

Comportement De Territorialité De Propithecus Deckenii Dans Les Aires Protégées Complexe Tsimembo Manambolomaty Et Mandrozo

Heritiana Josoa RANDRIAMANANTENA¹, Hanta RAZAFINDRAIBE¹, Aristide ANDRIANARIMISA¹, Armand BENJARA², Marius P. H. RAKOTONDRATSIMA² & Lily-Arison RENE DE ROLAND²

¹ Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar

² The Peregrine Fund, BP VA 26 AH Tsiadana, Antananarivo 101, Madagascar
Auteur correspondant : Heritiana Josoa Randriamanantena josolegothik@gmail.com



Résumé – Cette étude vise à comprendre le comportement de territorialité chez le lémurien Propithecus de Decken *Propithecus deckenii*, dans les Aires Protégées (APs) Complexe Tsimembo Manambolomaty et Mandrozo (Centre-Ouest de Madagascar) entre novembre 2017 et avril 2018, ainsi qu'entre juillet et octobre 2018. La méthode *continuous focal animal sampling* a été utilisée pour le suivi de huit groupes de Propithecus, soit deux groupes d'un habitat intact et deux autres dans un habitat perturbé de chaque AP. La fréquence de marquage olfactif par les groupes focaux diffère entre les deux types d'habitats, et elle est influencée par le sexe en faveur des mâles. La saison n'impacte pas cette activité. Le domaine vital (défini par MCP et le Kernel fixé à 95 %) et le cœur du domaine vital (Kernel fixé à 50%) varient entre les groupes et la distance parcourue par jour peut atteindre 234 ± 98 m à 362 ± 110 m. Ces paramètres ne sont pas influencés par la saison et l'état de l'habitat. Toutefois, l'intensité d'utilisation du territoire ne présente pas une variation entre les groupes étudiés. La valeur du « *defensibility index* » pour *P. deckenii* est en moyenne $1,74 \pm 0,70$ ($n = 8$). L'espèce étudiée dispose d'une flexibilité sur l'ajustement du comportement de territorialité, bien que l'habitat soit plus dégradé dans les zones d'utilisation durable.

Mots clés – *Propithecus deckenii*, Comportement de territorialité, Domaine vital, Aire Protégée Complexe Tsimembo Manambolomaty, Aire Protégée Mandrozo.

Abstract – This study aims to understand the behavior territoriality of the lemur Decken's Sifaka *Propithecus deckenii* in the Protected Areas (PAs) Complexe Tsimembo Manambolomaty and Mandrozo in the central-west of Madagascar between November 2017 and April 2018, and between July and October 2018. The continuous focal animal sampling method was used to monitor eight groups of Sifakas, two groups of the intact habitat and two groups from the disturbed habitat in each PA. Scent marking frequencies per focal groups differs between the two habitats types and is influenced by sex in favor of males. Season does not impacted this activity. The home range (define by MCP and 95% Kernel density estimate) and core area varies between monitored groups and the daily path length can reach 234 ± 98 m to 362 ± 110 m. These parameters are not influenced by season and habitat types. However, the intensity of territory use doesnot have any variation among the studied groups. The mean average « *defensibility index* » value for *P. deckenii* is 1.74 ± 0.70 ($n = 8$). The studied species has ability to adjust their territorial behavior, despite the degradation of habitat in sustainable use zones.

Keywords – *Propithecus deckenii*, Territoriality behavior, Home range, Complexe Tsimembo Manambolomaty Protected Area, Mandrozo Protected Area.

I. INTRODUCTION

Le territoire d'un individu ou d'un groupe d'individus doit contenir les besoins fondamentaux pour assurer leur survie et leur reproduction. Le comportement de territorialité chez les primates joue donc un rôle crucial, surtout dans les environnements caractérisés par des ressources limitées et une concurrence élevée [1]. Il est souvent lié à la défense de ces ressources afin d'éviter un conflit intra-ou inter-spécifique [2]. Il peut être également influencé par plusieurs facteurs tels que l'âge, le sexe, la densité de la population et la disponibilité des ressources entre les saisons [3]; [4]; [5]; [6]; [2].

D'autres études antérieures ont constaté que le niveau de dégradation de l'habitat peut également influencer le comportement de territorialité chez les lémuriers [7]; [8]; [9]; [10]. Les lémuriers sont des primates endémiques de Madagascar dont la majorité des espèces sont territoriales et dépendent entièrement de la forêt [11]. Pourtant, la plupart souffrent de la modification et de la réduction de leur habitat naturel à cause des activités anthropiques [12]. Ainsi, certaines espèces ajustent leur comportement de territorialité face à la dégradation de leur habitat [4]; [6]. On parle souvent « d'ajustement comportemental » [13]; [14]. La question est de savoir si la perturbation de l'habitat impacte également le comportement de territorialité du lémurien Propithecus de Decken *Propithecus deckenii* ou Sifaka. Le choix de notre étude s'est porté sur cette espèce territoriale, vu qu'elle est peu étudiée dans la nature [11]. Les précédentes recherches concernant l'espèce se focalisent principalement sur la génétique, la parasitologie, le recensement et la distribution [15]; [16]; [17]; [18]. De plus, son statut de conservation a récemment passé d'en danger d'extinction (EN) vers en danger critique d'extinction (CR). Cette requalification est justifiée par la réduction incessante de la taille des populations et de leur habitat [19]. Le Propithecus de Decken est territorial vivant en groupe de deux à six individus des deux sexes dans la partie Ouest de Madagascar [17]. La femelle dominante qualifiée de gestante dans un groupe assure la reproduction et peut s'accoupler avec plusieurs mâles [11].

La présente investigation vise à analyser le comportement de territorialité chez *P. deckenii* vis-à-vis des habitats forestiers intacts et perturbés ainsi que de la saison sèche et humide dans les Aires Protégées (APs) Complexe Tsimembo Manambolomaty (CTM) et Mandrozo (MDZ). Les deux APs hébergent encore une grande population de cette espèce [20]; [21]; [18] et présentent encore des zones prêtes ou intacts dans le noyau dur et des forêts de type perturbé dans les zones d'utilisation durable [22]. L'étude du comportement de territorialité repose souvent sur la mesure de (1) la fréquence de marquage olfactif, (2) la taille et (3) l'intensité d'utilisation du territoire, ainsi que (4) la distance parcourue journalière [3]; [23]; [2]. Cependant, le marquage olfactif peut jouer à la fois des rôles plus complexes autres que la démarcation du territoire chez les lémuriers, surtout chez le genre *Propithecus* [24]; [25]. D'où l'intérêt de cette recherche qui permet de comprendre si l'état de l'habitat et la saison sont des facteurs déterminants sur ces quatre paramètres de territorialité chez *P. deckenii*. Ainsi, un intérêt pourrait être apporté sur l'ajustement de la stratégie de conservation de cette dernière.

