primate that we are aware of is in Linnaeus's catalog of the Museum of King Adolf Frederick of Sweden (Tattersall, 1982); here, he (Linnaeus, 1754) listed only one species in the genus *Lemur*: the slender loris, *Lemur tardigradus*. In this work, he explained his use of the name "lemur" thus: "*Lemures dixi hos, quod noctu imprimis obambulant, hominibus quodanmodo similes, & lento passu vagantur* [I call them lemurs, because they go around mainly by night, in a certain way similar to humans, and roam with a slow pace]". Others have previously speculated that the name might be because of their ghostly appearance, reflective eyes, ghostly cries, or silent movement, or the possibility that Linnaeus was familiar with Malagasy legends that told of ties between lemurs and the souls of the Malagasy ancestors (Flower and Lydekker, 1891; Nield, 2007), but these suggestions appear to be inconsistent with Linnaeus's own explanation of the etymology of the name and the fact that the term originally applied to lorises.

The starting point of zoological nomenclature is the tenth edition of *Systema Naturæ* (Linnaeus, 1758), and it is from here that we date the genus *Lemur*. By then, the genus included not just the red slender loris, but also *Lemur catta* and the Philippine colugo (then *Lemur volans*). Over time, more lemurs were classified under the genus *Lemur*, while the lorises and colugos were assigned to new genera. É. Geoffroy Saint-Hilaire had designated the genus *Loris* for the slender loris in 1796, and *Lemur catta* had been designated the type species for the genus *Lemur* by Oldfield Thomas in 1911, a decision that was upheld by the ICZN with the publication of Opinion 122 on 10 January 1929 (Tattersall, 1982). Eventually, taxonomic revisions whittled away at the population of species within *Lemur*, leaving it monotypic by 1988 (Simons and Rumpler, 1988).

There is some confusion, both in the popular press and in the academic literature, about the application of the term "lemur" to long-extinct primates (infraorder Adapiformes) that lived outside of Madagascar. The origins of this layman's nomenclature are confused and confusing, but also understandable given early applications of the term "lemur", which seemed to be a catch-all for many prosimians and proto-primates. Of course, calling adapiform primates "lemurs" makes little sense in modern parlance given both their more distant relations and the fact that loriforms – the closest living relatives of the Malagasy lemurs – have not generally been called lemurs in decades, if not more than a century. Furthermore, as Covert (2002) pointed out in reviewing adapiform diversity, "the expression *lemur-like* fails to describe accurately their adaptive behaviors". Consistently referring to the members of the extinct group by their collective name,

"adapiforms", may best alleviate the confusion in both the academic and public circles. For the sake of clarity, the term "lemur" should be reserved strictly for the group of strepsirrhine primates that have evolved in isolation on the island of Madagascar.

The history of *Lemur catta*'s common name "ring-tailed lemur" dates to Pennant (1771), who used the term "ring-tailed maucauco" ("maucauco" was a term used for many lemurs in this period). Later, George Shaw published *Museum Leverianum* (Shaw, 1792–1796), and in it first used the name "ring-tailed lemur", which has remained with us to this day. Pennant (1771) described the tail as being "twice the length of the body; is marked with numbers of regular rings of black and white".

The generic names of the closest relatives of *Lemur catta*, the bamboo lemurs (*Hapalemur* and *Prolemur*), have equally surprising etymologies. Also known as "gentle lemurs" from as far back as 1894 (Lydekker, 1894; Forbes, 1894), they are among the more aggressive lemurs in captivity. Sibley (1895) recounted a tale shared with him by François Pollen, who wrote: "I once kept one of these little animals for some months in captivity. . . . When anyone held up his finger at him, he was very angry, showing his teeth and setting up a sudden grunting". Given their temperament, why were they called "gentle lemurs"? I. Geoffroy Saint-Hilaire (1851), who coined the generic name *Hapalemur*, sheds some light on the issue:

J'ai voulu rappeler par ce nom les *Hapale*, dont ce genre reproduit quelques caractères par sa petite taille, ses proportions, son pelage tiqueté, etc. Pour les naturalistes qui, non sans raison, repoussent les noms hybrides, je ferai remarquer que le mot *απαλός* était passé dans la langue latine: on trouve dans les dictionnaires *Hapalus* et surtout *Apalus*, avec la signification de *tendre, délicat, mignon*.

[By this name (*Hapalemur*) I have tried to recall *Hapale* (marmosets), of which this genus reproduces certain characters by its small size, proportions, speckled pelage, etc. For the naturalists who, not without reason, reject hybrid names, I will remark that the word *απαλός* (*hapalos*) has passed into the Latin language: we find in the dictionaries *Hapalus* and especially *Apalus*, with the meaning of *tender, delicate, cute*.]

Thus, *Hapalemur* was named for its resemblance to marmosets, which were then in the genus *Hapale* (Rossiter, 1879). The word *απαλός* which Geoffroy uses, can however also mean "gentle" (Palmer, 1904), and this is probably the origin of the name "gentle lemur".

More recently, the term "bamboo lemur" has taken priority in the literature. This popular common name, which is certain to derive from its habitat and/or diet, did not appear in the literature until the mid- to late-1980s. The first appearances of the name followed close on the heels of new sightings of the Critically Endangered *Prolemur simus* (then *Hapalemur simus*) in 1985–86 and, in particular, the discovery of *Hapalemur aureus*, published in 1987. Fleagle (1988) referred to these species as the greater (or broad-nosed) bamboo lemur and the golden bamboo lemur, respectively, and he also referred to *H. griseus* as the gentle bamboo lemur. Harcourt and Thornback (1990) took a more conservative stance, referring to the three subspecies of *H. griseus* as gentle lemurs, while adopting the common name "golden bamboo lemur" and combining the traditional with the new for the "greater bamboo gentle lemur". By the time the first edition of *Lemurs of Madagascar* was published (Mittermeier et al., 1994), the term "bamboo lemur" was starting to hold sway, and by the

2000s, "gentle lemur" had largely taken the backseat in the popular press and in the academic literature. British zoologist John Edward Gray, as we will see throughout this review, had a penchant for creating puzzling names without offering explanations for their selection. *Prolemur* is no exception; Gray's (1871) description of the greater bamboo lemur offers no explanation of the origin of the name. We concur with Palmer's (1904) explanation of its etymology: Greek ($\pi\rho$) or Latin *pro* "before" plus *Lemur*. The common name of *Prolemur simus* was originally "broad-nosed lemur" (or sometimes "broad-nosed gentle lemur"), a name dating as early as 1872 (Sclater, 1872) and lasting until 1988, when newly discovered populations sparked renewed interest as well as a rapid and nearly unanimous name change to "greater bamboo lemur".

The genus *Varecia* was likewise named by Gray, who did not explain the origins of the name (Gray, 1863). Palmer (1904) suggested that the name was rooted in the Malagasy name noted by de Flacourt (1661) and Buffon (1765): *vari* or *varicossi* (these names are now spelt with the ending -y instead of -i). Palmer (1904) speculated that the name was "formed in analogy with *Pithecia*(?)" from *pithecus*, the Greek for "ape". The -*ecia* ending may be a Latinization of the Greek $\omicron\iota\kappa\acute{\iota}\alpha$ (*oikia*), meaning a family; alternatively, Gray might have truncated *varicossi* by dropping the -*ossi* and adding a Latin ending. Another interesting possibility comes from the discovery of the oldest mention of lemurs in Western literature found to date. The Dutch explorer Frederick de Houtman visited Madagascar circa 1595 and later wrote a dictionary of Malagasy terms (Houtman, 1603). In it, he mentions two Malagasy names for lemurs, which he translates to Dutch as "ape" ("monkey" or "ape"): *tsydy* (*tsidy* in current Malagasy refers to small lemurs) and *warck* (perhaps corresponding to *varikia* or *variky* in later Malagasy; refers to *Eulemur* and similarly sized lemurs) (cf. Grandidier and Grandidier, 1903). Latinized, *warck* could easily become *Varecia*. Although there is no direct evidence that Gray knew of Houtman, his citations show that he had consulted Buffon's and Gmelin's early work, and he may well have reviewed other early literature. The common names, "ruffed lemur" and "variegated lemur", long predate the genus name. The first mention of "ruffed lemur" comes from Shaw (1800), where it referred to *Lemur macaco*, the black lemur, which was commonly grouped with today's ruffed lemurs and later classified with them by Gray. The name "variegated lemur" first appeared in Partington (1837), but "ruffed lemur" has always dominated the literature. As Gray pointed out in his description of the genus, "the head is surrounded by a ruff", an obvious feature. "Variegated lemur" was only used to describe either the black-and-white ruffed lemur, which has variegated black and white fur, or sometimes the black lemur (*Eulemur macaco*).

The related extinct genus *Pachylemur* has one of the most confusing nomenclatural histories of any lemur, and we have submitted a petition (Zijlstra et al., 2011) to the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN) to preserve use of the name *Pachylemur* Lambertson, 1948. Comments on this petition are welcome and should be submitted to the Executive Secretary, ICZN, c/o Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK (iczn@nhm.ac.uk). The name *Pachylemur* combines the Greek $\pi\alpha\chi\acute{\upsilon}\varsigma$ (*pachys*) "thick" with *lemur* and was given because these subfossil lemurs are so robust ("massives" [Lamberton, 1948]). It had, however, first been used by Filhol (1874) to describe a group of fossil primates (including *Adapis*) that he thought shared traits with both lemurs and pachyderms, an obsolete group of non-ruminant ungulates.

Godfrey et al. (2006) were the first to use a common name for *Pachylemur*, the "giant ruffed lemurs", signifying their close relationship with *Varecia*.

The last group to be split out from the genus *Lemur* was *Eulemur* by Simons and Rumpler (1988). The nomenclatural history of the "true lemurs" or "brown lemurs" was summarized by Groves and Eaglen (1988), who provided their own new generic name, *Petterus*, for the group; but Simons and Rumpler's name has two weeks' priority. Haeckel (1895) had included *Eulemur* in a list of lemur genera without providing a description, making it a *nomen nudum*. The name derives from the Greek $\epsilon\upsilon$ which means "typical" or "well", but is often translated as "true". Throughout the mid- to late 1800s, before Haeckel's 1895 publication, all members of *Lemur* and often the entirety of Lemuridae were referred to as "true lemurs" or sometimes "typical lemurs" in order to distinguish them from adapiforms and loriforms. Even today, members of *Eulemur*, *Varecia*, and *Lemur* are collectively called "true lemurs", despite a strong tendency to use the name for the genus *Eulemur* (Mittermeier et al. 2010). Another common name for the group, "brown lemur", dates back to Shaw (1800: 98), who used it as a common name for *Eulemur mongoz*. It has since been used primarily to name the *Eulemur* species that were once considered subspecies of *Eulemur fulvus*, the common brown lemur. Given the continued use of the term "true lemur" for multiple lemurid genera, it may be beneficial to use the name "brown lemurs" for *Eulemur*.

Family Cheirogaleidae

Dwarf lemurs (*Cheirogaleus*) got their name because of their similarities with cats. In his original description, É. Geoffroy Saint-Hilaire (1812) wrote that *Cheirogaleus* connects the lemurs to the carnivorans, just as the aye-aye was thought to connect them with rodents. He therefore chose an analogous name to the aye-aye's former generic name, *Cheiromys* (Greek for "hand-mouse"): *Cheirogaleus* derives from Greek $\chi\epsilon\acute{\iota}\rho$ (*cheir*) "hand" and $\gamma\alpha\lambda\acute{\epsilon}\eta$ (*gale*), a word used for various animals, but especially weasels. Geoffroy himself (1828) later translated the name into French as "chat avec mains" (cat with hands). In the same paper, Geoffroy named the mouse lemur genus, *Microcebus*, and wrote that he gave the name because *Microcebus* species are the smallest quadrupeds (primates). The Greek roots are $\mu\iota\kappa\rho\acute{\sigma}$ (*mikros*) "small" and $\kappa\acute{\eta}\beta\omicron\varsigma$ (*kēbos*) "monkey". Aside from Houtman's early mention of *tsydy* (Houtman, 1603), one of the earliest mentions of a cheirogaleid was Buffon's (1776) discussion of the "rat de Madagascar", which referred to a mouse lemur. According to our searches, the popular terms "mouse lemur" and "dwarf lemur" began to emerge in the late 1870s, and authors as late as Elliot (1912) referred to *Microcebus* as dwarf lemurs and to *Cheirogaleus* as mouse lemurs. Osman Hill (1953) seems to have been the first to switch the names between the two genera.

The names of the three other cheirogaleid genera were not explained by their describers. In introducing the genus name *Allocebus* for the hairy-eared dwarf lemur, Petter-Rousseaux and Petter (1967) discussed in depth its differentiation from *Microcebus*. Thus, the name, which can be derived from Greek $\acute{\alpha}\lambda\lambda\omicron\varsigma$ (*allos*) "another" and $\kappa\acute{\eta}\beta\omicron\varsigma$ may have been intended to mean something like "a different *Microcebus*-like animal". The common name used for *Allocebus trichotis* has alternated between "hairy-eared mouse lemur" (Forbes, 1894) and a "hairy-eared dwarf lemur" (Osman Hill, 1953), or some other close variant, such as "tufted-eared mouse lemur" (Elliot, 1912).

