

- tion of ruffed lemurs (*Varecia variegata variegata*) in a north-east Madagascar rainforest. *Folia Primatologica* 56: 157-161.
- Nishida, T. 1968. The social group of wild chimpanzees in the Mahale Mountains. *Primates* 9: 167-224.
- Overdorff, D.; Erhart E.; Mutschler T. 2003. Fission-fusion in *Eulemur fulvus rufus* in southeastern Madagascar. *American Journal of Primatology* 60: 42-43.
- Pyritz, L.W.; Fichtel, C.; Huchard, E.; Kappeler, P.M. 2013. Determinants and outcomes of decision-making, group coordination and social interactions during a foraging experiment in a wild primate. *PLoS One* 8: e53144.
- Rakotomalala, J.E.; Proctor, S.; Rakotondravony, D.; Rakotondrapary, F.; Raharison, J.L.; Irwin, M.T. 2017. Influence des caractéristiques forestières et des perturbations anthropogéniques sur la distribution des lémuriens de la Forêt Classée d'Ankadivory (Tsinjoarivo-Ambatolampy). *Malagasy Nature* 12: 16-31.
- Ren, B.; Li, D.; Garber, P.A.; Li, M. 2012. Fission-fusion behavior in Yunnan Snub-Nosed Monkeys (*Rhinopithecus bieti*) in Yunnan, China. *International Journal of Primatology* 33: 1096-1109.
- Robbins, D.; Chapman, C.A.; Wrangham, R.W. 1991. Group size and stability: Why do gibbons and spider monkeys differ? *Primates* 32: 301-305.
- Rodrigues, M.A. 2017. Female Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*) cope with anthropogenic disturbance through fission-fusion dynamics. *International Journal of Primatology* 38: 838-855.
- Snaith T.V.; Chapman C.A.; Rothman J.M.; Wasserman M.D. 2008. Bigger groups have fewer parasites and similar cortisol levels: a multi-group analysis in red colobus monkeys. *American Journal of Primatology* 70: 1-9.
- Stevenson, P.R.; Quinones M.J.; Ahumada J.A. 1998. Effects of fruit patch availability on feeding subgroup size and spacing patterns in four primate species at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology* 1: 313-324.
- Sugiyama, Y. 1968. Social organization of chimpanzees in the Budongo forest, Uganda. *Primates* 9: 225-258.
- Tattersall, I. 1977. Ecology and behavior of *Lemur fulvus mayottensis* (Primates, Lemuriformes). *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History* 54: 421-482.
- Toborowsky, C. 2008. Preliminary evidence of fission-fusion sub-grouping behavior in white-fronted brown lemurs (*Eulemur fulvus albifrons*) in Betampona Natural Reserve, Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 46: 208.
- van Schaik C.P. 1999. The socioecology of fission-fusion sociality in orangutans. *Primates* 40: 69-87.
- Vasey, N. 1997. Community ecology and behavior of *Varecia variegata rubra* and *Lemur fulvus albifrons*, on the Masoala Peninsula, Madagascar. Ph.D. thesis, Washington University, St. Louis, USA.
- Vasey, N. 2006. Impact of seasonality and reproduction on social structure, ranging patterns and fission-fusion social organization in red ruffed lemurs. Pp 275-305. In: L. Gould, M.L. Sauter ML (eds.). *Lemurs: ecology and adaptation*. Springer/Kluwer, New York.
- Vasey, N. 2007. The breeding system of wild red ruffed lemurs (*Varecia rubra*): a preliminary report. *Primates* 48: 41-54.

## Utilisation verticale de l'habitat par *Haplemur griseus griseus* dans la forêt tropicale humide de Maromizaha (Andasibe)

Anselmo Andrianandrasana<sup>1,4\*</sup>, Aristide Andrianarimisa<sup>2,5\*</sup>, Jeannot Randrianasy<sup>1</sup>, Harison Rabarison<sup>3</sup>, Rose Marie Randrianarison<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mention Anthropobiologie et Développement Durable, Faculté des Sciences, BP. 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

<sup>2</sup>Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences, BP. 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

<sup>3</sup>Mention Biologie et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, BP. 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

<sup>4</sup>Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates de Madagascar (GERP), Lot 34 Cité des Professeurs Fort Duchesne, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar

<sup>5</sup>Wildlife Conservation Society, Madagascar Program, Villa Ifanomezantsoa, Soavimbahoaka, P.O. Box 8500. Antananarivo 101, Madagascar