II. MÉTHODOLOGIE

2.1. Périodes et sites d'étude

L'étude a été réalisée entre novembre 2017 et avril 2018 (saison humide), puis de juillet à octobre 2018 (saison sèche). Elle a été menée dans deux APs. L'AP CTM (19°01'S, 44°26'E) est localisée dans la partie Centre-Ouest de Madagascar (Figure 1). Cette AP occupe une superficie d'environ 62 745 ha, avec la forêt de Tsimembo d'une superficie d'environ 32 800 ha. L'AP MDZ est également localisée dans la partie Centre-Ouest de l'île avec une superficie de 15 145 ha (17°31'S, 44°06'E).

Deux sites d'étude par AP sont choisis selon leur état, dont un dans le noyau dur (ND) et un dans la zone d'utilisation durable (ZU). Le ND est localisé le plus souvent à l'intérieur par rapport aux forêts, et il est censé être plus intact [22]. Seul une faible infraction comme la coupe sélective de bois, la collecte de miel et d'igname y sont signalées [22]. Inversement, la ZU se trouve à la périphérie des forêts à proximité des villages et est supposée plus perturbée. Elle est caractérisée par sa vocation d'application des droits d'usage traditionnels et certaines activités agricoles, pastorales et forestières y sont autorisées. Le défrichement, la chasse, les feux de forêts et l'installation de campements illicites sont les types de perturbation constatés dans la ZU [22].

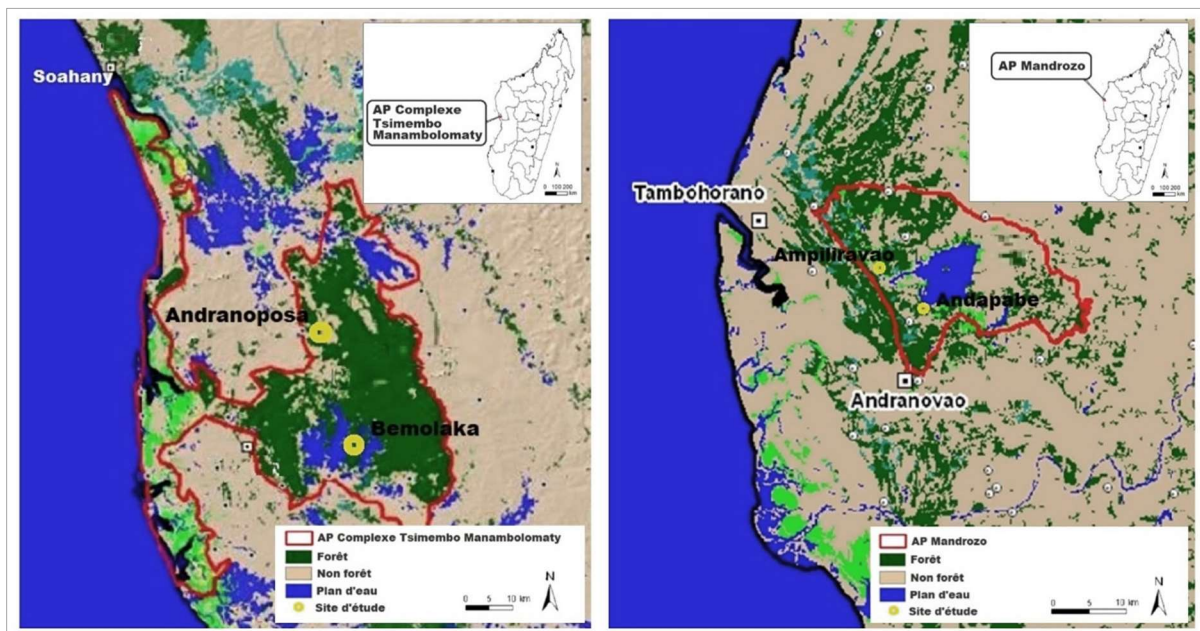


Figure 1 : Localisation géographique des Aires Protégées et des sites d'étude

2.2. Choix des groupes et animaux focaux

Au total, huit groupes, soit deux groupes de Propithecus par ND et ZU de chaque AP font sujet d'étude durant la saison humide et la saison sèche. Parmi les membres de chaque groupe, au moins un mâle adulte et une femelle adulte par groupe ont été choisis comme animal focal (Tableau 1). Il n'y a pas de dimorphisme sexuel évident chez *P. deckenii* [11]. Par contre, une glande de marquage de couleur marron très prononcée se trouve sur la base du cou des mâles arrivés à la maturité sexuelle. Les animaux focaux ont été identifiés à l'aide de traits particuliers comme une tache sur la face, la couleur des yeux, un handicap ou une blessure [26].

2.3. Suivi des animaux focaux

Avant la collecte des données comportementales, les groupes choisis (Tableau 1) ont été habitués à la présence d'observateurs. L'habitué se déroulait en septembre 2017 pour la saison humide et en juin 2018 pour la saison sèche. Elle permet de minimiser l'altération du comportement d'un animal et son interaction avec un observateur [27]. Elle consiste à ne pas surprendre les membres du groupe et de s'approcher progressivement pendant qu'ils continuent à effectuer des comportements tels que l'alimentation ou le toilettage [28]. Ce sont des signes d'habitué à un observateur. Toutefois, la distance minimale d'approche est gardée à 5 m.

Une fois que les animaux soient habitués, la méthode de « *continuous focal animal sampling* » a été adoptée [29]. Un animal focal par jour a été suivi avec cette méthode. Le suivi a été réalisé dès le réveil de l'animal jusqu'à ce qu'il reste inactif le soir. Les marquages olfactifs effectués à l'aide de la glande ano-génitale des deux sexes ou de la glande de marquage sur le cou des mâles ont été comptés durant le suivi. La position géographique (latitude et longitude) de l'emplacement du focal a été enregistrée à l'aide d'un GPS (Garmin eTrex 20) à chaque fois qu'il se déplaçait à une distance d'au moins 10 m.