Not to break from tradition, Gray (1870) named both *Mirza* (giant mouse lemurs) and *Phaner* (fork-marked lemurs) without explaining their etymologies. In the same work, Gray

(1870) named another genus, *Azema*, for what he had previously called *Cheirogaleus smithii*, now regarded as a synonym of *Microcebus rufus*. (Divisions within *Microcebus*, especially between the *M. murinus* group and [some] other species, go back to some 9–12 million years [Yoder and Yang, 2004], way beyond the time recommended by Goodman *et al.* [1998] and others for generic separation, so it is foreseeable that the genus *Microcebus* may ultimately be split up, and Gray's name will have to be revived.)

All three names proved enigmatic for Palmer (1904), who derived *Mirza* from the Persian title *mīrzā* "prince", suggested that *Phaner* comes from the Greek *φανερός* (*phaneros*) "visible, evident", and wrote that *Azema* was "[p]robably a coined name". Although we did not see any close similarity between giant mouse lemurs and Persian princes, we initially saw Palmer's etymology for *Mirza* as plausible. Likewise, we initially agreed with Palmer's assessment of *Phaner* and *Azema*. With *Phaner*, we suspected that the name referred to the prominent first upper premolar, a character stressed in Gray's (1870) description of the genus. Alternatively, we thought that Gray may also have intended the name as a pun on the English "feigner", given his history of basing generic names on English puns. In the main body of his catalog (Gray, 1870: 87–88), Gray had classified the animal as a *Lepilemur*, with the following justification: "Dr. Dahlbom observes that this species would be a *Lepilemur* if it were without cutting-teeth; but as our *Lepilemures* have these teeth, I think it had better be placed in this genus". In an appendix, he changed his mind and decided that *Phaner furcifer* was not a real but a feigned *Lepilemur* after all. As for *Azema*, we found no such word in any Greek dictionary. The closest we were initially able to suggest is that it could be an attempt to form a noun from *ἀζήμιος* (*azēmios*) "uninjured", referring to the unshortened lateral incisors supposed to be characteristic of *Azema*, as opposed to the shortened incisors of *Murilemur* (= *Microcebus*) (Gray, 1870: 132).

The mystery of all three names revealed itself conveniently and expectedly in a search of general literature from around 1870. Given the possibility that *Mirza* may have been sourced from "Arabian Nights", which was popular literature at the time, the other enigmatic names may have equally bizarre origins. It was a comedy entitled "The Palace of Truth" by W.S. Gilbert that held the secret to all three names. The play premiered in London on 19 November 1870 (Crowther, 2000), and the preface to Gray's papers was dated 1 December 1870. Among the comedy's cast, three names stand out: King Phanor (*sic*), and two female characters called *Mirza* and *Azema*. Presumably Gray had attended the production and shortly thereafter felt compelled to name three lemur genera after a few of its characters.

Mirza was called "Coquerel's mouse lemur" from 1895 (Sibree, 1895) until Groves (1991) used the name "giant mouse lemur". *Phaner* has been called a "fork-crowned mouse lemur" (Sibree, 1895) and "fork-marked dwarf lemur" (Forbes, 1894). Our searches also turned up names including "fork-lined lemur" and "squirrel lemur". The "dwarf" and "mouse" portion of the name appeared to decline by the 1970s, while the "fork-crowned" prefix was popular between 1960 and 2001, but has since given way to the "fork-marked" prefix.

Family Daubentoniidae

The genus *Daubentonia* is named after the celebrated French naturalist Louis Jean-Marie Daubenton (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1795). Geoffroy considered giving the aye-aye a Greek name, *Scolecophagus* ("worm-eater"), in reference to its habits, but preferred to commemorate his teacher Dau-

benton because he did not know enough about the habits of the aye-aye and of related species that he thought might later be discovered.

Both species in the genus, *D. madagascariensis* and the recently extinct *D. robusta*, are referred to as aye-ayes, and *D. robusta* has increasingly been referred to as the "giant aye-aye" as vernacular names for the extinct subfossil lemurs have become more common. The use of "aye-aye" as a common name dates back to Sonnerat (1782), who described and illustrated it. Shaw (1800) referred to it as the "long-fingered lemur", but the name did not persist. Tattersall (1982) noted that the name "aye-aye" resembles the Malagasy name "hai hai" or "hay hay". Unlike other Malagasy lemur names, it apparently does not derive from a vocalization. Sonnerat (1782:139) wrote that the name "aye-aye" was a "*cri d'exclamation & d'étonnement*" (cry of exclamation and astonishment), but this is unlikely because the name is common across the island and surely could not have originated with Sonnerat. Alternatively, the name may derive from "heh heh" which means "I don't know" in Malagasy – a way for the Malagasy people to avoid naming this feared animal (Simons and Meyers, 2001).

Family Indriidae

The genus *Avahi* was named by Jourdan (1834), and derives from a native name among the Betanimena people: "...il y porte différens noms que M. Jourdan fait connaître. Il a adopté celui d'*Avahi*, parce que c'est celui qu'on donne à l'animal dans le pays des *Bétanimès*, d'où la dépouille et la tête osseuse ont paru venir [...] in various parts of Madagascar it bears different names, which Jourdan announces. He has chosen the name of *Avahi*, because this name is given to the animal in the land of the *Bétanimès*, from which the skin and the bony head that Jourdan used to describe the animal came" (Jourdan, 1834). The Malagasy term, *avahi* (or more recently *avahy*), is traditionally considered to be onomatopoeic, resembling one of its vocalizations (Simons, 2010), but as Blench and Walsh (2009) note, such etymologies should be treated with caution, and *avahi* may also derive from a word *vaky* ("lemur"). When not referred to by their Malagasy name, species of *Avahi* are commonly known as woolly lemurs, a term that was first used by Pennant (1771) for the mongoose lemur, *Eulemur mongoz*. Despite an attempt by Shaw (1800) to distinguish *avahi* from mongoose lemurs, between the 1830s and 1850s, the term became confused (Craig, 1854), but appeared to be clarified by 1863 (Anonymous, 1863). Even before they were known as woolly lemurs, Shaw (1800) referred to *Lemur laniger* as "flocky lemur", but aside from a few mentions throughout the early 1800s, this name persists only in reference to Shaw and his work. No explanation was given for this name.

In his original description of the sifaka genus, *Propithecus*, Bennett (1832) did not give an explicit etymology, but he wrote that the sifakas approached the monkeys in some characters. The name may thus be a combination of the Greek *πρό* (*pro*) "before" (or Latin *pro* with the same meaning) and *πίθηκος* (*pithêkos*) "monkey, ape" and signify that the sifakas stand "before the apes". The word "sifaka" is the Malagasy name, and may be onomatopoeic for its ground predator alarm call (Simons, 2010; but see Blench and Walsh [2009] for a word of caution). It was first mentioned by de Flacourt (1661) as "sifac" and as far as we can tell was first used as an English vernacular name by Forbes (1894) and Lydekker (1894).

The genus name *Indri* was given by É. Geoffroy Saint-Hilaire (1796). Some authors cite both É. Geoffroy and G. Cuvier as the author of the genus name, with a date of either 1796 or

1795 (Mittermeier *et al.*, 2010; Schwarz, 1931), but, as I. Geoffroy Saint-Hilaire (1851) explained, É. Geoffroy Saint-Hilaire and Cuvier (1795) only listed "Indris" in a list of generic names in French and, therefore, cannot be the authors of the formal name *Indri*; É. Geoffroy (1796) was the first to introduce the genus name *Indri* into formal nomenclature. However, the name "indri" (properly spelled *indry* in Malagasy) had made its appearance in Western zoology prior to Geoffroy and Cuvier's work (Sonnerat, 1782). Sonnerat (1782) himself explained the name as follows: "Le mot *Indri* en langue Madégage, signifie *Homme des bois*". (The word *Indri* in the Malagasy language means "Man of the forests".) A popular story that is often repeated without citation (Mittermeier *et al.*, 2010) is that Sonnerat, who first described this large, short-tailed lemur, thought that the calls of his guides (*iry* or *ery* – or *indry* or *indro* according to Cousins [1885] – which means "Behold!" or "There it is!") were the local name. In the more embellished versions of the story, Sonnerat just caught a glimpse of an indri, heard the cry of his guide, and recorded that as the name (Hacking, 1981). However, as Hacking (1981) pointed out, Sonnerat was far too familiar with indris – he described and figured them in detail, and apparently kept at least one in captivity – for this story to be plausible. Furthermore, *endrina* is actually recorded as a native name for the indri (Cousins, 1885), and *indri* could easily be a variant of this name. Although the word *endrina* is first recorded in Malagasy only in 1835, there is no evidence that it could be a back-formation from the French *indri* (Hacking, 1981), and it seems implausible that the Malagasy would adopt an erroneous French name for an animal they were themselves familiar with.

Family Lepilemuridae

The sportive lemur genus *Lepilemur* was named by I. Geoffroy Saint-Hilaire (1851), who explained that the name comes from the Latin *lepidus* "agréable, joli" (i.e., "pleasant, pretty"), of course combined with *Lemur*. The name is not in fact correct Latin, and some subsequent authors have, therefore, attempted to correct it to *Lepidolemur*. Two common names are in use for *Lepilemur*: "weasel lemur" and "sportive lemur". The former dates from Cassell's *Popular National History* (Anonymous, 1863) and evidently derives from the species name of *Lepilemur mustelinus*, which means "weasel-like" in Latin. "Sportive lemur", which is now more commonly used, was first used by Forbes (1894), who mentioned the agility of *Lepilemur*. Perhaps that is the origin of this common name.

Family Archaeolemuridae

The name *Archaeolemur* was introduced by Filhol (1895). Although he did not give an etymology, it is clear that the name derives from Greek ἀρχαῖος *archaios* "ancient" plus *Lemur*, identifying this subfossil genus as an ancient form of lemur. The name of the second archaeolemurid genus, *Hadropithecus* Lorenz von Liburnau (1899), probably derives from the Greek ἄδρός (*hadros*) "thick, stout, bulky" plus πίθηκος (*pithēkos*) "monkey, ape". Lorenz von Liburnau (1899) considered *Hadropithecus* to be an ape and mentioned the robust jaw as a diagnostic character, so the intended significance of the name may have been "robust-jawed ape". As discussed in detail by Godfrey and Jungers (2002), strong comparisons and confusion with monkeys were common for this family from the beginning. Convergences with macaques and baboons were frequently mentioned, but no common name was used in the literature until Nowak (1999) selected the name "baboon lemur". Godfrey and Jungers (2002) noted a stronger resemblance to macaques than baboons, particu-

larly for *Archaeolemur*, and instead used the name "monkey lemur", which now dominates the literature. "Monkey lemur" has also been used as a common name for sifakas (Osman Hill, 1953), possibly derived from Bennett's (1832) comparison between sifakas and monkeys.

Family Megaladapidae

The genus *Megaladapis* was first named by Forsyth Major (1894), who wrote that "[b]y the name *Megaladapis* no close approach to *Adapis* is implied...". The name combines Greek ἰγᾶάδ (megas) "large" with the name of the early primate *Adapis*. According to Palmer (1904), the name *Adapis* refers to the primate's alleged similarity with rabbits: "adapis" is a 16th-century word for "rabbit" of unknown etymology. Alternatively, Beard claims that Cuvier used the name to allude to Apis, the bull god of ancient Egypt, with the Latin prefix *ad-* translating as "toward" (Beard, 2004). Beard credits this etymology to Elwyn Simons, who reasoned that because Cuvier compared *Adapis* to pachyderms and stated that he named them for the hyrax ("le Daman"), also considered a pachyderm at the time, the name must refer to a large even-toed ungulate, many of which were members of the confused "pachyderm" taxon (C. Beard, pers. comm.). Although Cuvier had worked with Egyptian antiquities brought back to France by the soldiers of Napoleon, bulls were not considered pachyderms and it seems clear from Cuvier's description that the name is not made up (Cuvier, 1822). Any possible similarities to rabbits, hyraxes, or other "pachyderms" notwithstanding, *Megaladapis* species are now more commonly known as "koala lemurs". Again, Nowak was the first to use this common name, which was based on "pointed analogies to the Australian koala bear [sic], *Phascolarctos*" made in the late 1800s (Godfrey and Jungers, 2002).

Family Palaeopropithecidae

The largest lemur, *Archaeoindris*, was named by Standing (1909), who classified it in the subfamily of "Indrisinées". The name thus probably identifies the animal as an ancient indri-like lemur: Greek ἀρχαῖος (*archaios*) "ancient" plus *indris*, a common variant of the generic name *Indri*. *Babakotia* Godfrey *et al.* (1990) similarly owes its name to the indri: its generic name derives from *babakoto*, a Malagasy name for the indri (Godfrey *et al.*, 1990). The other two palaeopropithecid genera, *Mesopropithecus* and *Palaeopropithecus*, have names that derive from that of the sifakas (*Propithecus*) instead. Grandidier (1899) did not give an explicit etymology for *Palaeopropithecus* in his original description, but he compared it with *Propithecus verreauxii* and it is clear that the name combines the Greek παλαιός (*palaios*) "ancient, old" with *Propithecus* and thus means "ancient sifaka". Similarly, *Mesopropithecus* Standing (1905) combines the Greek μέσος (*mesos*) "in the middle" with *Propithecus*. Standing considered *Mesopropithecus* to have similarities to anthropoids as well as lemurs, and this may be the reason for his choice of name.