\*Corresponding authors: [zandrianselmo@gmail.com](mailto:zandrianselmo@gmail.com) ; [aristidewcs@gmail.com](mailto:aristidewcs@gmail.com)

**Keywords:** *Haplemur griseus*, vertical use, habitat, Maromizaha rainforest

### Résumé

Lorsqu'on parle de l'espèce *Haplemur griseus*, c'est le Parc National de Ranomafana qui est considéré comme un site de référence. L'étude sur l'utilisation verticale de l'habitat par *Haplemur g. griseus* a été effectuée dans la forêt humide tropicale de Maromizaha pendant la saison humide et sèche en 2016. *Haplemur g. griseus*, un lémurien folivore, se trouve dans cette forêt mais les informations scientifiques sur ce taxon restent méconnues, notamment sur cette utilisation verticale et les facteurs qui peuvent l'influencer, voire les enjeux environnementaux qui peuvent également modifier l'habitat de l'animal. A cet effet, la présente étude a fait l'objet d'identifier les facteurs bioécologiques dans l'utilisation verticale de l'habitat d'*Haplemur g. griseus*. Des données sur cette utilisation ont été obtenues par la méthode de l'observation focal. En effet, *Haplemur g. griseus* occupe toutes les strates forestières disponibles de son habitat (basses, moyennes et supérieures), mais avec différentes fréquences. Quand l'animal occupe la strate basse (0.1-3m), il récupère les pousses, les jeunes feuilles de bambou et les jeunes feuilles d'autres plantes ainsi qu'il se repose dans un endroit sécurisé. Pour les autres strates, l'animal l'utilise pour surveiller leur environnement. Dans cette utilisation de l'habitat verticale, la hauteur d'*Haplemur g. griseus*, dépend de la hauteur des arbres utilisés comme support ( $R_s=0.712$ ;  $P<0.0001$ ). En outre, *Haplemur g. griseus* exploite les supports de deux façons pour récupérer les aliments. Pour la première méthode, il se nourrit sur un support, l'animal récupère les feuilles du bambou sur cette même plante (*Cephalostachyum* sp), il exploite les fruits de *Canthium* sp les feuilles et les fruits de *Ficus sorocoides* et de *Ficus reflexa* sur ce même arbre. Pour la deuxième méthode, l'animal collecte son aliment en s'appuyant sur un autre support. Dans l'organisation sociale d'*Haplemur g. griseus*, l'animal se regroupe pendant leur activité et parfois il se disperse. Il y a une distance du voisin moyenne minimale et maximale par rapport à l'animal focal qui est respectivement  $1.3m\pm 0.0m$  et

3.21m±0.0m (n=1039). En cas de perturbation, il lance un cri d'alerte pour avertir les autres membres. *Hapalemur g. griseus* est considérablement vigilant en adoptant une stratégie adéquate pour sa structure sociale. En conclusion, dans l'utilisation verticale de l'habitat par *Hapalemur g. griseus*, les facteurs déterminants de cette utilisation sont la disponibilité des ressources notamment la hauteur des arbres utilisés comme support, la luminosité, la saisonnalité, le sexe ainsi que les comportements.

### Introduction

Le genre *Hapalemur* qui est un lémurien mangeur de bambou présente des groupes très diversifiés (Mittermeier et al., 2010), auquel appartient l'espèce d'*Hapalemur g. griseus*. Dans la dernière décennie, ce taxon occupe presque toutes les zones éco floristiques orientales (Mittermeier et al., 2006). La révision systématique de la génétique de la population de cet animal montre que l'aire de sa répartition diminue par rapport à 2006 (Rabarivola et al., 2007). En effet, il se trouve dans deux Réserves Spéciales (Analamazaotra et Mangerivola), dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona et dans le Parc National de Mantadia (Mittermeier et al., 2010). Selon Rabarivola et al. (2007), *Hapalemur g. griseus* est actuellement limité au centre-est de Madagascar, il s'étend probablement de la rivière Onive jusqu'à la rivière de Nosivolo au sud. Cette dernière le sépare d'*Hapalemur g. gilberti*. Par contre, au nord, l'aire de sa répartition ne dépasse pas la rivière d'Onibe.