Tableau 1 : Composition de groupe, nombre d'individus focal et durée (mn) de suivi par groupe de *Propithecus deckenii*

AP	Site	Etat	Groupe	Membre			Focal			Durée desuivi
				M	F	Total	M	F	Total	
CTM	Bemolaka	Intact	BEM-1	3	2	5	2	2	4	22 187
	(ND)	Intact	BEM-2	3	2	5	2	2	4	21 905
	Andranoposa	Perturbé	AND-1	1	2	3	1	2	3	16 310
	(ZU)	Perturbé	AND-2	1	4	5	1	2	3	10 107
MDZ	Andapabe	Intact	ANDAPA-1	2	2	4	1	1	2	4 138
	(ND)	Intact	ANDAPA-2	2	3	5	1	2	3	6 438
	Ampiliravao	Perturbé	AMP-1	2	3	5	1	2	3	6 354
	(ZU)	Perturbé	AMP-2	2	3	5	1	2	3	6 302

AP : Aire Protégée ; CTM : Complexe Tsimembo Manambolamaty ; MDZ : Mandrozo ; ND : noyau dur ; ZU : zone d'utilisation durable ; M : mâle ; F : femelle

2.4. Analyse des données

La fréquence journalière de marquage olfactif a été calculée. Ensuite, les coordonnées géographiques obtenues quotidiennement pendant le suivi de chaque animal focal d'un groupe ont été reliées par ordre d'enregistrement pour calculer la distance parcourue par jour. Puis, la taille du domaine vital a été déterminée selon trois approches : la méthode de *Minimum Convex Polygon* ou *MCP* [30], de *Kernel* fixée à 95 % ou S^{95} [31] et de *Kernel* fixée à 50 % ou S^{50} [32]. Néanmoins, le S^{95} est plus pertinent pour déterminer le domaine vital proprement dit ou « *home range* » et le S^{50} pour délimiter le cœur du domaine vital ou « *core area* » chez le genre *Propithecus* [8]. Le *MCP* est calculé pour pouvoir faire la comparaison avec les résultats des précédentes recherches sur les autres espèces du genre *Propithecus*. Enfin, l'intensité d'utilisation du territoire par chaque groupe a été évaluée à partir de la valeur de « *defensibility index* » (Di^{95}). Cette valeur est obtenue par l'analyse de la relation entre la distance parcourue par jour et la taille du domaine vital S^{95} d'un groupe [3]; [2].

$$Di = \frac{D}{(4 S / \pi)^2}$$

Di : *defensibility index* définie par S^{95}

D : distance parcourue par jour

S : superficie du domaine vital définie par S^{95}

2.5. Traitements statistiques

Afin de déterminer l'existence d'une variation de la fréquence de marquage, entre mâle et femelle, le test de Mann-Whitney a été adopté. Le même test est réalisé pour analyser la variation de la fréquence de marquage, la distance moyenne journalière parcourue, la taille du domaine vital *MCP*, la taille du domaine vital S^{95} et la taille du cœur du domaine vital S^{50} entre la saison humide et sèche, ainsi qu'entre les habitats intacts et perturbés.

L'homogénéité de la taille du domaine vital *MCP*, du domaine vital S^{95} et du cœur du domaine vital S^{50} , ainsi que la valeur du « *defensibility index* » Di^{95} durant toute la période d'étude a été vérifiée avec le test de Chi-deux. Le test t de Student a été employé pour déterminer l'influence de la saison et de l'état de l'habitat sur ces trois dernières variables.

Pour apprécier la variation de la distance moyenne journalière parcourue entre les groupes de Propithecus étudiés, le test de Kruskal-Wallis a été réalisé. L'interaction de la taille du groupe avec les quatre paramètres de territorialité mesurés dans l'ensemble des travaux de terrain a été analysée avec le test de corrélation de Spearman. Tous les tests ont été effectués avec le

logiciel R 3.4 [33].

III. RÉSULTATS

Au total, 425 séquences de marquages olfactifs ont été enregistrées durant tout le suivi des groupes de *P. deckenii* étudiés. La fréquence moyenne journalière de marquage pour un individu varie de $1,5 \pm 0,6$ à $4,59 \pm 2,67$ (Figure 2). Les individus des groupes des habitats intacts préoccupent un peu plus de marquage que ceux des perturbés, avec une fréquence moyenne respective de $4,29 \pm 2,78$ marquages/jour ($n = 326$) et $2,02 \pm 1,42$ marquages/jour ($n = 99$). De ce fait, la proportion de la fréquence moyenne de marquage olfactif par jour est contrastée entre les deux types d'habitats (Mann-Whitney : $U = 2947,5$; $p = 0,001$). La majorité des marquages olfactifs de territoire sont effectués par les mâles dans tous les groupes étudiés (Figure 3). Ils effectuent plus de 67 % ($n = 287$) de cette activité. La fréquence moyenne journalière de marquage par individu présente une différence significative entre femelles et mâles (Mann-Whitney : $U = 599$; $p = 0,001$). L'activité de marquage est plus fréquente pendant la saison humide par rapport à la saison sèche (Figure 3). Elle mesure en moyenne $3,46 \pm 2,30$ marquages/jour ($n = 245$). Cependant, cette différence n'est pas significative (Mann-Whitney : $U = 1853$; $p = 0,965$). Ainsi, contrairement à la saison, le sexe et l'état de l'habitat affectent le marquage olfactif chez *P. deckenii*.

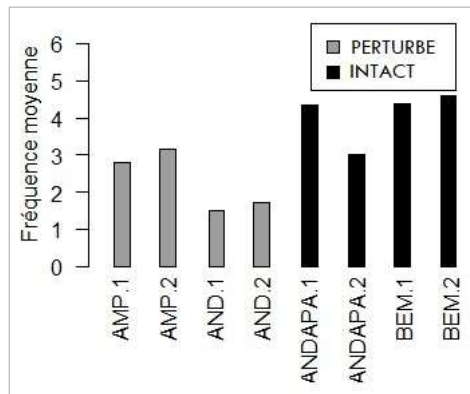


Figure 2 : Fréquence journalière moyenne de marquage d'un individu par groupe de *Propithecus deckenii*

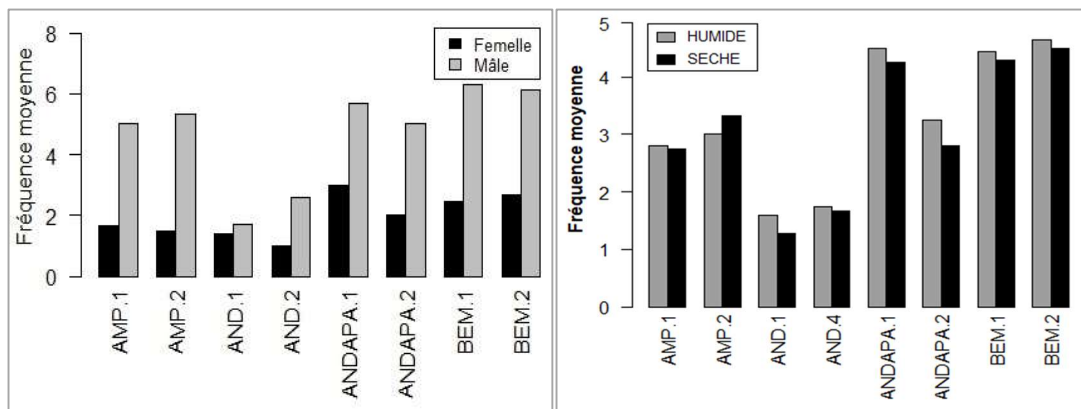


Figure 3 : Fréquence journalière moyenne de marquage selon le sexe et selon la saison par groupe de *Propithecus deckenii*