As with the other families of subfossil lemurs, the similarities between the palaeopropithecids and an unrelated group had been documented from beginning (Godfrey and Jungers, 2002). The common name "sloth lemur" did not appear in the literature until two years after the discovery of *Babakotia* in 1990, when it was used by Gibbons (1992). It was more widely adopted after Jungers *et al.* (1997) used the term while reviewing the convergence of their physiology and behavior with that of sloths.

Acknowledgments

We thank Nicoline van der Sijs for help locating Houtman (1603). We also thank the Biodiversity Heritage Library, Gallica, and Google for digitalizing so much old literature; their online collections make it easier than ever before to write a review like this.

References

- Anonymous. 1863. Cassell's popular natural history. Cassell, Peter, & Galpin, London, UK. books.google.com/books?id=yUcDAAAAQAAJ&pg=PA130-IA. Downloaded on 5 May 2011.
- Beard, C. 2004. The hunt for the dawn monkey: unearthing the origins of monkeys, apes, and humans. University of California, Berkeley and Los Angeles, CA, USA.
- Bennett, 1832. [Untitled]. Proceedings of the Zoological Society of London 1832: 20–22. books.google.com/books?id=NPAKAAIAIAAJ&pg=PA20. Downloaded on 5 May 2011.
- Blench, R.M.; Walsh, M. 2009. Faunal names in Malagasy: their etymologies and implications for the prehistory of the East African coast. Paper presented at the eleventh International Conference on Austronesian Linguistics (11 ICAL), Aussois, France. www.webcitation.org/5yg6WQMNn. Downloaded on 10 May 2011.
- Buffon, G.-L.L. 1765. Histoire naturelle générale et particulière: avec la description du Cabinet du Roy, Volume 13. Imprimerie Royale, Paris, France. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97502k/f220. Downloaded on 5 May 2011.
- Buffon, G.-L.L. 1776. Histoire naturelle générale et particulière. Supplement, Volume 3. Imprimerie royale, Paris, France. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k975168/f176. Downloaded on 5 May 2011.
- Cousins, J. 1885. A new Malagasy–English dictionary. The London Missionary Society, Antananarivo, Madagascar.
- Covert H.H. 2002. The earliest fossil primates and the evolution of prosimians: introduction. Pp. 15–18. In: W.C. Hartwig (ed.). The primate fossil record. Cambridge University Press, New York, USA.
- Craig, J. 1854. A new universal, technological, etymological, and pronouncing dictionary of the English language, Volume 2. George Routledge, London, UK. books.google.com/books?id=qjJAAAAAYAAJ&pg=PA1083. Downloaded on 6 May 2011.
- Crowther, A. 2000. Contradiction contradicted: the plays of W.S. Gilbert. Fairleigh Dickinson University Press, Madison, NJ, USA.
- Cuvier, G. 1822. Recherches sur les ossements fossiles, ou l'on établit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du globe ont détruit les espèces, Volume 3. G. Dufour and E. D'Ocagne, Paris, France. books.google.com/books?id=AkIAAAAAQAAJ&pg=PA265. Downloaded on 11 March 2012.
- Elliot, D.G. 1912. A review of the primates. American Museum of Natural History, New York, USA. books.google.com/books?id=40FRAAAAYAAJ. Downloaded on 3 May 2011.
- Filhol, H. 1874. Nouvelles observations sur les mammifères des gisements de phosphates de chaux (Lémuriens et Pachylémuriens). Annales des Sciences Géologiques 5: 1–36.
- Filhol, H. 1895. Observations concernant les Mammifères contemporains des Epyornis à Madagascar. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle 1: 12–14.
- de Flacourt, E. 1661. Histoire de la grande isle Madagascar. Gervais Clouzier, Paris, France. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1047463/f2. Downloaded on 29 April 2011.
- Fleagle, J.G. 1988. Primate adaptation and evolution. Academic Press, San Diego, CA, USA. books.google.com/books?id=iE1gAQAAIAAJ. Downloaded on 26 April 2011.
- Flower, W.H.; Lydekker, R. 1891. An introduction to the study of mammals living and extinct. Adam and Charles Black, London, UK. books.google.com/?id=B3crAAAAYAAJ&pg=PA682. Downloaded on 26 April 2011.
- Forbes, H.O. 1894. A Handbook to the primates, Volume 1. W.H. Allen & Co., Limited, London, UK. books.google.com/books?id=QBUXAAAAYAAJ&pg=PA79. Downloaded on 26 April 2011.
- Forsyth Major, C.I. 1894. On *Megaladapis madagascariensis*, an extinct gigantic lemuroid from Madagascar, with remarks on the associated fauna, and on its geologic age. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 185: 15–38. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k56051b/f47. Downloaded on 5 May 2011.
- Geoffroy Saint-Hilaire, É. 1795. Extrait d'un Mémoire sur un nouveau genre de quadrupèdes de l'ordre des Rongeurs (Glires L.), lu à la Société d'Histoire-Naturelle, par le citoyen Geoffroy, membre de cette société, et professeur de zoologie au Muséum national d'Histoire-Naturelle. La Décade Philosophique, Littéraire et Politique 28: 193–206. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k4239722/f202. Downloaded on 5 May 2011.
- Geoffroy Saint-Hilaire, É. 1796. Mémoire sur les rapports naturels des Makis Lemur, L. et Description d'une nouvelle espèce de Mammifère. Magazin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts 1: 20–50. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k424107b/f18. Downloaded on 5 May 2011.
- Geoffroy Saint-Hilaire, É. 1812. Note sur tres doissins de commerce, représentant des quadrumanes d'un genre inconnu. Annales du Muséum National d'Histoire Naturelle 19: 171–175. books.google.com/books?id=TVONAQAIAIAAJ&pg=PA173. Downloaded on 5 May 2011.
- Geoffroy Saint-Hilaire, É. 1828. Cours de l'histoire naturelle des mammifères. Pichon et Didier, Paris, France.
- Geoffroy Saint-Hilaire, I. 1851. Catalogue méthodique de la collection des mammifères de la collection des oiseaux et des collection annexes. Muséum National d'Histoire Naturelle, Gide et Baudry, Paris, France.
- Geoffroy Saint-Hilaire, É.; Cuvier, G. de 1795. Mémoire sur une nouvelle division des Mammifères, et sur les principes que doivent servir de base dans cette sorte de travail. Magazin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts 2: 164–190. books.google.com/books?id=Fr4EAAAAQAAJ&pg=PA186. Downloaded on 7 May 2011.
- Gibbons, A. 1992. Anthropologists bet on their latest data in Las Vegas. Science 256: 308–309.
- Godfrey, L.R.; Jungers, W.L. 2002. Quaternary fossil lemurs. Pp. 97–121. In: W.C. Hartwig (ed.). The primate fossil record. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Godfrey, L.R.; Jungers, W.L.; Schwartz, G.T. 2006. Ecology and extinction of Madagascar's subfossil lemurs. Pp. 41–64. In: L. Gould; M.L. Sauter (eds.). Lemurs: ecology and adaptation. Springer, New York, USA.
- Godfrey, L.R.; Simons, E.L.; Chatrath, P.J.; Rakotosamimanana, B. 1990. A new fossil lemur (*Babakotia*, Primates) from northern Madagascar. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série 2: Sciences de la Terre et des Planètes 310: 81–87.
- Goodman, M.; Porter, C.A.; Czelusniak, J.; Page, S.L.; Schneider, H.; Shoshani, J.; Grunnell, G.; Groves, C.P. 1998. Toward a phylogenetic classification of primates based on DNA evidence complemented by fossil evidence. Molecular Phylogenetics and Evolution 9: 585–598.
- Grandidier, G. 1899. Description d'ossements de Lémuriens disparus. Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle 5: 344–348.
- Grandidier, A.; Grandidier, G. 1903. Ouvrages ou extraits d'ouvrages portugais, hollandais, anglais, français, allemands, italiens, espagnols et latins relatifs à Madagascar (1500 à 1613). Collection des ouvrages anciens concernant Madagascar, Volume 1. Comité de Madagascar, Paris, France. books.google.com/books?id=uy2gAAAAMAAJ&pg=PA339. Downloaded on 3 May 2011.
- Gray, J.E. 1863. Revision of the species of lemuroid animals, with the description of some new species. Proceedings of the Zoological Society of London 135: 129–152. biodiversitylibrary.org/page/30681449. Downloaded on 5 May 2011.
- Gray, J.E. 1870. Catalogue of monkeys, lemurs, and fruit-eating bats in the collection of the British Museum. British Museum, London, UK. www.biodiversitylibrary.org/item/38172. Downloaded 5 May 2011.
- Gray, J.E. 1871. On *Hapalemur simus*, a new species lately living in the gardens of the society. Proceedings of the Zoological Society of London 1870: 828–831. biodiversitylibrary.org/page/28555728. Downloaded on 5 May 2011.
- Groves, C.P. 1991. A theory of human and primate evolution. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Groves, C.P. 2008. Extended family: long lost cousins. A personal look at the history of primatology. Conservation International, Arlington, VA, USA.