Geoffroy (1851) a décrit pour la première fois que le genre *Hapalemur* est répandu dans la forêt tropicale humide primaire ou dans la forêt secondaire dans laquelle poussent les bambous. Plusieurs auteurs qui ont effectué des recherches sur *Hapalemur g. griseus* (Petter et al., 1975; Tattersall, 1982; Wright, 1986; Tan, 1999; Grassi, 2002, 2006; Rabarivola et al., 2007; Mittermeier et al., 2014) ont montré que cet animal se focalise dans la forêt primaire et secondaire, dans la plaine tropicale mosaïque, dans les habitats où poussent des bambous.

Un habitat peut être défini comme l'ensemble des ressources (abris, nourritures) et des conditions environne-

vage. Par ailleurs, les objectifs spécifiques sont (1) déterminer les niveaux de fréquentation verticale, (2) faire une étude des corrélations entre les niveaux de fréquentation verticale et la hauteur des arbres utilisés comme support et (3) comparer les niveaux de fréquentation saisonnière par *Hapalemur g. griseus* en fonction des activités comportementales. Pour ce faire, les hypothèses à vérifier sont: (a) la hauteur des arbres utilisés comme support car la saison peut l'influencer; (b) il existe une variation saisonnière de la hauteur des individus du groupe et (c) la hauteur d'*Hapalemur g. griseus* varie également en fonction des activités comportementales.

### Méthodes

#### Site d'étude

Le site d'étude se trouve dans la forêt humide tropicale de Maromizaha, au sud-est de la commune rurale d'Andasibe, au PK 142 du village d'Anevoka (Fig. 1). Il se situe aux coordonnées géographiques suivantes: 18.9760° de la latitude et 48.4648° de la longitude, dont les groupes d'*Hapalemur g. griseus* étudiés pendant la saison humide et sèche d'août à septembre 2016 se trouvant dans cette forêt, à une altitude de 870 à 1100m.

#### Observation focale

Etant donné que *Hapalemur g. griseus* est diurne (Wright, 1986; Tan, 2000) et vit en groupe (Petter et al., 1970), les observations se font toute la journée. L'identification des groupes étudiés est facile grâce à l'assistance des guides locaux. Pour éviter la confusion entre les groupes, nous avons considéré l'endroit et les environs où le groupe d'*Hapalemur g. griseus* a été rencontré. Un guide local a aidé techniquement et a permis facilement le suivi du groupe étudié. Toutes les coordonnées géographiques obtenues à partir d'un GPS sont traitées sur le Système d'Information Géographique (SIG), car ce dernier facilite l'identification de la répartition spatiale de ces groupes (Fig. 1).

Il est à noter que les lémuriens de la forêt de Maromizaha sont exemptés de colliers radio. Par conséquent, on prend plus de temps pour le suivi du groupe d'*Hapalemur g. gri-*



mentales (facteurs abiotiques et biotiques) qui déterminent la présence, la survie et la reproduction d'une espèce (Hall et al., 1997; Gaillard et al., 2010). *Haplemur g. griseus*, un petit lémurien folivore (Wright, 1986, 1990; Tan, 1999; Grassi, 2002), est classé Vulnérable par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (Mittermeier et al., 2010; IUCN, 2014). Dans la forêt de Maromizaha, l'espèce occupe tous les niveaux forestiers disponibles de son habitat pendant ses activités comportementales. Mais, les informations sur sa fréquentation verticale restent méconnues. L'utilisation verticale de l'habitat dans cette forêt permettrait d'identifier les facteurs bioécologiques qu'exige *Haplemur g. griseus*, afin de connaître et d'éclaircir au moins une partie de son mode de vie à l'état sau-