Généralement, les groupes de Propithecus suivis se déplacent sur une distance moyenne variée de 234 ± 98 m à 362 ± 110 m en une journée dans l'ensemble de l'année. La distance moyenne parcourue montre une variation importante (Kruskal-Wallis : $H = 20,292$; $dll = 7$; $p = 0,001$). En effet, ils sont plus mobiles pendant la saison humide par rapport à la saison sèche (Tableau 2). Ils se déplacent en moyenne jusqu'à 388 ± 151 m/jour durant la saison des pluies D^{hum} et seulement environ 272 ± 78 m/jour en saison sèche D^{sec} . Cette différence est statistiquement significative (Mann-Whitney : $U = 3282$; $p = 0,001$). Par contre, la distance parcourue par jour mesure respectivement en moyenne 234 ± 98 m et 234 ± 98 m pour les habitats intacts et perturbés. Elle ne semble pas influencer par l'état de l'habitat (Mann-Whitney : $U = 2455$; $p = 0,301$).

Tableau 2 : Distance moyenne (min - max) en mètre de déplacement par jour

AP	Site	Etat	Groupe	D	D ^{hum}	D ^{sec}
CTM	Bemolaka (ND)	Intact	BEM-1	320 ± 84 (198 - 573)	363 ± 95 (262 - 573)	289 ± 59 (198 - 385)
		Intact	BEM-2	347 ± 97 (193 - 570)	420 ± 90 (290 - 570)	291 ± 58 (193 - 429)
	Andranoposa (ZU)	Perturbé	AND-1	334 ± 181 (147 - 893)	416 ± 239 (200 - 893)	264 ± 61 (147 - 371)
		Perturbé	AND-2	362 ± 110 (201 - 556)	450 ± 88 (322 - 556)	303 ± 83 (201 - 447)
MDZ	Andapabe (ND)	Intact	ANDAPA-1	299 ± 160 (129 - 539)	452 ± 124 (364 - 539)	222 ± 119 (129 - 377)
		Intact	ANDAPA-2	234 ± 98 (122 - 423)	219 ± 71 (176 - 325)	247 ± 122 (122 - 423)
	Ampiliravao (ZU)	Perturbé	AMP-1	298 ± 109 (127 - 428)	353 ± 121 (281 - 428)	270 ± 118 (127 - 377)
		Perturbé	AMP-2	260 ± 192 (125 - 760)	357 ± 270 (200 - 760)	183 ± 49 (125 - 252)

AP : Aire Protégée ; CTM : Complexe Tsimembo Manambolomaty ; MDZ : Mandrozo ; ND : noyau dur ; ZU : zone d'utilisation durable ; D : distance moyenne globale ; D^{hum} : distance moyenne en saison humide ; D^{sec} : distance moyenne en saison sèche

Le domaine vital défini par le MCP chez les Sifaka étudiés varie de 1,30 ha à 17,18 ha dans l'ensemble des données récoltées durant l'étude (Tableau 3). Il semble plus grand pour les groupes issus de l'AP CTM, surtout dans la ZU d'Ampiliravao. Cette variation montre une différence significative entre les groupes suivis (Chi-deux : $X^2 = 33,636$; $ddl = 7$; $p = 0,001$). Bien que la taille du MCP paraisse plus large pendant la saison humide par rapport à la saison sèche, elle n'indique pas de variation significative (Mann-Whitney : $U = 37$; $p = 0,574$). Il en est de même pour l'état de l'habitat, le MCP s'étale sur une plus grande superficie dans les habitats perturbés par rapport aux habitats intacts (Tableau 3). Par ailleurs, la différence n'est pas significative (Mann-Whitney : $U = 18$; $p = 0,161$). De ce fait, que ce soit la saison ou l'état de l'habitat n'influencent pas la taille du MCP.

Tableau 3 : Taille en ha du domaine vital définie par MPC chez *Propithecus deckenii*

AP	Site	Etat	Groupe	MCP	MCP ^{hum}	MCP ^{sec}
TM	Bemolaka (ND)	Intacte	BEM-1	9,85	9,03	7,43
			BEM-2	8,16	7,67	6,31
	Andranoposa (ZU)	Perturbé	AND-1	17,18	15,95	15,01
			AND-2	15,91	14,08	11,62
MDZ	Andapabe (ND)	Intact	ANDAPA-1	1,30	1,27	1,07
			ANDAPA-2	2,52	2,46	2,39
	Ampiliravao (ZU)	Perturbé	AMP-1	4,21	4,09	4,00
			AMP-2	3,22	3,08	2,37

AP : Aire Protégée ; CTM : Complexe Tsimembo Manambolomaty ; MDZ : Mandrozo ; ND : noyau dur ; ZU : zone d'utilisation durable ; MCP : taille du domaine vital définie par MCP global ; MCP^{hum} : taille du domaine vital définie MCP en saison humide ; MCP^{sec} : taille du domaine vital définie MCP en saison sèche

Généralement, le domaine vital déterminé par le S^{95} mesure entre 0,65 ha et 7,80 ha et celui du cœur du domaine vital S^{50} varie de 0,06 ha à 1,98 ha (Tableau 4). Ces différences sont significatives, aussi bien sur le domaine vital S^{95} (Chi-deux : $X^2 = 12,735$; $ddl = 7$; $p = 0,079$) que sur le cœur du domaine vital S^{50} (Chi-deux : $X^2 = 5,212$; $ddl = 7$; $p = 0,001$) entre les groupes. Inversement, les Propithèques exploitent approximativement la même superficie de domaine vital $S^{95\text{ hum}}$ (Mann-Whitney : $U = 36$; $p = 0,721$) et de cœur du domaine vital $S^{50\text{ hum}}$ (Mann-Whitney : $U = 41$; $p = 0,382$) pendant la saison humide et saison sèche. La variation de la taille du domaine vital S^{95} (test de Student : $t = 0,585$; $p = 0,580$) et du cœur du domaine vital S^{50} (test de Student : $t = 0,545$; $p = 0,610$) est également moins importante entre intact et perturbé. La saison et l'état de l'habitat n'affectent donc pas la taille du domaine vital S^{95} , ainsi que celle du cœur du domaine vital S^{50} .