- Groves, C.P.; Eaglen, R.H. 1988. Systematics of the Lemuridae (Primates, Strepsirhini). *Journal of Human Evolution* 17: 513–538.
- Hacking, I. 1981. Was there ever a radical mistranslation? *Analysis* 41: 171–175.
- Harcourt, C.; Thornback, J. 1990. The Lemurs of Madagascar and the Comoros: the IUCN red data book. IUCN, Gland, Switzerland.
- Haeckel, E. 1895. Systematische Phylogenie der Wirbeltiere (Vertebrata). Georg Reimer, Berlin, German Empire. biodiversitylibrary.org/page/3166841. Downloaded on 5 May 2011.
- Houtman, F. de. 1603. *Spraecq ende woord-boeck: Inde Maleysche ende Madagaskarsche Talen met vele Arabische ende Turcsche woorden*. Cloppenburg, Amsterdam, Dutch Republic.
- Jourdan, M. 1834. M. Jourdan, directeur du Musée d'histoire naturelle de Lyon, lit un Mémoire sur un nouveau genre de quadrumanes appartenant à la famille des Lémuriens, le genre *Avahi*. *L'Institut, Journal Général des Sociétés et Travaux Scientifiques de la France et de l'Étranger* 62: 231–232.
- Jungers, W.L.; Godfrey, L.R.; Simons, E.L.; Chatrath, P.S. 1997. Phalangeal curvature and positional behavior in extinct sloth lemurs (Primates, Palaeopropithecidae). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94: 11998–12001.
- Lamberton, C. 1948. Contribution à la connaissance de la faune subfossile de Madagascar: Note XVII. Les Pachylemurs. *Bulletin de l'Académie Malgache* 27: 7–22.
- Lewis, C.T.; Short, C. 1879. *A Latin dictionary*. Clarendon Press, Oxford, UK. perseus.uchicago.edu/Reference/lewisandshort.html. Downloaded 5 May 2011.
- Liddell, H.G.; Scott, R.; Jones, H.S. 1940. *A Greek–English lexicon*. Clarendon Press, Oxford, UK. www.perseus.tufts.edu/hopper/resolveform. Downloaded 5 May 2011.
- Linnaeus, C. 1754. *Museum Adolphi Friderici Regis*. Typographia Regia, Stockholm, Sweden. gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k972707/f36. Downloaded 26 April on 2011.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturæ*, Volume 1. Tenth edition. Laurentius Salvius, Stockholm, Sweden. <<http://biodiversitylibrary.org/page/726922>>. Downloaded on 25 April 2011.
- Lorenz von Liburnau, C.L. 1899. Herr Custos Dr. Ludwig v. Lorenz berichtet über einen fossilen Anthropoiden von Madagascar. *Anzeigen der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe*, Wien 27: 255–257. books.google.com/?id=xkQUAAAAYAAJ&pg=PA255. Downloaded on 5 May 2011.
- Lux, J. 2008. What are lemures? *Humanitas* 32: 7–14. www.webcitation.org/5vFzFn6Z9. Downloaded on 25 April 2011.
- Lydekker, R. 1894. *The royal natural history: mammals*, Volume 3: Frederick Warne & Co., New York, USA. books.google.com/books?id=vUNKAAAAYAAJ&pg=PA216. Downloaded on 26 April 2011.
- Mittermeier, R.A.; Tattersall, I.; Konstant, W.R.; Meyers, D.M.; Mast, R.B. 1994. *Lemurs of Madagascar*. First edition. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Mittermeier, R.A.; Louis, E.E.; Richardson, M.; Schwitzer, C.; Langrand, O.; Rylands, A.B.; 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.
- Nield, T. 2007. *Supercontinent: ten billion years in the life of our planet*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Nowak, R.M. 1999. *Walker's primates of the world*. John Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Osman Hill, W.C. 1953. *Primates: comparative anatomy and taxonomy*, Volume I: Strepsirhini. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- Palmer, T.S. 1904. *Index generum mammalium*. A list of the genera and families of mammals. *North American Fauna* 23: 1–984.
- Partington, C.F. 1837. *The British cyclopædia of natural history*. W.S. Orr & Co., London, UK. books.google.com/books?id=BDdEAAAAYAAJ&pg=PA40. Downloaded on 3 May 2011.
- Pennant, T. 1771. *Synopsis of Quadrupeds*. J. Monk, Chester, UK. books.google.com/books?id=IXNbAAAAQAAJ&pg=PA137. Downloaded on 29 April 2011.
- Petter-Rousseaux, A.; Petter, J.J. 1967. Contribution à la systématique des Cheirogaleinae (Lémuriens malgaches). *Allocebus*, gen. nov., pour *Cheirogaleus trichotis* Gunther 1875. *Mammalia* 31: 574–582.
- Rositer, W. 1879. *An illustrated dictionary of scientific terms*. William Collins, Sons, and Co., London, UK. books.google.com/books?id=7YODAAAQAAJ&pg=PA157. Downloaded on 26 April 2011.
- Schwarz, E. 1931. A revision of the genera and species of Madagascar Lemuridae. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1931: 399–428.
- Slater, P.L. 1872. Revised list of the vertebrated animals now or lately living in the gardens of the Zoological Society of London. London Zoo, London, UK. books.google.com/books?id=kCOHAQAAIAAJ&pg=PA29. Downloaded on 3 May 2011.
- Shaw, G. 1792–1796. *Museum Leverianum*, containing select specimens from the Museum of the late Sir Ashton Lever with descriptions in Latin and English. J. Parkinson, London, UK.
- Shaw, G. 1800. *General zoology or systematic natural history*. Thomas Davison, London, UK. books.google.com/books?id=YIUAAAAQAAJ. Downloaded on 28 April 2011.
- Sibree, J. 1895. The mammals of Madagascar. *Malagasy mammals according to the natural orders, with notes on their habitats and distribution*, Part II, Chapter IV: The Lemuroidea (continued): the true lemurs. *The Antananarivo Annual and Madagascar Magazine* 5: 267–280. books.google.com/books?id=jYccAAAAMAAJ&pg=PA273. Downloaded on 26 April 2011.
- Simons, E.L. 2010. Inferences about the distant past in Madagascar. *Lemur News* 15: 25–27.
- Simons, E.L.; Meyers, D.M. 2001. Folklore and beliefs about the aye aye (*Daubentonia madagascariensis*). *Lemur News* 6: 11–16.
- Simons, E.L.; Rumpler, Y. 1988. *Eulemur*: New generic name for species of *Lemur* other than *Lemur catta*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série 3, Sciences de la Vie* 307: 547–551.
- Sonnerat, P. 1782. *Voyage aux Indes orientales et à la Chine, fait par Ordre du roi, depuis 1774 à 1781*. Vol. 2. P. Sonnerat, Paris, France. books.google.com/books?id=yc_AAAAcAAJ&pg=PA137. Downloaded on 3 May 2011.
- Standing, H.F. 1905. Rapport sur des ossements sub-fossiles provenant d'Ampasambazimba. *Bulletin de l'Académie Malgache* 4: 95–100. biodiversitylibrary.org/page/13738028. Downloaded on 5 May 2011.
- Standing, H.F. 1909. Subfossiles provenant des fouilles d'Ampasambazimba. *Bulletin de l'Académie Malgache* 6: 9–11. biodiversitylibrary.org/page/13740545. Downloaded on 5 May 2011.
- Tattersall, I. 1982. *The Primates of Madagascar*. Columbia University Press, New York, USA.
- Yoder, A.D.; Yang, Z. 2004. Divergence dates for Malagasy lemurs estimated from multiple gene loci: geological and evolutionary context. *Molecular Ecology* 13: 757–773.
- Zijlstra, J.; Groves, C.; Dunkel, A. 2011. Case 3563. *Pachylemur* Lamberton, 1948 (Primates, Lemuridae): proposed conservation of the generic name. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 68: 275–280.

Social structure and dyadic bonds in wild collared brown lemurs *Eulemur collaris* in southeast Madagascar

Dinah Davison^{1*}, Josia Razafindramana²

¹Department of Animal Biology, University of California Davis, 1 Shields Ave, Davis, CA 95616, USA

²Sainte Luce Private Reserve, Fort-Dauphin, Madagascar

*Corresponding author: dinahdavison@gmail.com

Key words: *Eulemur collaris*, social structure, pair bond

Abstract

Eulemur collaris, the collared brown lemur, is a cathemeral group-living primate whose social behavior has never before been examined in the wild. In this preliminary study, we began the process of characterizing the social structure of *E. collaris*. We conducted intensive focal follows and scans on one group in southeastern Madagascar during a period of sea-

sonal resource scarcity. Data recorded include activity, the presence of a nearest neighbor and the identities of huddling partners. We found that animals spent more time in contact and/or proximity with a nearest neighbor while resting than while active and that there were no significant sex differences in the number of intervals subjects spent being non-social. We also found that each female had a single male with whom she preferentially huddled during periods of inactivity, indicating that, as in other brown lemur species, the male–female dyad is a central component of *E. collaris* social structure.

Introduction

The collared brown lemur (*Eulemur collaris*) is a medium-bodied member of the brown lemur complex (Kappeler, 1993). *E. collaris* is a primarily arboreal quadruped that lives in social groups of 3–12 individuals in the highly seasonal littoral forests of southeastern Madagascar (Donati et al., 2007). Brown lemurs live in multi-male, multi-female groups with promiscuous mating, an even to male-biased sex ratio and no sexual dimorphism in canine or body size (Overdorff, 1996; Ossi and Kamilar, 2006). Unlike most primates, but in line with other *Eulemur* species, *E. collaris* is cathemeral – meaning that its patterns of activity are distributed over the 24-hour period and are characterized by short bursts of activity (Donati and Borgognini-Tarli, 2006). Little is known about the social structure of this species, which has yet to be studied.

The social structure of a primate society refers to the pattern of interactions and resulting relationships within a group of conspecifics (Kappeler and van Schaik, 2002). The social structure of brown lemurs is not well understood and may be flexible (Ostner and Kappeler, 1999). Groups are highly cohesive with generally mild agonism, no clearly delineated dominance hierarchy and weak female–female relationships, even though females are generally philopatric (Merenlender, 1993; Ostner and Kappeler, 2004). The existence of special relationships in several *Eulemur* species is well documented and meets the criteria originally set forth for pair-bonded anthropoids (Pereira and McGlynn, 1997; Fuentes, 2002).

However, the central importance and prevalence of these pair-bonds was disputed when highranking central males in different groups were observed monopolizing interactions with all females and mating more often than their male peers (Ostner and Kappeler, 1999).

In the present study we sought to begin the process of characterizing the social structure of *E. collaris*. Relative durations of huddling have been found to be an indicator of the strength of dyadic bonds (Epple, 1975; Epple and Katz, 1980). We examined huddling partners to determine if the social structure revolved around special relationships between males and females, the existence of a central male, or neither.

Methods

Study site and subjects

The present study was carried out in the Sainte Luce Private Reserve and adjacent Fimpia forest in coastal southeastern Madagascar. This partially degraded littoral forest is adjacent to an ocean beach and is characterized by a high degree of seasonality, with a dry season lasting from May to September and a wet season from October to April. We followed a human-habituated multi-male, multi-female group of *E. collaris* – Group B, whose home range overlapped with a larger group, Group A. Group B had a group size of six, with three adult males, two adult females and a single sub-adult male, while

Group A comprised nine individuals, with five adult males, two adult females and two sub-adults (Tab. 1). Males and females were easily distinguished because *E. collaris* is sexually dichromatic and individuals were identified using features such as crooked tails, patches of hair loss and pelage differences.

Tab. 1: The composition of Group B.

Subject	Age	Sex
JS	Adult	Female
BT	Adult	Female
SY	Adult	Male
DW	Adult	Male
CP	Adult	Male
WL	Sub-adult	Male

Observations

Focal follows were conducted for seven days between 19 and 27 August 2011. Five of these days were spent following Group B, whose members we could individually identify. All observations were conducted between 07:30 and 17:30, although the amount of time spent collecting data varied from day to day and was dependant on the time at which we were able initially to locate our subjects.

When the entire group rested we recorded the identities of animals resting in sub-groups, which we called huddling groups or pairs, as well as the identities of those resting without being in proximity or contact with any others. "Huddling" is used to refer to pairs of two or groups of three or more animals resting in contact with one another. If an animal's identity could not be established, only its sex was recorded. We conducted both scan sampling with 15-minute intervals and *ad libitum* sampling to monitor changes in the composition of huddling groups and pairs. We recorded 107 animal hours of huddling data.

Statistical analysis

We used G-tests for goodness of fit to compare the number of times each animal huddled in a pair with the other group members and determine if each animal's huddling partner choices differed from what would be expected by chance. G-tests are similar to chi-squared tests but are better for small sample sizes (Wolf, 1957). All tests were performed using Microsoft Excel 2010. All P-values are two-tailed with the significance level set at 0.05.

Results

Dyadic interactions

We found that all of our subjects chose their huddling partners non-randomly and all had just one partner that they pair-huddled with more times than would be expected by chance. The adult female BT huddled with SY at levels greater than predicted by chance (BT: $P < 0.001$; SY: $P < 0.001$). The other adult female, JS, also huddled non-randomly and huddled with the sub-adult male WL more than would be expected by chance (JS: $P < 0.001$; WL: $P < 0.05$). The two remaining adult males, CP and DW, huddled with one another at above-chance levels (CP: $P < 0.01$; DW: $P < 0.05$) (see Fig. 1).

Discussion

A pair bond can be considered to be a special, predictable relationship between two adults and is often characterized

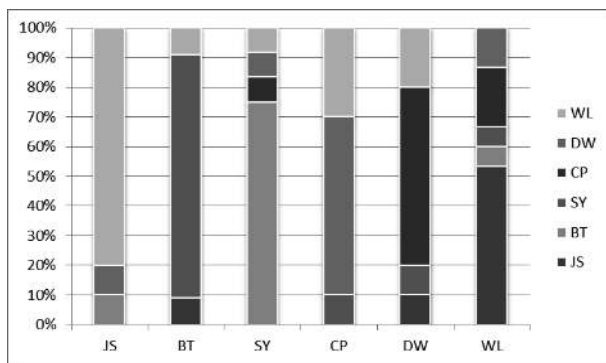


Fig. 1: Proportion of pair sleeping bouts that each subject spent huddling with other group members.

by high rates of affiliation (Fuentes, 2002). Previous studies have used huddling as a measure of affiliation and an indicator of social structure (Clark, 1985; Epple, 1975; Epple and Katz, 1980; Pereira and McGlynn, 1997). We found that all group members had one huddling partner with whom they huddled in a pair preferentially, with no overlap in preferred huddling partners. The adult female BT preferentially huddled with the adult male SY, while JS preferred the sub-adult male WL. If WL was still in his natal group, JS could have been his mother, while if he had already dispersed his relationship with her may be an example of pair-bond formation between unrelated individuals (Ostner and Kappeler, 2004).

When the group temporarily split up while foraging, distinct sub-groups emerged, composed of preferred huddling partners. Shortly after splitting off from the rest of the group, BT and SY were observed to sit in contact and engage in tail-twining – wrapping their tails around one another. This behavior is often performed by pair-bonded anthropoids and is a hallmark of the monogamous New World monkey *Callicebus* (Fuentes, 2002) but has never before been reported in a prosimian. The occurrence of tail-twining supports the existence of special relationships between male and female brown lemurs, including *Eulemur collaris*, and is consistent with previous work finding pair-bonds in other brown lemur species (Pereira and McGlynn, 1997; Overdorff, 1998). Our findings also indicate that no central male monopolized interactions with the females in this group and that the central unit of their social structure was the dyad.

Acknowledgements

We thank Brett Massoud and Dadamanga SARL for facilitating this research in the private Sainte Luce Reserve. We thank Hery for his invaluable assistance in following the groups and collecting data throughout the course of the study and Erik, Sholo and Laik for their assistance at the field site. We also thank Pádraig Mac Carron for creating a visual representation of the group's network and Anna Perry for her advice on conducting the final statistical analyses.

References

- Clark, A.B. 1985. Sociality in a nocturnal "solitary" prosimian: *Galego crassicaudatus*. *International Journal of Primatology* 6: 581–600.
- Donati, G.; Borgognini-Tarli, S.M. 2006. Influence of abiotic factors on cathemeral activity: the case of *Eulemur fulvus collaris* in the littoral forest of Madagascar. *Folia Primatologica* 77: 104–122.
- Donati, G.; Bollen, A.; Borgognini-Tarli, S.M.; Ganzhorn, J.U. 2007. Feeding over the 24h cycle/dietary flexibility of cathemeral collared lemurs (*Eulemur collaris*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61: 1237–1251
- Epple, G. 1975. The behavior of marmoset monkeys (*Callitrichidae*). Pp. 195–219. In: L. Rosenblum (ed.). *Primate Behavior*. Volume 4. Academic Press, New York, USA.