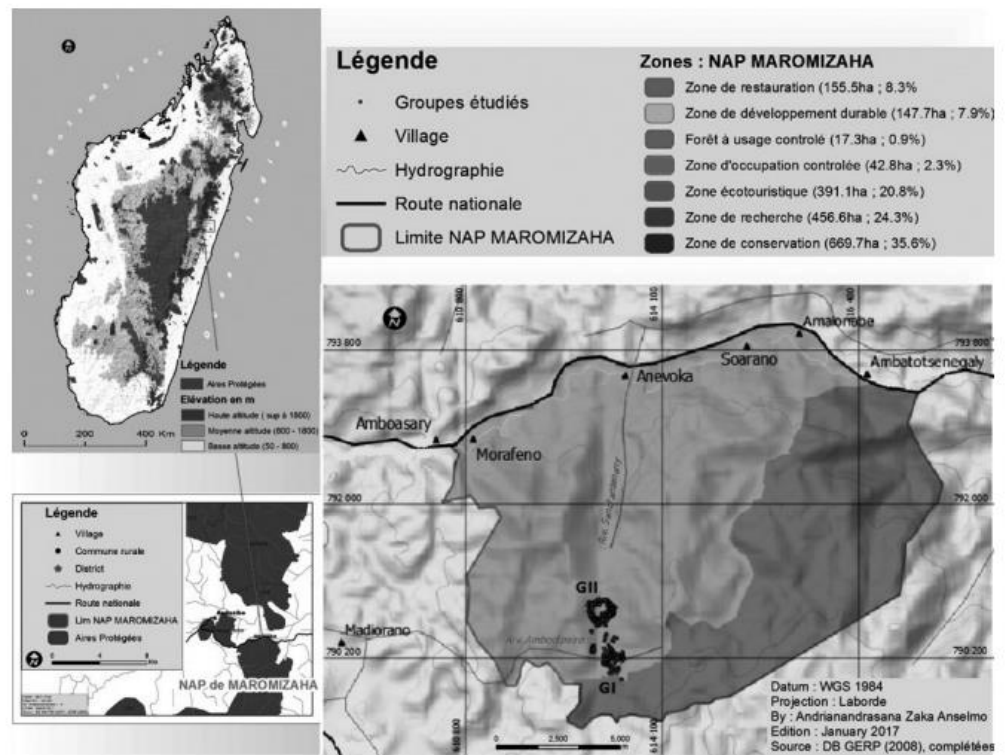


Fig. 1: Localisation du site d'étude

seus. Ainsi, lors de cette étude, quatre groupes d'*Haplemur g. griseus* ont été rencontrés. Mais, deux groupes ont été seulement choisis et suivis dans leur habitat durant la saison humide et sèche, car ils sont presque habitués. Chaque groupe est formé d'individus adultes, de juvéniles et de petits (Tab.1). A cet effet, la méthode de l'observation focale (Altmann, 1974) a été adoptée. Elle permet de collecter des données sur les activités comportementales sur un individu spécifique pour une durée donnée, ici pendant les cinq minutes. Les observations ont été faites durant la journée de 5h30mn à 12h et de 14h à 17h30mn. Au total, 1346 observations focales de 5 minutes, pour un total de 25 heures d'observation allouées au suivi de l'espèce. De ce fait, nous avons suivi pendant 6 jours par mois chacun des deux groupes de *H. g. griseus* étudiés, avec trois jours par individu femelle et mâle. A chaque rencontre avec l'animal focal, la terminologie servit par Andrianandrasana et al. (2018) a été adoptée. A cet effet, des données concernant les points suivants ont été collectées et enregistrées dans une fiche préétablie:

Comportement alimentaire: c'est l'ensemble des activités de l'animal qui s'étendent à la recherche de la nourriture jusqu'à sa consommation,

Repos: l'animal focal cesse toute activité,

entre la hauteur d'*Haplemur g. griseus* pendant ses activités comportementales et la hauteur des arbres comme support ainsi que les autres facteurs. De ce fait, les valeurs de probabilité  $P$  des résultats du test statistique ont été comparées au seuil de signification  $\alpha = 0.05$  pour accepter ou rejeter l'hypothèse nulle.

De plus, une modélisation sur l'utilisation verticale de l'habitat par *Haplemur g. griseus* a été effectuée, afin de visualiser et déterminer les facteurs les plus influençant cette utilisation. A cet effet, une analyse de modèle linéaire estimée par la fonction LM (analyse de variance et régression linéaire multiple) en utilisant le Critère d'Information d'Akaike (AIC) a été également adoptée. Ce Critère d'Information d'Akaike (AIC) qui consiste à déterminer le meilleur modèle en éliminant pas à pas les variables explicatives qui n'ont pas d'influence sur la matrice d'observation multivariées, ici la hauteur de l'animal focal, par la méthode descendante (Burnham and Anderson, 2002). En effet, le meilleur modèle est celui possédant une valeur d'AIC la plus faible. Dans ce cas, ce modèle est un modèle linéaire gaussien permettant ici de déterminer les facteurs influençant l'utilisation verticale de l'habitat par *Haplemur g. griseus*. Dans la conception de modèle linéaire, toutes les variables explicatives ou prédicteurs



Vigilance: l'animal surveille en permanence l'environnement de façon attentive,

Marquage: l'animal le fait en frottant ou en urinant une branche ou un tronc d'arbre,

Activités sociales: ce sont des activités menées par un individu impliquant les autres membres de la collectivité (toiletages, jeux, allaitement).