Tableau 4 : Taille en ha du domaine vital définie par Kernel fixé à 95 % et du cœur du domaine vital chez *Propithecus deckenii*

AP	Site	Etat	Groupe	S^{95}	$S^{95\text{ hum}}$	$S^{95\text{ sec}}$	S^{50}	$S^{50\text{ hum}}$	$S^{50\text{ sec}}$
CTM	Bemolaka (ND)	Intacte	BEM-1	5,85	5,70	5,01	1,98	1,68	1,09
			BEM-2	4,34	4,40	3,78	0,97	0,75	0,54
	Andranoposa (ZU)	Perturbé	AND-1	7,80	7,00	5,77	1,16	0,90	0,46
			AND-2	5,19	4,94	4,30	0,70	0,61	0,46
MDZ	Andapabe (ND)	Intact	ANDAPA-1	0,65	0,65	0,62	0,06	0,06	0,04
			ANDAPA-2	1,39	1,04	0,95	0,15	0,11	0,08
	Ampiliravao (ZU)	Perturbé	AMP-1	2,41	2,27	1,97	0,07	0,07	0,06
			AMP-2	1,30	1,01	1,06	0,09	0,09	0,09

AP : Aire Protégée ; CTM : Complexe Tsimembo Manambolomaty ; MDZ : Mandrozo ; ND : noyau dur ; ZU : zone d'utilisation durable ; S^{95} : domaine vital définie par Kernel fixé à 95 global ; $S^{95\text{ hum}}$: domaine vital définie par Kernel fixé à 95 en saison humide ; $S^{95\text{ sec}}$: domaine vital définie par Kernel fixé à 95 en sèche ; S^{50} : cœur du domaine vital global ; $S^{50\text{ hum}}$: cœur du domaine vital en saison humide ; $S^{50\text{ sec}}$: cœur du domaine vital en saison sèche

La valeur du « defensibility index » (Di^{95}) varie de 1,06 à 3,29 (Tableau 5). Elle est légèrement plus élevée dans les domaines vitaux S^{95} des groupes d'Andapabe et de celui d'Ampiliravao. Cependant, aucune différence significative n'est constatée sur l'intensité d'utilisation du domaine vital S^{95} entre les groupes (Chi-deux : $X^2 = 1,985$; $ddl = 7$; $p = 0,503$). L'intensité d'utilisation du territoire augmente durant la saison humide $Di^{95\text{ hum}}$ par rapport à la saison sèche $Di^{95\text{ sec}}$ et paraît aussi plus élevée dans les habitats intacts. Toutefois, elle n'est plus influencée, ni par la saison (Mann-Whitney : $U = 47$; $p = 0,126$), ni par l'état de l'habitat (test de Student : $t = 0,734$; $p = 0,610$). Ainsi, Elle reste la même pour tous les groupes étudiés, malgré la différence de la taille de leur domaine vital S^{95} .

Tableau 5 : Valeur de l'intensité d'utilisation de du territoire chez *Propithecus deckenii*

AP	Site	Etat	Groupe	Di^{95}	$Di^{95\text{ hum}}$	$Di^{95\text{ sec}}$
CTM	Bemolaka(ND)	Intact	BEM-1	1,17	1,35	1,14
		Intact	BEM-2	1,48	1,77	1,32
	Andranoposa(ZU)	Perturbé	AND-1	1,06	1,39	0,97
		Perturbé	AND-2	1,41	1,79	1,30
MDZ	Andapabe(ND)	Intact	ANDAPA-1	3,29	4,98	2,50
		Intact	ANDAPA-2	1,76	1,90	2,24
	Ampiliravao(ZU)	Perturbé	AMP-1	1,70	2,07	1,70
		Perturbé	AMP-2	2,02	3,15	1,58

AP : Aire Protégée ; CTM : Complexe Tsimembo Manambolomaty ; MDZ : Mandrozo ; ND : noyau dur ; ZU : zone d'utilisation durable ; DI^{95} : defensibility index global ; $DI^{95\text{ hum}}$: defensibility index en saison humide ; $DI^{95\text{ sec}}$: defensibility index en saison sèche

Le nombre de membres dans chaque groupe de Propithèques suivi ne présente pas de corrélation statistiquement significative avec la fréquence de marquage de territoire, la distance parcourue par jour, l'intensité d'utilisation du territoire et la taille du domaine vital dans la totalité du suivi (Tableau 6). La taille de groupe (Tableau 1) n'influence donc pas ces quatre paramètres de territorialité chez *P. deckenii* dans les APs CTM et MDZ.

Tableau 6 : Résultats des tests de corrélation de Spearman entre la taille de groupe et les quatre paramètres de territorialité calculés

Paramètre de territorialité	Coefficient de corrélation	Valeur de p
Fréquence de marquage olfactif	0,577	$p = 0,134$
Distance moyenne de déplacement journalière	-0,247	$p = 0,554$
Superficie du domaine vital S^{95}	0,412	$p = 0,310$
Superficie du cœur du domaine vital S^{50}	-0,442	$p = 0,310$

IV. DISCUSSION

Les Propithèques de Decken des habitats intacts à Bemolaka et Andapabe marquent le plus souvent leur territoire. C'est probablement dû au fait que leurs territoires se situent plus à l'intérieur des forêts, et qu'ils soient entourés par ceux d'autres groupes. Le chevauchement de territoire est parfois moindre ou inexistant à la périphérie des forêts. En tous cas, le marquage olfactif est défini comme une activité pour combattre les groupes voisins ou les intrus sans accrochage [25]. L'activité de marquage olfactif pourrait être également entamée pour d'autres attributs comme l'identification des arbres nourriciers ou comme l'attraction de partenaires sexuels [25]; [34]. En outre, nos résultats indiquent que les mâles pratiquent plus de marquage que les femelles. De plus, la fréquence de cette activité augmente pendant la saison humide qui coïncide à la période d'accouplement. Cette constatation est cohérente avec celle des autres recherches sur les communications reproductives chez d'autres espèces de lémuriers [35]; [36].

Que ce soit dans les habitats perturbés ou intacts dans l'AP CTM, les groupes de *P. deckenii* suivis possèdent un domaine vital (défini avec le MCP et le S^{95}) et un cœur du domaine vital S^{50} plus large que ceux d'Andapabe et d'Ampiliravao de l'AP MDZ. Ils sont également plus mobiles. La forêt de Tsimembo est formée par un grand bloc peu fragmenté [37]. Il n'y a pratiquement pas de barrière géographique qui empêche l'espèce étudiée d'étendre son territoire. A l'inverse, la forêt à MDZ est constituée par quelques vestiges de forêt primaire fragmentée et de forêt à Palmier *Bismarkia nobilis* [38]. Le domaine vital MCP et le S^{95} est ainsi plus étroit pour les Propithèques de Decken qui y vivent. Les résultats rapportés chez *Propithecus diadema* montrent que dans un petit fragment de forêt, la dispersion est limitée pour ces animaux arboricoles [39]. Au fond, la taille du fragment détermine celle du domaine vital des Sifaka dans les deux APs. Eventuellement, c'est la raison qui fait qu'aucune influence de la saison et de l'état de l'habitat sur la taille du domaine vital et du cœur du domaine vital ne soit détectée. Alors que les groupes de *P. verreauxi* dans les forêts perturbées sont plus mobiles et exploitent trois fois plus de territoire que dans celles non perturbées [10].