- Epple, G.; Katz, Y. 1980. Social influences on first reproductive success and related behaviors in the saddle-back tamarin (*Saguinus fuscicollis*, Callitrichidae). *International Journal of Primatology* 1: 171–183.
- Fuentes, A. 2002. Patterns and trends in primate pair bonds. *International Journal of Primatology* 23: 953–978.
- Kappeler, P.M. 1993. Variation in social structure: the effects of sex and kinship on social interactions in three lemur species. *Ethology* 95: 125–145.
- Kappeler, P.M.; Heymann, E.W. 1996. Nonconvergence in the evolution of primate life history and socio-ecology. *Biological Journal of the Linnean Society* 59: 297–326.
- Kappeler, P.M.; van Schaik, C.P. 2002. Evolution of primate social systems. *International Journal of Primatology* 23: 707–740.
- Kaufman, R. 1996. The nature and frequency of agonism in free-ranging and semi-free-ranging brown lemurs, *Eulemur fulvus*. *Primates* 37: 335–350.
- Merenlender, A.M. 1993. The effects of sociality on the demography and genetic structure of *Lemur fulvus rufus* (polygamous) and *Lemur rubriventer* (monogamous) and the conservation implications. Ph.D. thesis, University of Rochester.
- Ossi, K.; Kamilar, J.M. 2006. Environmental and phylogenetic correlates of *Eulemur* behavior and ecology (Primates: Lemuridae). *Behavioural Ecology and Sociobiology* 61: 53–64.
- Ostner, J.; Kappeler, P.M. 1999. Central males instead of multiple pairs in redfronted lemurs, *Eulemur fulvus rufus* (Primates, Lemuridae)? *Animal Behaviour* 58: 1069–1078.
- Ostner, J.; Kappeler, P.M. 2004. Male life history and the unusual adult sex ratios of redfronted lemur, *Eulemur fulvus rufus*, groups. *Animal Behaviour* 67: 249–259.
- Overdorff, D.J. 1996. Ecological correlates to activity and habitat use of two prosimian primates: *Eulemur rubriventer* and *Eulemur fulvus rufus* in Madagascar. *American Journal of Primatology* 40: 327–342.
- Overdorff, D.J. 1998. Are *Eulemur* species pair-bonded? Social organization and mating strategies in *Eulemur fulvus rufus* from 1988–1995 in southeast Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 105: 153–166.
- Pereira, M.; McGlynn, C. 1997. Special relationships instead of female dominance for redfronted lemurs, *Eulemur fulvus rufus*. *American Journal of Primatology* 43: 239–258.

Funding and Training

AEACL Small Grants

Since 2009, AEACL awards two small grants of up to €1,000 each year to graduate students, qualified conservationists and/or researchers to study lemurs in their natural habitat. Priority is given to proposals covering conservation-relevant research on those species red-listed as Vulnerable, Endangered, Critically Endangered or Data Deficient by the IUCN. We support original research that helps with establishing conservation action plans for the studied species. Grants are normally given to recent graduates from Malagasy universities to help building local capacity.



We may also, in special circumstances, support studies on Malagasy species other than lemurs if the proposal provides satisfactory information as to how lemurs or the respective habitat/ecosystem as a whole will benefit from the research. All proposals will be assessed by the Board of Directors of AEACL and/or by external referees. The deadline for applications is February 15th of each year. Successful applicants will be notified by June 1st. More information can be found on the AEACL website, www.aeaccl.org.

The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund

Announced at the World Conservation Congress in Barcelona in 2008, The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund is a significant philanthropic endowment established to do the following:

- Provide targeted grants to individual species conservation initiatives;
- Recognize leaders in the field of species conservation; and
- Elevate the importance of species in the broader conservation debate.



The fund's reach is truly global, and its species interest is non-discriminatory. It is open to applications for funding support from conservationists based in all parts of the world, and will potentially support projects focused on any and all kinds of plant and animal species, subject to the approval of an independent evaluation committee.

Details on this important source for species conservation initiatives and research can be found at www.mbzspeciesconservation.org/.

Conservation International/Margot Marsh Biodiversity Foundation Primate Action Fund: Period March 2011 – March 2012

The principal objective of the Conservation International/Margot Marsh Biodiversity Foundation Primate Action Fund is to contribute to global biodiversity conservation by providing strategically targeted, catalytic support for the conservation of endangered nonhuman primates and their natural habitats. Grants are administered by the Office of the President at Conservation International. The sum provided by the Margot Marsh Biodiversity Foundation for this fund was US\$135,000 for the period March 2011 to March 2012.



38 awards were given out, totaling US\$132,000 (Tab. 1): *Neotropics* – US\$45,100 (14 awards); *Madagascar* – US\$28,600 (8 awards); *Africa* – US\$21,000 (6 awards); *Asia* – US\$35,300 (9 awards); and *General* – US\$2,000 (1 award). Countries where projects were supported included: Argentina (1), Brazil (3), Burkina-Faso (1), Burma (1), Cambodia (1), Cameroon (1), China (2), Colombia (2), Costa Rica (1), DRC (1), Ecuador (2), Guinea-Bissau (1), Indonesia (3), Madagascar (8), Myanmar (1), Nigeria/Cameroon (1), Panama (1), Peru (5), Philippines (1), Rwanda (1), Singapore (1), Uganda (1), and Vietnam (1).

Tab. 1: Distribution of MMBF/CI Primate Action Fund projects awarded March 2011 – March 2012.

	No of grants	Average grant (US\$)	Total (US\$)
Neotropics	14	2,694	41,500
Madagascar	8	3,575	28,600
Africa	6	3,500	21,000
Asia	9	3,922	35,300
General	1	-	2,000
Total	38	3,473	132,000

Species targeted in this round of Primate Action Fund are listed in Tab. 2.

Tab. 2: Primates specifically targeted by the projects financed by the Primate Action Fund, and their IUCN Red List classifications. March 2011–March 2012. *On the list of the World's 25 most threatened primates.

Neotropics		Asia	
<i>Cebuella pygmaea</i>	LC	<i>Nycticebus javanicus*</i>	EN
<i>Mico marcai</i>	DD	<i>Tarsius syrichta</i>	NT
<i>Mico manicorensis</i>	LC	<i>Pygathrix nemaeus</i>	EN
<i>Mico chrysoleucus</i>	DD	<i>Rhinopithecus strykeri</i>	NE
<i>Saguinus fuscicollis</i>	LC	<i>Rhinopithecus avunculus*</i>	CR
<i>Saguinus cf. fuscicollis</i>	NE	<i>Rhinopithecus roxellana</i>	CR
<i>Saguinus leucopus</i>	EN	<i>Nomascus annamensis</i>	NE
<i>Saguinus mystax</i>	LC		
<i>Saimiri boliviensis</i>	LC		
<i>Saimiri sciureus</i>	LC		
<i>Cebus albifrons aequatorialis</i>	CR		
<i>Cebus capucinus</i>	LC		
<i>Aotus miconax</i>	VU		
<i>Cacajao calvus</i>	VU		
<i>Alouatta guariba clamitans</i>	LC		
<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	VU		
<i>Ateles fusciceps rufiventris</i>	CR		
<i>Ateles hybridus*</i>	CR		
<i>Brachyteles hypoxanthus</i>	CR		
<i>Oreonax flavicauda*</i>	CR		
Africa		Madagascar	
<i>Cercopithecus hamlyni</i>	VU	<i>Microcebus berthae</i>	EN
<i>Cercopithecus mitis kandti</i>	EN	<i>Microcebus myoxinus</i>	DD
<i>Pan troglodytes verus</i>	EN	<i>Microcebus rufus</i>	LC
<i>Pan troglodytes schweinfurthii</i>	EN	<i>Haplemur meridionalis</i>	VU
<i>Gorilla beringei beringei</i>	CR	<i>Prolemur simus*</i>	CR
<i>Gorilla gorilla diehli*</i>	CR	<i>Eulemur cinereiceps*</i>	CR
		<i>Eulemur mongoz</i>	VU

Ten of the 38 proposals approved comprised surveys for population estimates, geographic distributions, and habitat preference (Tab. 3). Ten contributed to behavioral and ecological field studies. Six awards supported participation in, and the organization of, workshops and meetings. One supported publications—*Lemur News*. One project supported was an expedition to find a possible new subspecies of the saddleback tamarin, and another was to look for a possible population in a remote part of Burma (on the border with China) of the recently discovered *Rhinopithecus strykeri*. The search for a Chinese population of the Burmese snub-nosed monkey was successful (project supported in the period

2010-2011). The general category was to support for an educational/general fund-raising website for primate conservation.

Tab. 3: Primate Action Fund projects – by main topic. March 2011– March 2012.

Type of project	Neotropics	Madagascar	Africa	Asia	Total
Direct conservation action			1	2	3
Surveys, population estimates	1	3	4	2	10
Ecology, behavioral ecology	6	2		2	10
Surveys for new species	1			1	2
Taxonomic revisions					
Reintroduction techniques					
Environmental education	1			1	2
Support for field sites	1				1
Workshops/teaching/meetings	3	1	1	1	6
Conservation research/genetics	1	1			2
Publications		1			1
Networking and miscellaneous					1

Projects submitted to the foundation should have one or more of the following characteristics:

1. A focus on critically endangered and endangered non-human primates (and most especially those included in the biennial listing of the World's 25 Most Endangered Primates) living in their natural habitats;
2. Location in areas of high overall biodiversity and under great threat (e.g. "threatened hotspots", "megadiversity" countries) - to ensure maximum multiplier effect for each project;
3. Direction and management by nationals from the tropical countries, to help increase local capacity for implementing biodiversity conservation;
4. The ability to strengthen international networks of field-based primate specialists and enhance their capacity to be successful conservationists; and
5. Projects that result in publication of information on endangered primate species in a format that is useful both to experts and the general public.

Applications for support are considered throughout the year with no deadlines for submittal. Proposals should be sent by electronic mail to:

Anthony B. Rylands, Primate Action Fund, Conservation International, 2011 Crystal Drive, Suite 500, Arlington, VA 22202, USA, a.rylands@conservation.org

Theses completed

Andriampandrisoa, T.M. 2010. Etude de comportement des *Lemur catta* (Linnaeus, 1758) femelle dans la Réserve Spéciale Beza Mahafaly pendant les périodes d'allaitement 2005 et 2007. Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Les observations comportementales de *Lemur catta* femelles dans leur habitat naturel ont été réalisées durant quatre mois: mi-octobre 2005 à mi-décembre 2005 et début octobre 2007 jusqu'au début décembre 2007 dans la première parcelle de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Nous avons utilisé la méthode "animal focal" d'Altmann lors de ces observations. Le repos et l'alimentation ont occupé plus de temps que toutes les autres activités pendant la période d'allaitement. Le niveau compris entre 5 et 10m de hauteur est le plus fréquenté au cours des différentes activités. L'utilisation de chaque niveau peut varier selon ses caractéristiques qui dictent sa fréquence d'utilisation par les groupes de makis. Généralement, sur le rythme d'activité et les niveaux utilisés au cours des différentes activités, il n'y a pas de différence frappante entre les femelles allaitantes et les femelles non allaitantes alors qu'il peut y avoir de différence sur la consommation d'un ou plusieurs éléments. La hiérarchie de dominance n'a pas d'influence sur la plupart des activités de makis femelle. L'agressivité intra-femelle est influencée en grande partie par la compétition alimentaire. Il y a un fort chevauchement des "territoires" de groupes de makis dans la première parcelle de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly.

Mots-clés: *Lemur catta*, activités, lactation, dominance, niveau fréquenté, agression.

Andrianandrasana, Z.A. 2011. Comportements stratégiques de *Hapalemur griseus griseus* (LINK, 1795) dans la forêt tropicale humide de Maromizaha (Andasibe). Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Cette étude a été réalisée dans la forêt tropicale humide de Maromizaha (Andasibe) pendant la saison de pluie des mois de Février-Mars 2010. Elle a pour but de préserver et de conserver la population de *Hapalemur g. griseus*. L'approche écologique par groupe-scan concernant les comportements stratégiques de cette espèce pendant ses activités permet de dire que les activités effectuées selon les strates, le diamètre et l'orientation des supports distinguent les classes d'âge entre-elles. Par ailleurs, ses activités sont influencées par les facteurs écologiques (microclimats ; habitats). A Maromizaha, *Hapalemur g. griseus* fréquente la vallée qui est alors considérée comme son principal habitat. En tant qu'espèce mangeur de bambou, elle a consommé 92.1 % de bambou et 7.9 % de plantes autres que bambou et les jeunes feuilles mais la fréquence de consommation est différente. Par contre, les juvéniles ne préfèrent que les jeunes pousses et la base des feuilles de bambou. Stratégiquement, ce petit hapalemur gris est obligé de changer de comportement selon les conditions du milieu où il se trouve. Des mesures de protection sont à prévoir en vue de pérenniser l'existence de cette population de lémurien qui risque de disparaître.

Mots-clés: *Hapalemur g. griseus*, comportement, stratégie, habitat, conservation, Maromizaha/Andasibe.