Afin d'étudier l'interaction entre l'utilisation verticale par *Hapalemur g. griseus* et les facteurs écologiques, une estimation des niveaux de fréquentation verticale a été faite, basée sur la classification élaborée par Andrianandrasana et al. (2018):

Sol: 0m,

Niveau bas: compris entre 0.1 et 3m,

Niveau moyen: compris entre 3.1 et 6m,

Niveau supérieur: supérieur à 6m.

De ce fait, les facteurs écologiques tels que la hauteur des arbres utilisés comme support, l'individu du groupe, les comportements, la température, l'humidité, l'indice de chaleur, la pression et la luminosité sont prises en comptes.

Tab. 1: Nombre d'individus aperçus par groupe.

Groupe	G1*	G2*	G3	G4	Total
Adulte	2	3	2	2	9
Juvenile	1	1	1	1	4
Petit	1	1	-	-	2
Total	4	5	3	3	15
Latitude	S18.9774°	S18.9728°	S18.9699°	S18.9673°	
Longitude	E48.4657°	E48.4627°	E48.4655°	E48.4658°	
Altitude (m)	1055	1085	1058	1038	
Date	2015-09-3; 11:25:18	2015-09-19:43:58	2015-08-31:7:55:44	2015-09-3;14:49:01	

\*Groupe d'*Hapalemur g. griseus* étudié

Analyse statistique et modélisation sur l'utilisation verticale de l'habitat par *Hapalemur g. griseus*

Cette partie consiste à faire une analyse statistique sur l'interaction entre l'utilisation verticale de l'habitat par *Hapalemur g. griseus* afin de dégager les facteurs qui peuvent influencer cette utilisation. La corrélation Rhôde Spearman ( $R_s$ ) a été utilisée pour vérifier s'il existe une corrélation

et les effets de l'interaction entre les variables suivantes ont été considérées: la hauteur des arbres utilisés comme support, la fraîcheur, la température, l'humidité, l'indice de chaleur, la pression, la luminosité, l'individu du groupe et les catégories des comportements collectés. L'équation du modèle linéaire est «hauteur de l'animal focale~ hauteur des arbres utilisés comme support + conditions climatiques \* individu du groupe \* activités comportementales de l'animal».

En effet, un meilleur modèle en éliminant pas à pas les variables explicatives ou indépendantes qui n'ont pas d'influence sur la hauteur de l'animal focale par la méthode descendante est celui possédant une valeur d'AIC la plus faible. Par ailleurs, la détermination de coefficient de détermination multiple ajusté ( $R^2$ ) a été effectuée. Ce dernier est une mesure qui permet d'évaluer le degré d'adéquation du modèle ainsi obtenu. Dans ce sens, le test F permettra en plus de construire un test de signification globale vue la valeur de probabilité  $P$ . Et pour comparer les effets de l'interaction des variables explicatives, le test  $t$  a été également utilisé. Ainsi, si les valeurs de probabilité  $P$  est inférieure au seuil de signification  $\alpha=0,05$ , l'hypothèse nulle est rejetée. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS version 20 (IBM Corporation, 1989-2011) et R version 3.4 (R Core Team, 2016).

## Résultats

### Niveaux de fréquentation verticale générale

Selon les niveaux disponibles de l'habitat d'*Hapalemur g. griseus*, la Fig. 2 montre un aperçu de la fréquentation de ces différents niveaux. Au cours de ses activités, l'animal occupe tous les niveaux disponibles de son habitat, mais avec différentes fréquences. Il préfère le niveau bas compris entre 0.1-3m avec un taux 68.4% comparé au niveau moyen (3.1-6m) (25.6%). Durant le suivi écologique, *Hapalemur g. griseus* descend près du sol (2.3%), il se trouve rarement au niveau supérieur (>6m) avec un taux considérablement faible (3.7%).

### Modélisation de l'utilisation verticale de l'habitat par *Hapalemur g. griseus*

Le Tab. 2 donne le classement des modèles linéaires créé. Selon le Critère d'Information d'Aikake (AIC), le meilleur

modèle fiable est celui qui possède une faible valeur d'AIC (en gras), dont le rapport entre la hauteur de l'animal focal et la hauteur des arbres utilisés comme support.