Etant donné la variation de la distance parcourue journalière et la différence de la taille du domaine vital S^{95} , les groupes résidants de différents types d'habitats (intacts et perturbés) utilisent leurs territoires avec la même intensité. Ils ont su exploiter leur domaine vital selon l'état et la taille de leur habitat. En effet, nos résultats montrent que 0,65 ha à 2,41 ha (S^{95}) paraissent suffisants à combler les besoins essentiels de chaque groupe. Irwin [40]; [39] a évoqué que la qualité des ressources alimentaires clés détermine le comportement social et de territorialité. Les zones d'utilisation durable sont plus éparpillées et renferment moins de grands arbres par rapport aux noyaux durs dans nos sites d'étude à cause des perturbations anthropiques [22]. Malgré cette différence, les sites d'études pourraient encore posséder suffisamment de ressources alimentaires clés pour les groupes de *P. deckenii* qui y vivent. De plus, la taille de groupe n'affecte pas encore la fréquence de marquage de

territoire, la distance parcourue par jour, l'intensité d'utilisation du territoire et la taille du domaine vital. Contrairement à d'autres espèces de Lémuriens, les groupes qui contiennent plus d'individus exploitent un plus grand territoire [41]; [6]. Apparemment, l'aptitude de l'espèce étudiée à ajuster son comportement de territorialité dépend de l'abondance des ressources dans son habitat. Une corrélation positive entre la taille du domaine vital et la densité des grands arbres qui constituent des ressources importantes comme *Tamarindus indica* peut être observée chez le lémurien *Lemur catta* à Berenty [42].

En général, la taille du domaine vital définie par le MCP chez *P. deckenii* est à peu près égale à celle des autres espèces de Propithecus de la partie Ouest et extrême Nord de Madagascar. Elle ne dépasse pas les 20 ha/groupe le long de la partie occidentale de la grande île [43]; [44]). Celle des autres espèces du genre *Propithecus* est plus large et varie de 33 ha à 50 ha/groupe à l'Est [45]; [46]; [47]. Cette différence peut être attribuée au bioclimat et aux formations végétales qui varient entre le « Domaine de l'Ouest » et le « Domaine de l'Est » [48]; [49]; [50]. Bollen & Donati [51] ont évoqué que les ressources alimentaires sont moins abondantes dans les forêts de l'Est par rapport à celles de l'Ouest. Les Sifaka requièrent donc un territoire plus large à l'Est. Cette observation est déjà constatée chez le genre *Eulemur* [6].

Les groupes de *P. deckenii* étudiés sont moins actifs et peu mobiles que les autres espèces du genre *Propithecus* de l'Est. Comme les autres Propithecus de l'Ouest, les groupes suivis se déplacent sur une distance de moins de 500 m/jour [43]; [44]. Inversement, ceux de l'Est ont tendance à beaucoup se déplacer, avec une distance moyenne variant entre 320 m/jour et 2080 m/jour [45]; [46]; [47]. Si les ressources sont moins abondantes à l'Est [48], les lémuriens devraient donc se déplacer sur une distance plus longue pour se rassasier. D'autre part, l'Ouest est caractérisé par une formation végétale sclérophylle basse, moins dense et moins ombragée [50]. Ainsi, la température y est plus élevée. Habituellement, les primates se déplacent moins et sont moins actifs à cause de la chaleur [52]; [53]; [54].

Enfin, l'exploitation du territoire est moins intense chez les groupes suivis dans les deux APs. La valeur de « *denfensibility index* » moyenne ($Di^{95} = 1,74 \pm 0,70$) est un peu faible chez *P. deckenii* comparée à d'autres espèces de lémuriens territoriaux. Elle est supérieure à deux pour certaines espèces comme *Lemur catta* (2,88), *Propithecus verreauxi* (3,10), *Lepilemur mustelinus* (4,50) et *Eulemur mongoz* (5,04) [55]; [56]; [57]; [58]. Il se peut que l'intrusion dans le territoire d'un groupe par leur voisin soit réduite dans le cas où les ressources alimentaires sont amplement suffisantes dans leur territoire respectif. A cet effet, le chevauchement de territoire est très limité et le coût pour sa défense est moindre. De cette manière, l'intensité d'utilisation du territoire est moins élevée chez les Sifaka.

V. CONCLUSION

Chaque groupe de *P. deckenii* étudié a su ajuster son comportement de territorialité, malgré la différence de la grandeur de l'habitat forestier disponible entre l'AP CTM et MDZ. Il apparaît que même les vestiges de forêt à MDZ leur offrent encore un habitat permettant de subvenir aux besoins essentiels à leur survie. Que ce soit dans les habitats plus intacts ou dans ceux perturbés, il semble que la fréquence de marquage, la taille du domaine vital, la distance parcourue et l'intensité d'utilisation du territoire ne sont pas définies directement par la taille du groupe. Seule l'activité de marquage est influencée par la saison et l'état de l'habitat parmi ces quatre paramètres de territorialité. Ces derniers peuvent être liés à d'autres facteurs comme la disponibilité des ressources, la densité de la couverture végétale ou autres facteurs plus complexes. Quoique le système de zonage d'une AP soit une approche efficace pour préserver les habitats naturels des espèces menacées telles que les lémuriens, le renforcement de l'effort de conservation est nécessaire, surtout dans les zones d'utilisation durables. Ainsi, une harmonie entre les populations riveraines et ces espèces pourra s'installer.

VI. REMERCIEMENTS

Cette étude a été le fruit de la collaboration entre la mention Zoologie et Biologie Appliquées de la Faculté des Sciences de l'université d'Antananarivo et le projet The Peregrine Fund à travers le financement de l'IUCN, Programme SOS Lemur. Nous remercions particulièrement ces institutions ainsi que les techniciens sur le terrain qui nous ont grandement aidés.

RÉFÉRENCES

- [1] MAHER, C. R., & LOTT, D. F. (1995).- Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems. *Animal Behaviour*, **49**, 1581-1597.