Dumoulin, A. 2011. Etude morphométrique et génétique comparative de deux sous-espèces d'*Eulemur macaco* et d'une population de morphologie intermédiaire, dans le Parc National de Sahamalaza – Iles Radama, au nord ouest de Madagascar. Thèse pour le doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France.

L'observation, en 2003, de lémuriens de morphologie intermédiaire entre *Eulemur macaco macaco* et *Eulemur macaco flavifrons*, dans le parc national de Sahamalaza-Iles Radama, à Madagascar, pose le problème du statut phylogénétique de cette

population. Les caractéristiques écologiques des habitats de cette population et particulièrement les limites de leur aire de répartition ont été déterminées. La capture et le prélèvement de biopsies cutanées sur 27 individus de cette population ont permis l'étude de leurs caractéristiques morphométriques et génétiques. Vingt trois critères biométriques et les aspects morphologiques à partir de photographie de cet échantillon de 27 individus de morphologie intermédiaire ont été comparés à ceux d'individus des sous espèces *E. m. flavifrons* et *E. m. macaco*. De plus la variabilité de la séquence mitochondriale D-loop, à partir de 27 biopsies cutanées de lémuriens intermédiaires a été analysée et comparée à celle de 13 d'*E. m. flavifrons* capturés et de 98 séquences des deux sous-espèces d'*E. macaco*, d'une base de données. Nos résultats révèlent que l'aire de répartition des *E. m. macaco* s'étend jusqu'à la rivière Andranomalaza, contrairement aux premières données sur cette population de lémuriens. Ils révèlent aussi que les lémuriens de morphologie intermédiaire sont des variants phénotypiques d'*Eulemur macaco macaco*. La faible diversité génétique notée dans la population étudiée a montré l'urgence de la mise en place de mesures de protection concrètes afin de diminuer la fragmentation de leur habitat.

Mots-clés: Morphométrie, génétique, phylogénèse, répartition géographique, population intermédiaire, taxonomie, lémurien, *Eulemur macaco macaco*, *Eulemur macaco flavifrons*, Madagascar.

Maciag, E. 2010. Endoparasite infection of three species of lemur (*Eulemur flavifrons*, *Lepilemur sahamalazensis* and *Mirza zaza*) in differently degraded forest fragments on the Sahamalaza Peninsula, Madagascar. MSc dissertation, Royal Veterinary College, University of London, UK. Literature on wild lemur parasites is limited, and the ongoing threat of deforestation in Madagascar makes the effects of forest degradation on host-parasite dynamics a research priority. Faecal samples were collected and examined from three sympatric lemur species; the blue-eyed black lemur (*Eulemur flavifrons*), the Sahamalaza sportive lemur (*Lepilemur sahamalazensis*) and the Northern giant mouse lemur (*Mirza zaza*) over a two-month period from three differently degraded fragments (primary, degraded primary and secondary) of the Ankarafa Forest on the Sahamalaza Peninsula, NW Madagascar. Objectives of the project were to (1) identify endoparasites in three species of lemur; and (2) investigate the relationship between forest degradation on parasite prevalence, diversity and infection intensity. Primate populations living in degraded forests are likely to have higher parasite prevalence, greater parasite diversity and more intense infections. Parasites identified were *Lemuricola* spp. and *Callistoura* spp. in *E. flavifrons*, *Lemuricola* spp. or *Ingloxyuris inglisi* and *Callistoura* spp. in *L. sahamalazensis*, and *Lemuricola microcebi* and *Subulara baeri* in *M. zaza*. Parasite diversity was found to be higher in degraded forests compared to primary forest. Prevalence was high for all sample groups, and in degraded forest prevalence was highest. Only *Callistoura* spp. in *E. flavifrons* showed significantly increased egg shedding in primary degraded forest. The effect of habitat degradation on host-parasite dynamics was shown to be inconsistent in this study, and a greater understanding of underlying mechanisms is needed before patterns can be more surely predicted.

Key words: blue-eyed black lemur, degradation, endoparasite, faecal sampling, Northern giant mouse lemur, primates, Sahamalaza Peninsula sportive lemur.

Moses, K.L. 2011. Investigation of primary seed dispersal by the black-and-white ruffed lemur (*Varecia variegata*) in the Manombo forest, southeast Madagascar. MSc dissertation, Centre for Research in Evolutionary Anthropology, Roehampton University, London, UK.

Seed dispersal is one of the most important ecological processes on Earth, but remains poorly understood on Madagascar. Black-and-white ruffed lemurs (*Varecia variegata*), possess a suite of behavioural and ecological attributes often associated with effective seed dispersal, but no previous studies have investigated dispersal effectiveness in this species. This three-month study investigated primary seed dispersal by two groups of *V. variegata* in the Manombo forest of south-eastern Madagascar by describing feeding and ranging behaviour and aspects of dispersal effectiveness, using direct feeding observation, faecal sample analysis and germination trials. The lemurs dispersed seeds of 40 species, most of which

were large (>10 mm). The two groups dispersed an estimated average of 984 seeds/ha/yr within their home range; the population at Manombo dispersed as many as 55,115 seeds/km/yr. Passage through the lemurs' gut was rapid (4h 26min) and generally had beneficial effects on seeds, increasing germination success and reducing latency period, compared to controls. The vast majority of seeds were dispersed away from their parent plant, to a mean and maximum distance of 180 m and 506 m respectively. Dispersal distance is relatively low compared to many anthropoid primates; it is predicted that lemurs in general may disperse seeds over relatively short distances. Suggestions for how this may have arisen are made. Overall, these preliminary results suggest that *V. variegata* may be an effective disperser of seeds in terms of both quality and quantity, and may be critical for dispersal of large-seeded species which other frugivores may not be able to swallow. Further research is required, however, to describe dispersal patterns across seasons and years and examine post-dispersal events.

Rafalinirina, A.H. 2011. Relation entre les caractères morpho-physiologiques et la teneur en eau des matières fécales de *Microcebus murinus* (MILLER 1777) dans le Parc National de Kirindy Mitea (Morondava). Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Cette étude a été effectuée dans le Parc National de Kirindy Mitea région Morondava, du mois d'août au mois de septembre 2008. Elle a été axée sur le *Microcebus murinus* en ce qui concerne la morphométrie, la physiologie et la teneur en eau dans les matières fécales afin de définir cette espèce et de déterminer son état de santé ainsi que le degré adaptatif vis-à-vis de son domaine vital dans le Parc National de Kirindy Mitea. La méthode d'étude est basée sur la méthode de "capture-marquage-recapture". Les résultats ont montré que les vingt-trois mâles et les douze femelles ne présentent pas de dimorphisme sexuel pour tous les caractères considérés, et un niveau de santé identique et un rythme d'activité égal pendant les mois d'août et de septembre. L'évaluation de l'espèce de *Microcebus murinus* à Kirindy Mitea par rapport à celle d'un autre milieu suggère que les individus dans ce parc sont plus petits. La corrélation entre la teneur en eau dans les matières fécales n'apporte aucun renseignement sur les différents paramètres tant morphologique que physiologique. La densité estimée étant de 12 individus par km² ou 1200 individus par hectare. Le sex ratio est en faveur des mâles, ceci pourrait être dû au fait qu'ils sont le plus attirés par l'odeur de banane du piège. Bref, *Microcebus murinus* mâles et femelles sont tous actifs pendant la période d'étude et présentent une bonne santé et une adaptation identique grâce au milieu qui leur est favorable.

Mots-clés: *Microcebus murinus*, état de santé, morphométrie, physiologie, teneur en eau, matières fécales, Kirindy Mitea.

Rakotoarivo, T. H. 2010. Morphologie, cognition et écologie sensorielle du *Microcebus rufus* (LESSON 1840) à Talatakely dans le Parc National de Ranomafana. Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Les Microcèbes sont des lémuriens parmi le plus petit de Madagascar et les plus petits primates du monde. Ils sont nocturnes, solitaires et omnivores. *Microcebus rufus* est une espèce qui vit dans la forêt humide du domaine de l'Est. A l'âge adulte, seuls leur biceps, les circonférences de leur cuisse et de leur queue et leur poids varient. De plus, l'étude sur la cognition et l'écologie sensorielle des lémuriens est encore insuffisante car la plupart des études antérieures sont focalisées sur les primates anthropoïdes en négligeant les Prosimiens. Cette étude a pour objectif de suivre l'évolution de la masse corporelle de chaque individu de *Microcebus rufus* capturé en mesurant les caractères variables et aussi de focaliser leur écologie sensorielle. La collecte des données a été réalisée durant trois mois de la post-hibernation à Talatakely dans le Parc National de Ranomafana. Des pièges shermans sont installés par paire le long d'une piste pendant l'après midi vers 16h. Des signaux sensoriels ont été disposés alternativement proches de ces pièges durant le premier mois. Ils sont ensuite vérifiés puis enlevés vers 20h. Les

Microcèbes ainsi capturés sont amenés au laboratoire du centre Valbio pour être identifiés et mesurés. Après manipulation, ils sont relâchés exactement sur la même branche de capture. Il en résulte que le poids corporel de Microcèbes augmente progressivement avec les autres caractères variables et la vue joue un rôle primordial en comparaison à celle de l'odorat pendant leurs activités nocturnes. Ainsi, les Microcèbes ont une olfaction réduite mais une forte acuité visuelle. Enfin, Madagascar abrite l'ancêtre lointain actuel des Primates qui mérite d'être préservé.

Mots-clés: Microcèbes, lémuriens, nocturne, morphologie, caractères variables, cognition, écologie sensorielle, olfaction, vision, forêt humide, Parc National de Ranomafana, Madagascar.

Rakotoniaina, H.J. 2011. Evaluation de la tendance dynamique de la population de *Cheirogaleus medius* et de sa préférence d'habitat au niveau de la concession forestière de Kirindy CNFEREF. Mémoire de DEA en Science de la vie, option Biologie, Ecologie et conservation animales. Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Selon les hypothèses actuelles, certains attributs biologiques comme un type de cycle de vie lent peuvent prédisposer une espèce sous l'influence d'aucun danger apparent à un risque élevé d'extinction. La présente étude vise à tester ces dernières en définissant la tendance dynamique d'une population de *Cheirogaleus medius*, espèce classée à risque faible d'extinction mais arborant un cycle de vie relativement lent. Pour ce faire, des modèles de capture-marquage-recapture applicables sur population fermée et sur population ouverte (formulation de Cormack-Jolly-Seber et Link-Barker) ont été utilisés sur des données provenant de la concession forestière de Kirindy CNFEREF entre 2002 et 2009. Une analyse de préférence d'habitat a ensuite été effectuée afin de consolider les résultats de la modélisation selon lesquels un déclin graduel de la population a été effectivement observé (tendance décroissante de l'effectif ou de la probabilité de survie, taux d'accroissement < 1). Les caractéristiques du cycle de vie des *Cheirogales* ont été démontrées par les faibles valeurs du taux de recrutement de la population et de l'étude des habitats ont révélés une préférence pour ceux ayant une forte densité en arbres avec un dbh > 10cm, ceci s'avérant être le reflet d'une réponse de *Cheirogaleus medius* à une démographie réduite.

Mots-clés: *Cheirogaleus medius*, dynamique de population, modèles, Cormack-Jolly-Seber, Link-Barker, capture-recapture, population fermée, population ouverte.

Randriahingo, H.N.T. 2011. Etude comparative des comportements et des territoires de deux groupes de *Varecia variegata editorum* dans le Parc National de Mantadia. Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Cette recherche représente une étude sur les activités et le territoire de *Varecia variegata editorum* dans le Parc National de Mantadia de la forêt humide de l'Est de l'île. La descente a eu lieu au mois d'octobre 2008 jusqu'au février 2009. Les données comportementales, territoriales et alimentaires du groupe ont été enregistrées en utilisant la méthode de scan sampling qui considère la durée de chaque activité de la majorité dans le groupe. Cinq individus ont été étudiés dans la forêt. Deux types d'habitat ont été observés. Pour les rythmes d'activités, le repos s'étale sur les 64.50 % de leur temps; 10.89 % est consacré au déplacement; 9.87 % aux activités sociales et 24.72 % à l'alimentation. Le territoire du groupe 2 avec trois individus est deux fois plus grand que le territoire du groupe 1 à deux individus. Cette espèce, essentiellement frugivore, se nourrit plus de 58 espèces végétales. Le groupe 2 consomme plus de fruit que le groupe 1 (respectivement 52.90 et 37.98 %). Ces deux groupes de *Varecia* sont donc d'importants disséminateurs de graines dans la forêt humide de Mantadia. Ils jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique et contribuent à la reforestation du Parc.

Mots-clés: *Varecia variegata editorum*, alimentation, comportement, territoire, Parc National Mantadia.