- [2]ASENSIO, N., JOSE-DOMINGUEZ, J. M. & DUNN, J. C. (2018).- Socioecological factors affecting range defensibility among Howler Monkeys. *International Journal of Primatology*, **39**, 90-104.
- [3]MITANI, J. C. & RODMAN, P. S. (1979).- Territoriality: the relation of ranging pattern and home range size to defendability, with an analysis of territoriality among primate species. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **5**, 241-251.
- [4]MITCHELL, M. S. & POWELL, R. A. (2004).- A mechanistic home range model for optimal use of spatially distributed resources. *Ecological Modelling*, **177**, 209-232.
- [5]MITCHELL, M. S. & POWELL, R. A. (2012).- Foraging optimally for home ranges. *Journal of Mammalogy*, **93** (4), 917-928.
- [6]CAMPERA, M., SERRA, V., BALESTRI, M., BARRESI, M., RAVAOLAHY, M., RANDRIATAFIKA, F. & DONATI, G. (2014).- Effects of habitat quality and seasonality on ranging patterns of Collared Brown Lemur (*Eulemur collaris*) in littoral forest fragments. *International Journal of Primatology*, **35**, 957-975.
- [7]GRASSI, C. (2006).- Variability in habitat, diet, and social structure of *Haplemur griseus* in Ranomafana National Park, Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology*, **131**, 50-63.
- [8]IRWIN, M. T. (2006).- Diademed Sifaka (*Propithecus diadema*) ranging and habitat use in continuous and fragmented forest. In higher density but lower viability in fragments? *Biotropica*, **40** (2), 231-240.
- [9]McGOOGAN, K. C. (2011).- *Edge effects on the behaviour and ecology of Propithecus coquereli in Northwest Madagascar*. PhD thesis, Department of Anthropology, University of Toronto.
- [10] WILSON, L. & FERGUSON, B. (2014).- Activity budgets, feeding and habitat preferences and home range size of Verreaux's sifaka (*Propithecus verreauxi*). *Lemur News*, **18**, 34-37.
- [11] MITTERMEIER, R. A., LOUIS, J. 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*. Conservation International, Tropical Field Guide Series 3rd edition, Arlington VA.
- [12] HARPER, G. J., STEININGER, M. K., TUCKER, C. J., JUHN, D. & HAWKINS, F. (2007).- Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation*, **34**, 325- 333.
- [13] KOMERS, P. E. (1997).- Behavioral plasticity in variable environments. *Canadian Journal of Zoology*, **75**, 161-169.
- [14] BALKO, E. A. (1998).- *A behaviorally plastic response to forest composition and logging disturbance by Varecia variegata variegata in Ranomafana National Park, Madagascar*. PhD Dissertation, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, New York.
- [15] THALMANN, U., KUMMERLI, R. & ZARAMODY. (2002).- Why *Propithecus verreauxi deckenii* and *P. v. coronatus* are valid taxa-quantitative arguments. *Lemur News*, **7**:12-16.
- [16] DAMMHAHN, M., MARKOLF, M., LÜHRS, M. L. THALMANN, U., KAPPELER, P. M. GOODMAN, S. M. GAUTIER, L. & RAHERILALAO, M. J. (2013).- Lemurs of the Beanka Forest, Melaky Region, western Madagascar, *Malagasy Nature*, **7**: 259-270.
- [17] RAKOTONIRINA, L. H. F., RANDRIATSARA, F., RAKOTOARISOA, A.H., RAKOTONDRAIBE, A.R., RAZAFINDRAMANANA, J., RATSIMBAZAFY, J. & KING, T. (2014).- A preliminary assessment of sifaka (*Propithecus* spp.) distribution, chromatic variation and conservation in central Madagascar. *Primate Conservation*, **28**, 43-53.
- [18] RANDRIAMANANTENA, H. J., RENE DE ROLAND, L. A., RAZAFINDRAIBE, H., RAKOTONDRAIBESIMA, M., RAZAFIMANJATO. G. & RANDRIANJAFINIASA, D. (2019).- *Lemur diversity in the Tsimembo Manambolomaty Protected Area, Melaky Region, Madagascar*. 56th Annual meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation, Antananarivo, Madagascar.

- [19] KING, T. & RAKOTONIRINA, L. H. F. (2020).- *Propithecus deckenii*, The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T18357A115572684. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T18357A115572684.en>.
- [20] AUSILIO, E. & RAVELOANRNORO, G. (1998).- Les lémuriens de la région de Bemaraha: Forêt de Tsimembo, de l'Antsingy et de la région de Tsiandrano. *Lemur News*, **3**, 4-7.
- [21] RAZAFIMAHANDRY, T. R. (2018).- *Inventaire des lémuriens diurnes et étude comportementale de Propithecus deckenii (Peters, 1870) dans l'Aire Protégée Mandrozo*. Mémoire de Master II, Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Université d'Antananarivo.
- [22] THE PEREGRINE FUND (TPF). (2017).- *Technical report*. The Peregrine Fund, Antananarivo, Madagascar. 85 pp.
- [23] WYATT, T. (2009).- Scent marking and territorial behaviour. In : *Pheromones and Animal Behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge : 87-101.
- [24] MILLHOLLEN, A. (1986).- Territorial Scent Marking by Two Sympatric Lemur Soecies. In : D. Duvall, D. Müller-Schwarze & R. M. Silverstein (eds.), *Chemical Signal in Vertebrates*, Springer : 647-652.
- [25] LEWIS, R. J. (2006).- Scent marking in Sifaka: No one function explains it all. *American Journal of Primatology*, **68**, 622-636.
- [26] CROUSE, D., JACOBS, R. L. RICHARDSON, Z., KLUM, S., JAIN, A., BADEN, A. L. & TECOT, S. R. (2017).- Lemur FaceID : a face recognition system to facilitate individual identification of lemur. *BCM Zoology*, **2**(2) :1-14.
- [27] BERTOLANI, P. & BOESCH, C. (2008).- Habituation of wild Chimpanzees (*Pan troglodytes*) of the South group at Taï Forest, Côte d'Ivoire : Empirical measure of progress. *Folia Primatologica*, **79**: 162-171.
- [28] WILLIAMSON, E. A. & FEISTNER, A. C. (2003).- Habituating primates: processes, techniques, variables and ethics. In : J. M. Setchell & D. J. Curtis (eds.), *Field and laboratory methods in Primatology: a practical guide*, Cambridge University Press, Cambridge : 25-38.
- [29] ALTMANN, J. (1974).- Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, **49**, 227- 267.
- [30] MOHR, C. O. (1947).- Table of equivalent populations of North American small mammals. *The American Midland Naturalist*, **37**, 223-249.
- [31] WORTON, B. J. (1989).- Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, **70**, 164-168.
- [32] POWELL, R. A. (2000).- Animal home ranges and territories and home range estimators. In : L. Boitani & T. K. Fuller (eds.), *Research techniques in animal ecology: Controversies and consequences*, Columbia University Press, New York: 65-110.
- [33] R CORE TEAM (2016).- R: a language and environnement for statistical computing, R foundation for statistical computing. Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.
- [34] MORELLI, T. L., HAYES, R. A., NAHRUNG, H. F., GOODWIN, T. E., HARELIMANA, I. H., MacDONALD, L. J. & WRIGHT, P. C. (2013).- Relatedness communicated in lemur scent. *Naturwissenschaften*, **100**, 769-777.
- [35] MIARETSOA, L., CASCELLA, A., VADÀLA, L., De GREGORIO, C., TORTI, V., NORSCIA, I., RATSIMBAZAFY, J., FRIARD, O., GIACOMA, C. & GAMBA, M. (2022).- Marking Versus Overmarking: Spatial and Behavioral Patterns of Scent Marking in Wild Diademed Sifaka (*Propithecus diadema*). *International Journal of Primatology*, **43**, 611-635.
- [36] PECKRE, L. R., MICHIELS, A., SOCIAS-MARTINEZ, L., KAPPELER, P. M. & FICHTEL, C. (2022).- Sex differences in audience effects on anogenital scent marking in the red-fronted lemur. *Scientific reports*, **12**, 52-66.

- [37] BOUSQUET, B. & RABETALIANA, H. (1992).- *Site du patrimoine mondial des Tsingy de Bemaraha et autres sites d'intérêt biologique et écologique du fivondronana d'Antsalova*. Rapport UNESCO, Paris.
- [38] FABRICE, S. (2019).- *Valeurs d'usage et écologique du Palmier Bismarckia nobilis Hildebrandt et Wendland (1881) de l'Aire Protégée de Mandrozo, Région Melaky*. Mémoire de Master, Département Biologie et Ecologie Végétales, Université d'Antananarivo.
- [39] IRWIN, M. T. (2008).- Feeding ecology of *Propithecus diadema* in forest fragments and continuous forest. *International Journal of Primatology*, **29**, 95-115.
- [40] IRWIN, M. T. (2007).- Living in forest fragments reduces group cohesion in Diademed Sifakas (*Propithecus diadema*) in Eastern Madagascar by reducing food patch size. *American Journal of Primatology*, **69**, 434-447.
- [41] CURTIS, D. J. & ZARAMODY, A. (1998).- Group size, home range use, and seasonal variation in the Ecology of *Eulemur mongoz*. *International Journal of Primatology*, **15**, 811-835.
- [42] KOYAMA, N., SOMA, T., ICHINO, S. & TAKAHATA, Y. (2006).- Home ranges of Ring-tailed Lemur troops and the density of large trees at Berenty Reserve, Madagascar. *Journal of African Studies*, **66**, 1-12.
- [43] RICHARD, A. F., RAKOTOMANGA, P., SCHWARTZ, M. (1993).- Dispersal by *Propithecus verreauxi* at Beza Mahafaly, Madagascar: 1984-1991. *American Journal of Primatology*, **30**, 1-20.
- [44] MEYERS, D. M. (1995).- The effects of resource seasonality on behavior and reproduction in the Golden Crowned Sifaka (*Propithecus tattersalli*, Simons, 1988) in three Malagasy forests. Doctoral Dissertation, Department of Biological Anthropology and Anatomy, Duke University. Durham.
- [45] WRIGHT, P. C. (1995).- Demography and life history of free ranging *Propithecus diadema edwardsi* in Ranomafana National Park, Madagascar. *International Journal of Primatology*, **16**, 835-854.
- [46] POWZYK, J.A. (1998).- *The socio-ecology of two sympatric Indrids, Propithecus diadema diadema and Indri indri: A comparison of feeding strategies and their possible repercussions on species-specific behaviors*. Thesis Dissertation, Duke University.
- [47] PATEL, R. E. (2006).- Activity Budget, Ranging, and Group Size in Silky Sifakas (*Propithecus candidus*). *Lemur news*, **11**, 42-45.
- [48] HUMBERT, H. (1965).- Description des types de végétation. In : H. Humbert & G. Cours Darne (eds.), *Carte Internationale du tapis végétal et des conditions écologiques*, Institut Français de Pondichéry, Travaux de la Section Scientifique et Technique hors-série No. 6, France : 46-78.
- [49] KOECHLIN, J. J. L., GUILLAUMET, J. L. & MORAT, P. (1974).- In : J. Cramer & Vaduz (eds.) *Flore et végétation de Madagascar*, Institut de Recherche pour le Développement, France : 687-701.
- [50] FARAMALALA, M. H. & RAJERARISON, C. (1999).- *Nomenclature des formations végétales de Madagascar*. ANGAP, Antananarivo.
- [51] BOLLEN, A., & DONATI, G. (2006).- Conservation status of the littoral forest of south-eastern Madagascar: A review. *Oryx*, **40** (1), 57-66.
- [52] WAMOTO, T. & DUNBAR, R. I. M. (1983).- Thermoregulation, habitat quality and the behavioral ecology of gelada baboons. *Journal of Animal Ecology*, **52**, 357-366.
- [53] STELZNER, J. K. (1988).- Thermal effects on movement patterns of Yellow Baboons. *Primates*, **29** (1), 91-105.
- [54] BLANCO, M. B., & RAHALINARIVO, V. (2014).- Effects of temperature on locomotor activity of red-bellied lemurs (*Eulemur rubriventer*) in Madagascar. *International Journal of Primatology*, **35**(2), 385-396.
- [55] HLADIK, C., CHARLES-DOMINIQUE, P. (1974).- The behaviour and ecology of the sportive lemur (*Lepilemur*

mustelinus) in relation to its dietary peculiarities. In : R. Martin, G. Doyle & A. Walker (eds.), *Prosimian biology*, Duckworth, London : 23-37.

- [56] TATTERSALL, I. & SUSSMAN, R. (1975).- Observations on the ecology and behavior of the mongoose lemur, *Lemur mongoz mongoz* Linnaeus (Primates, Lemuriformes) at Ampijoroa, Madagascar. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*, **59**, 193-216.
- [57] RICHARD, A. (1977).- The feeding behaviour of *Propithecus verreauxi*. In : T. Clutton-Brock (ed.), *Primate Ecology: Studies of feeding and ranging behaviour in lemurs, monkeys and apes*. Academic, London: 71-96.
- [58] SUSSMAN, R. (1977).- Feeding behaviour of *Lemur catta* and *Lemur fulvus*. In : T. Clutton-Brock (ed.), *Primate Ecology: Studies of feeding and ranging behaviour in lemurs, monkeys and apes*. Academic, London: 1-36.