Randriamanantsaina, N.H. 2010. Impacts de la dégradation de l'habitat sur les *Microcebus rufus* dans les deux sites (Talatake-

ly-Campsite) du Parc National de Ranomafana - Fianarantsoa. Madagascar. Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

D'après l'UICN 2008, les *Microcebus rufus* sont classifiés dans la préoccupation mineure. Il est important d'étudier certains caractères de ces animaux et l'état de leur habitat pour obtenir plus de renseignements dont le but est de contribuer à la protection et à la conservation de cette espèce et de son habitat. La recherche a été effectuée dans le Parc National de Ranomafana en considérant Talatakeley et "Campsite" comme sites d'étude vers le mois de Septembre à Novembre 2008. Selon les résultats, d'une part, les deux sites sont en général pauvres en grands arbres. Ils sont dégradés mais leur degré de dégradation est différent: la majorité des arbres à Talatakeley ont des canopées plus étalées que celles du "Campsite". Talatakeley est couvert d'arbres à hauteur et DHP plus élevés que "Campsite". Forêt "Campsite" est donc très dégradée et plus ouverte par rapport à celle de Talatakeley. D'autre part, les caractères morphométriques comparés ne présentent pas de différence significative entre les individus femelles et entre ceux des mâles de *Microcebus rufus* des deux sites: la dégradation de l'habitat n'a pas d'influence sur le développement corporel de cette espèce. Concernant les densités, il existe une différence nette entre elles: à Talatakeley, $d=225 \text{ ind/km}$, elle est plus forte que celle du "Campsite" ($d=120 \text{ ind/Km}$). La dégradation de l'habitat présente alors des effets négatifs sur son abondance. Ces animaux sont sensibles à la destruction de leur habitat, ils quittent le site perturbé pour occuper un autre plus stable. C'est l'homme qui est ici le premier responsable de la dégradation de ces forêts. Ainsi, pour protéger l'espèce étudiée et la nature, la prise de conscience de chacun par le biais de l'éducation et de la communication s'avère primordiale.

Mots-clés: *Microcebus rufus*, morphométrie, habitat, dégradation, Parc National de Ranomafana.

Randrianambinina, B. 2011. Diversité de lémuriens nocturnes de Madagascar : Inventaire, identification des nouvelles espèces, biologie de comportement. Thèse de HDR (Habilitation à Diriger des Recherches), Département de Biologie Animale et Ecologie, Faculté des Sciences, Université de Mahajanga, Madagascar.

Madagascar est très réputée par sa richesse en biodiversité et plus particulièrement la diversité des primates qui ne cesse d'augmenter. Ainsi, de nombreuses études ont été déjà réalisées sur ce groupe d'animaux tant sur la systématique, la biologie, l'écologie que sur la génétique et autres mais les données scientifiques sur les lémuriens nocturnes sont peu connues. C'est pour cela que notre étude s'est focalisée sur l'inventaire, la biologie de la reproduction et les dortsoirs qui sont des paramètres décisifs pour la conservation. Des inventaires ont été effectués dans 9 sites différents, localisés au Nord et le Nord-Ouest et Nord-est de Madagascar, ainsi que 25 autres sites dans le Nord et le Nord-Ouest entre l'année 2000 et 2005. La méthodologie adoptée pour le recensement est celle utilisée par de nombreux primatologues telles que l'observation directe et la capture-marquage-recapture. Les échantillons de tissu et des poils prélevés à partir de chaque individu capturé ont été analysés en utilisant la méthode moléculaire et phylogénétique pour l'identification de l'espèce. L'inventaire effectué sur les 9 sites nous a permis d'observer 7 espèces de lémuriens nocturnes (*Microcebus* spp, *Allocebus* spp, *Cheirogaleus* spp, *Mirza* spp, *Avahi* spp, *Lepilemur* spp, et *Daubentonia madagascariensis*). Quatre nouvelles espèces de microcèbes ont été décrites dans le Nord-Ouest et le Nord-Est (*M. bongolavensis*, *M. danfossi*, *M. lokobensis*, et *M. macarthurii*). En outre, des collectes de données sur la biologie de la reproduction ont été réalisées chez *Microcebus ravelobensis* (1996-1999) et *Lepilemur edwardsi* (1998, 2001 et 2003) à Ankarafantsika et celles de *Microcebus lehilahytsara* (1996-1999) à Mantadia. Pour ce faire, la caractérisation des organes génitaux externes est notée. Ainsi, divers paramètres ont été relevés pour estimer le volume du testicule pour les mâles et l'observation de l'état extérieur de la vulve a été faite avec précaution pour les femelles. Force est de constater que la reproduction des trois espèces (*M. ravelobensis*, *M. lehilahytsara*, et *Lepilemur edwardsi*) présente de variations saisonnières nettes qui pourraient être induites par la photopériode. Ainsi, des femelles en œstrus ont été observées pendant des mois particuliers de l'année pour *Microcebus ra-*

velobensis et *M. lehilahytsara* alors que la reproduction chez *Lepilemur edwardsi* a été fortement remarquée vers le début de la saison sèche. Les progénitures ont besoin au moins de deux années pour arriver à la maturité sexuelle. Diverses mesures ont été également faites sur les dortoirs afin de mieux comprendre leurs utilisations et leurs importances. L'utilisation des trous d'arbre comme dortoir chez *L. edwardsi* a été fortement observée avec 92 % des cas et se trouvant à une hauteur moyenne de 4,38 m. Tantôt des mâles et femelles ont dormi ensemble (51.8 % de leurs jours de localisation pour $n = 618$) tantôt mâles et femelles sont séparés mais toujours à proximité l'un de l'autre. Il est fort mentionné que la composition du groupe au sein des dortoirs semble être stable. Dans cette étude, nous avons observé un modèle paire-spécifique exclusif sur l'utilisation des dortoirs indiquant ainsi la territorialité, et la fidélité des couples sur l'utilisation du même dortoir a duré plus de 4 ans. Dans l'ensemble, mes études ont apporté une nouvelle information sur la diversité des espèces et la socio-écologie qui est primordiale en matière de conservation de lémuriens nocturnes. J'ai contribué à caractériser la présence et la distribution des espèces de lémuriens nocturnes dans le Nord, Nord-ouest et Nord-est de Madagascar, avec une description de quatre nouvelles espèces de *Microcebus*.

Mots-clés: Madagascar, biodiversité, lémuriens nocturnes, inventaire, reproduction, dortoir.

Ratsimbazafy, H.J. 2011. La Primatologie: un outil de conservation (cas des lémuriens de Madagascar). HDR thesis, Department of Palaeontology and Biological Anthropology, Sciences Faculty, Antananarivo University, Madagascar.

This document reports the results of my research during 20 active years in the service of the environment, a choice that I made in the interest of protecting Madagascar's biodiversity. I drew from my various trainings and professional responsibilities the necessity of sharing this work with the world, and with the participation of a wide variety of colleagues, I have amassed more than 54 scientific publications in this field (a total of 80 if the abstracts of posters and oral presentation are included). Lemurs are an endemic group of primates of Madagascar, can be considered iconic of our Island, of which we know much about the various obstacles and pressures that they face as a result of environmental degradation (e.g. forests, marshes, etc.). Yet, the discovery of new species still continues thanks to the advance of research techniques both in the field and in the lab (especially genetics) and, in spite of these advances in research, we still have little knowledge about the conservation needs of the 42 % of lemur species currently listed as "data deficient" by the IUCN. In order to protect these species, we need basic information on their geographic range (see the chapter "Diversity and distribution of lemurs"), the relationship between ecology and lemur species presence across the Island (for example, see the comparison of lemurs in the forest of Kirindy (western) and Ranomafana (east) discussed in the chapter "Primate communities"), and the strategies that these species employ to adapt to environmental disturbances (cyclones, anthropogenic pressures, etc.). For example, among the diurnal lemurs of Fandriana-Marolambo, Manombo and Mahabo, long-term research has demonstrated that both the "varijatsy" (*Varecia variegata*) and "varika mena" (*Eulemur cinereiceps*) are highly threatened species. Thus, we have spent the past several years studying their strategies to contend with shortages of endemic plant food resources, and it has been determined that these lemurs are able to compensate by consuming exotic plant fruits. The various techniques of research have been taught to both university students and the environmental actors (at the local, regional and national levels). With responsibilities in a variety of departments at the university, we have participated in the training/mentoring of the students and the evaluation of the results of their work. Additionally, in the case of Madagascar, it is always important to preserve collaborations with non-governmental organizations (NGOs) and Ministry offices involved in the protection of the environment, to ensure successful conservation outcomes. For Durrell, the involvement of the community is seen as key to successful conservation of our threatened species. And finally, we also note the importance of workshops, meetings and conferences. Our participation in activities such as the International Primatological Society (IPS) congress offers us the opportunity to exchange ideas on the protection of primates and their habitats, but above all to present our research results to other primatology researchers worldwide.

Key words: Diversity, distribution, primate communities, ecology, disturbance, conservation, lemurs, Madagascar.

Razafindramanana, J. 2011. Behavioural ecology of sympatric lemur species *Lemur catta* and *Eulemur* sp. in forest fragments, South-eastern Madagascar. PhD dissertation, School of Social Sciences and Law, Oxford Brookes University, Oxford, UK. I examine the niche partitioning between native ring-tailed lemurs, *Lemur catta*, and an introduced hybrid brown lemur population of *Eulemur rufus* x *E. collaris* in Malaza gallery forest of Berenty reserve, in comparison with the natural sympatric population of ring-tailed lemurs and red collared brown lemurs, *Eulemur collaris*, in Ambatotsirongorongo forest and with allopatric ring-tailed lemurs at Bealoka forest, in order to determine the impact of the introduced brown lemur population at Berenty reserve on the behaviour and distribution of native ring-tailed lemurs. Behavioural observations were conducted from September 2008 to December 2009; lemur population survey was conducted from 2005 to 2009. Behavioural sampling methods include scan group sampling, focal animal sampling and ad libitum of social behaviour and feeding behaviour. Two groups of each lemur species were followed in Malaza Berenty forest, one group of ring-tailed lemurs in Bealoka forest and one group of each lemur species was followed in Ambatotsirongorongo forest. Vegetation study was conducted in Bealoka and Berenty forests, whereas preliminary data on vegetation structure was already available for Ambatotsirongorongo. At Berenty reserve, the dynamic of the native ring-tailed lemur population was conditioned by food availability and habitat quality. The brown lemur growth and distribution appear to be affected by the water availability. Individual energy demands for various activity rhythms play a big role in brown lemurs' ecology. Food availability, hierarchy and territory are the main niche dimensions that shape ring-tailed lemurs' ecology. Niche partitioning between native population of ring-tailed and collared brown lemurs at Ambatotsirongorongo forest relies mainly on habitat use. Feeding ecology of ring-tailed lemurs in Bealoka forest is dominated by fruits. Habitat utilization differs markedly from both Berenty and Ambatotsirongorongo forest. Changes in ring-tailed lemurs' behaviour and distribution at Berenty reserve are partly due to the competition with the introduced brown lemur. This situation has resulted in a niche partitioning between both species by creating a bimodal niche for ring-tailed lemurs: the marginal habitat and the closed canopy forest. The comparisons with ecological mechanisms and evolution of Bealoka and Ambatotsirongorongo forests show that Berenty has shifted from a situation more like Bealoka's to a situation more like natural sympatry.

Razanatsila, G.X. 2010. Morphométrie de *Propithecus edwardsi*, comportement et alimentation des femelles allaitantes - Parc National de Ranomafana. Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Cette étude a été effectuée au sein du Parc National de Ranomafana durant la période d'allaitement du *Propithecus edwardsi* (juin à août 2008). Elle concerne les caractères morphométriques de l'espèce, ainsi que le comportement et l'alimentation des femelles allaitantes. Elle offre aux lecteurs la moyenne du poids, de la longueur de la tête, du corps, de la queue et de la canine des femelles allaitantes et des mâles dans le site de Talatakely et de Valohoaka. La différence est significative entre les activités des femelles du site de Talatakely et celles de Valohoaka. La majeure partie du temps des femelles de Talatakely est consacrée à l'alimentation pendant que les femelles à Valohoaka consacrent la sienne au repos. Par ailleurs, le temps qu'il fait conditionne les activités à Talatakely. Ce qui n'est pas le cas à Valohoaka. A Talatakely, les femelles sont actives pendant la matinée si celles de Valohoaka le sont durant toute la journée. Les niveaux fréquentés par les femelles pour leurs activités sont plus élevés à Valohoaka qu'à Talatakely. Dans les deux sites, pour se mettre à l'abri des prédateurs, les animaux remontent à un niveau plus élevé des arbres. Etant un site moins perturbé, Valohoaka est plus riche en espèces et familles de plantes servant de nourriture.

Mots-clés: *Propithecus edwardsi*, morphométrie, comportement, alimentation, femelle allaitante, Parc National de Ranomafana.

Rode, E.J. 2010. Conservation ecology, morphology and reproduction of the nocturnal northern giant mouse lemur *Mirza zaza* in Sahamalaza National Park, north-western Madagascar. MSc dissertation, School of Social Sciences and Law, Oxford Brookes University, Oxford, UK.

Madagascar, a primate conservation hotspot, has by far the highest percentage of primate species red-listed as Data Deficient. The underlying gaps in conservation-relevant knowledge make it difficult to design effective conservation measures. The northern giant mouse lemur (*Mirza zaza*) was only described in 2005 (Kappeler et al., 2005) and has been listed as Data Deficient on the IUCN Red List until recently. This study was conducted as the first comprehensive ecological study of the species and aimed at gathering necessary information for effective conservation planning. In the Ankarafa Forest inside Sahamalaza National Park, northwestern Madagascar, we radio-tracked 8 individual *M. zaza* over 2.5 months in the dry season from May to July 2011. During its nocturnal activity the species was found to have extensively overlapping home ranges. Group home ranges varied between 0.52 and 2.34 ha. *M. zaza* favoured large trees in dense microhabitats and preferred certain tree species. Nest sites were characterized by large and tall trees with many lianas. Up to 4 animals including several males with fully developed testes shared a group-exclusive nest, which suggests multi-male/multi-female or extended families nest groups. Morphology data and behavioural observations suggest that *M. zaza* reproduces aseasonally and exhibits a promiscuous mating system. Based on these findings the protection of the remaining habitat of *M. zaza* is recommended, focusing on dense forest areas and large trees while limiting selective logging. As one of the outcomes of this project, the IUCN Red List status of *M. zaza* was changed to Vulnerable (VU B2ab).

Tongaso, L. 2010. Foramen infra orbitaire: implication au régime alimentaire des Lémuriens subfossiles Malagasy. Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Le foramen infra orbitaire (FIO), qui est situé en dessous de l'orbite, laisse passer le nerf infra orbitaire aux cellules sensorielles spécialisées (mécanorécepteurs) dans la région maxillaire. Cette étude consiste à voir la relation entre le régime alimentaire de Primates actuels et la taille de foramen infra orbitaire (FIO), puis son implication à la paléoécologie des lémuriens subfossiles malagasy. Il en résulte qu'une relation significative a été trouvée entre la taille de foramen infra orbitaire et le régime alimentaire. Les Frugivores et les Folivores ont un plus grand foramen infra orbitaire par rapport à celui des Insectivores. Les Lémuriens subfossiles étaient Frugivores et Folivores: ces profils étaient liés à leur paléo environnement et leur taille. Le foramen infra orbitaire est ainsi considéré comme un caractère instructif pour déterminer et interpréter la paléoécologie des primates fossiles.

Mots-clés: lémuriens, subfossiles, foramen infra orbitaire, régime alimentaire.

Tsaravohitra, J.B. 2010. Comportement et disponibilités alimentaires de *Propithecus edwardsi* (Bennett, 1832) dans deux sites: Talatakely et Sakaraoa du Parc National de Ranomafana-Ifanadiana (Fianarantsoa). Mémoire de DEA en Sciences de la terre et de l'évolution, option Paléontologie et évolution biologique, spécialité Primatologie. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Cette étude se rapporte au comportement et disponibilités alimentaires de *Propithecus edwardsi*, c'est une espèce de lémurien strictement diurne dans le Parc National de Ranomafana. Elle a été réalisée pendant trois mois (juin, juillet, août 2008) dans les deux sites: Talatakely et Sakaraoa. Les données ont été récoltées au sein de deux sites pendant la journée toutes les 5 minutes tels que les comportements, les supports, les individus, les coordonnées géographiques. L'étude comportementale a montré que le *Propithecus edwardsi* est très actif entre 9 et 15h. En dehors de ces heures, il est au repos. Les trois activités principales sont l'affiliation, l'alimentation, et le repos. Les restes des activités sont mineures tels que le déplacement, l'agression, le sommeil, la vocalisation, le marquage de territoire. Cet animal consomme une vingtaine d'espèces de plantes par jour, dont notamment les *Backerela*

et le *Plectaneia* sp. Les feuilles composent la plus grande partie de leur nourriture avec une valeur de 66.80 % pour Talatakely et 58.80 % pour Sakaraoa, et les jeunes feuilles sont plus exploitées que les matures. La terre est consommée pour atténuer le poison dans leurs aliments. Les différences des aliments consommés dans chacun des groupes sont en relation avec les disponibilités des nourritures dans leur territoire. En plus, elles sont dues aux différents facteurs tels que : climat, état des arbres dans le site etc. Pour prendre la nourriture, *Propithecus edwardsi* utilisent directement leurs bouches ce qui les diffère des hommes.

Mots-clés : *Propithecus edwardsi*, comportement, alimentation, Sakaraoa, Talatakely, Ranomafana.

Guidelines for authors

Lemur News publishes manuscripts that deal largely or exclusively with lemurs and their habitats. The aims of *Lemur News* are: 1) to provide a forum for exchange of information about all aspects of lemur biology and conservation, and 2) to alert interested parties to particular threats to lemurs as they arise. *Lemur News* is distributed free of charge to all interested individuals and institutions. To the extent that donations are sufficient to meet production and distribution costs, the policy of free distribution will continue. Manuscripts should be sent to one of the editors electronically (see addresses for contributions on the inside front cover). *Lemur News* welcomes the results of original research, field surveys, advances in field and laboratory techniques, book reviews, and informal status reports from research, conservation, and management programs with lemurs in Madagascar and from around the world. In addition, notes on public awareness programs, the availability of new educational materials (include the name and address of distributor and cost, if applicable), and notification of newly published scientific papers, technical reports and academic theses are all appropriate contributions. Readers are also encouraged to alert *Lemur News* to pertinent campaigns and other activities which may need the support of the lemur research and conservation community. Finally, *Lemur News* serves as a conduit for debate and discussion and welcomes contributions on any aspect of the legal or scientific status of lemurs, or on conservation philosophy.

Manuscripts should be in English or French, double spaced with generous margins, and should be submitted electronically in Word (*.doc or *.docx) or rich text format (*.rtf). They should generally be 1-8 pages long, including references and figures. Submissions to the "Articles" section should be divided into Introduction, Methods, Results and Discussion and should include a list of 4-6 key words. Short reports and other submissions do not need subheadings or key words. Ideally, English articles should include a French abstract and vice versa. Articles should include a map of the area discussed, including all major locations mentioned in the text. Macros, complex formatting (such as section breaks) and automatic numbering as provided by text processing software must be avoided. The corresponding author's affiliation and full address must be provided, including e-mail and telephone number. For all other authors, affiliation and address should be provided. Use superscript numerals for identification. Tables should include concise captions and should be numbered using roman numerals. Please give all measurements in metric units. Please accent all foreign words carefully.

Maps should always be made as concise as possible and should include an inset showing the location of the area discussed in relation to the whole of Madagascar.

Photographs: Black-and-white photographs are ideal. Color photographs are acceptable if they can be printed in greyscale without losing any of the information that they are supposed to convey. Please send only sharply-focused, high quality photographs. Please name each file with the photographer credit and the number of the identifying caption (e.g. "Schwitzer_Fig.1"). We are always interested in receiving high quality photographs for our covers, especially those of little known and rarely photographed lemurs, even if they do not accompany an article.

All figures should include concise captions. Captions should be listed on a separate sheet, or after the References section of the manuscript. Subtle differences in shading should be avoided as they will not show up in the final print. Maps, photographs and figures should be sent electronically in any one of the following formats: BMP, CDR, EMF, WMF, XLS. Please name all files with the name of the first author of the manuscript to which they belong. Do not send figures embedded in the text of the manuscript.

References: In the text, references should be cited consecutively with the author's surname and year of publication in brackets (e.g. Schwitzer *et al.*, 2010; Kaumanns and Schwitzer, 2001). The reference list should be arranged alphabetically by first author's surname. Examples are given below.

Journal article

Ranaivoarisoa, J.F.; Ramanamahefa, R.; Louis, Jr., E.E.; Brenneman, R.A. 2006. Range extension of Perrier's sifaka, *Propithecus perrieri*, in the Andrafiarna Classified Forest. *Lemur News* 11: 17-21.

Book chapter

Ganzhorn, J.U. 1994. Les lémuriens. Pp. 70-72. In: S.M. Goodman; O. Langrand (eds.). Inventaire biologique; Forêt de Zombitse. Recherches pour le Développement, Série Sciences Biologiques, n° Spécial. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo, Madagascar.

Book

Mittermeier, R.A.; Konstant, W.R.; Hawkins, A.F.; Louis, E.E.; Langrand, O.; Ratsimbazafy, H.J.; Rasoloarison, M.R.; Ganzhorn, J.U.; Rajaobelina, S.; Tattersall, I.; Meyers, D.M. 2006. Lemurs of Madagascar. Second edition. Conservation International, Washington, DC, USA.

Thesis

Freed, B.Z. 1996. Co-occurrence among crowned lemurs (*Lemur coronatus*) and Sanford's lemur (*Lemur fulvus sanfordi*) of Madagascar. Ph.D. thesis, Washington University, St. Louis, USA.

Website

IUCN. 2008. IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 21 April 2009.

Call for voluntary contributions

As most readers of *Lemur News* are certainly aware, fundraising has become more difficult. We will continue to distribute *Lemur News* free of charge to all interested individuals and institutions. However, we would like to ask subscribers for voluntary contributions to cover production costs. Please contact one of the editors for information on how to make contributions.

Drawing by Stephen D. Nash



Editorial..... 1

Feature: *Prolemur simus*

Statut et conservation de *Prolemur simus* dans les sites de Ranomainty et Sakalava du Corridor Ankeniheny-Zahamena

Lucien Randrianarimanana, Maholy Ravaloharimanitra, Tianasoa Ratolojanahary, Jean Rafalimandimby, Tovanahary Rasolofoharivelo, Jonah Ratsimbazafy, Rainer Dolch, Tony King.....2

Conservation de *Prolemur simus* autour de la forêt de basse altitude d'Andriantantely, District de Brickaville

Felaniaina Lantovololona, Anjara Bonaventure, Tianasoa Ratolojanahary, Jean Rafalimandimby, Maholy Ravaloharimanitra, Paul Ranaivosoa, Jonah Ratsimbafy, Rainer Dolch, Tony King.....7

Abondance et conservation de *Prolemur simus* dans les sites de basse altitude de Sahavola et Ambalafary, District de Brickaville

T. Hasimija Mihaminekena, Maholy Ravaloharimanitra, Paul Ranaivosoa, Jonah Ratsimbazafy, Tony King..... 11

Conservation de *Prolemur simus* dans le site de basse altitude de Vohiposa, District de Brickaville

Anjara Bonaventure, Felaniaina Lantovololona, T. Hasimija Mihaminekena, Z. Anselmo Andrianandrasana, Maholy Ravaloharimanitra, Paul Ranaivosoa, Jonah Ratsimbazafy, Tony King..... 15

The role of the captive population of greater bamboo lemurs *Prolemur simus* in the conservation of the species

Delphine Roulet.....20

News and Announcements.....25

Short Communications

Conflictual behaviour in a lemur mother toward a dying infant

Luca Santini.....26

Expanding their repertoire: aye-aye feeding traces in a previously unreported tree genus

Timothy M. Sefczek.....27

Rapid boost of forest destruction and poaching of lemurs inside the Sahamalaza – Iles Radama National Park since 2009

Melanie Seiler, Guy H. Randriatahina, Christoph Schwitzer.....28

Predation on redfronted lemurs (*Eulemur rufifrons*) by fossas (*Cryptoprocta ferax*)

Anna Viktoria Schnoell, Claudia Fichtel.....30

Projet Tsibahaka: conserving the crowned sifaka *Propithecus coronatus*

Tony King, Laingoniaina H.F. Rakotonirina, Andoniaina H. Rakotoarisoa, Maholy Ravaloharimanitra, Christelle Chamberlan.....32

Body masses of wild lemurs

Lucy A. Taylor, Christoph Schwitzer.....34

Articles

Quelques éclaircissements sur le poids et la répartition géographique des Lémuriformes subfossiles de Madagascar

Germain Jules Spiral, Soanorolalao Ravelonjanahary.....41

Inventaire des lémuriens dans la zone de Pointe à Larrée, Soanierana-Ivongo, Région Analanjirofo, Madagascar: implication pour la conservation

Romule Rakotondravony, Marc Rabenandrasana.....43

Assessment of lemur diversity in the Makay massif

Rainer Dolch, Rita Ratsisetraïna, Matthias Markolf, Tiana Ratolojanahary, Hanitriniaina Rakotonirina, Edward Louis Jr., Evrard Wendenbaum.....48

Étude comportementale des groupes d'*Eulemur albifrons* au sein de la Station Forestière d'Ivoloina (nord-est de Madagascar)

Hélène Deguette.....54

Distribution and abundance of Milne Edwards' sportive lemur *Lepilemur edwardsi* in the Ankarafantsika National Park, northwestern Madagascar

Andriatahiana Z. Rabesandratana, Romule Rakotondravony, Elke Zimmermann.....57

Line-transect distance sampling versus a new vocalisation method to estimate crowned lemur (*Eulemur coronatus*) and Sanford's brown lemur (*Eulemur sanfordi*) population densities

Andrew J. Lowin.....60

Giant rabbits, marmosets, and British comedies: etymology of lemur names, part I

Alexander R. Dunkel, Jelle S. Zijlstra, Colin P. Groves.....64

Social structure and dyadic bonds in wild collared brown lemurs *Eulemur collaris* in southeast Madagascar

Dinah Davison, Josia Razafindramanana.....70

Funding and Training.....72

Theses Completed.....74