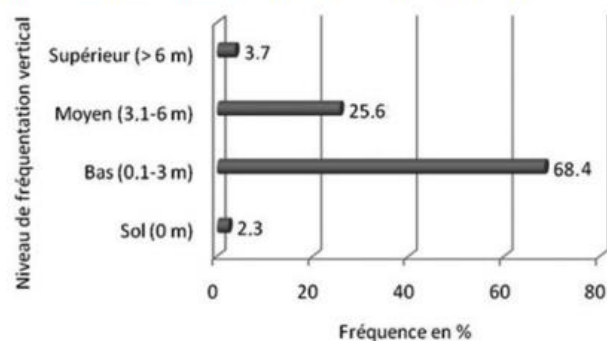


Fig. 2: Pourcentage de fréquence d'utilisation de l'habitat par catégorie de strates verticales d'*Hapalemur g. griseus*.

Prédicteurs	Estimation	Erreur standard	t	P
<b>Facteurs climatiques</b>				
Température	0.606	0.919	0.660	0.510
Fraîcheur	-0.427	0.843	-0.506	0.613
Humidité	0.158	0.183	0.862	0.389
Indice de chaleur	-0.675	0.154	-1.641	0.144
Pression	-0.263	0.403	-0.652	0.515
Luminosité	-0.044	0.019	-2.335	0.019
Période (Saison):Sèche	-1.403	1.174	-4.397	0.000
Sexe Mâle	0.849	0.972	3.231	0.001
<b>Comportements</b>				
Comportement alimentaire	-1.825	0.444	-4.106	0.000
Marquage	-1.196	1.212	-3.631	0.000
Repos	-0.951	0.463	-2.051	0.040
Vigilance	-1.462	0.477	-3.067	0.002

Tab.2: Classement des modèles selon le Critère d'Information d'Aikake (AIC).

Modèles	ddl	AIC
HF~HA	15	3108.48
HF~HA + T	11	3127.13
HF~HA + T + F	11	3127.13
HF~HA + T + F + H	10	3132.74
HF~HA + T + F + H + IC	9	3147.34
HF ~ HA + T + F + H + IC + P	8	3149.33
HF ~ HA + T + F + H + IC + P + L	7	3148.91
HF~HA + T + F + H + IC + P + L + IG	6	3147.69
HF~HA + T + F + H + IC + P + L + IG + C	5	3154.71
HF~HA + T + F + H + IC + P + L + IG + C	4	3153.04
HF~HA + T + F + H + IC + P + L + IG + C	3	3152.92

HF: hauteur de l'animal focal, HA: hauteur des arbres utilisés comme support, T: température, F: fraîcheur, H: humidité, IC: indice de chaleur, P: pression, L: luminosité, IG: individu du groupe et C: Comportements

Le meilleur modèle (avec le plus bas AIC) sur l'utilisation verticale de l'habitat par l'animal focal est confirmé par l'analyse de variance ( $F_{13, 1025} = 117.4$ ;  $ddl=1025$ ;  $P < 0.0001$ ). Autrement dit, la hauteur d'*Hapalemur g. griseus* qui est influencée par la hauteur des arbres utilisés comme support et les autres facteurs est confirmée par un taux de 59.3%. De ce fait, les résultats du test  $t(t=36.272$ ;  $P < 0.0001$ ) indique une différence significative entre les hauteurs d'arbres utilisés comme support pendant les activités comportementales de l'espèce. De même pour les facteurs climatiques sauf la luminosité, cette dernière est considérée parmi les facteurs influençant la hauteur de l'animal par rapport au sol ( $t=-2.335$ ;  $P=0.019$ ) avec une moyenne de  $934.8 \pm 37.1$  lux ( $\pm ES$ ,  $N=1039$ ). Concernant la saisonnalité, il y a une différence significative ( $t=-4.397$ ;  $P < 0.0001$ ) surtout pendant la saison sèche, c'est-à-dire la saison sèche influence la hauteur d'*Hapalemur g. griseus*, notamment la hauteur du mâle ( $t=3.213$ ;  $P=0.001$ ). Le mâle atteint un niveau plus haut que la femelle.

Tab.3: Modèle linéaire entre les facteurs écologiques influençant la hauteur des adultes males de *Hapalemur g. griseus* pendant ses activités comportementales de la saison sèche.

Prédicteurs	Estimation	Erreur standard	t	P
Intersection	5.976	7.615	0.785	0.433
Hauteur des arbres utilisés comme support	2.178	0.221	36.272	0.000

#### Corrélation entre les niveaux de fréquentations verticales et la hauteur des arbres utilisés comme support

D'après le test des corrélations de  $Rho$  Spearman ( $R_s=0.712$ ;  $P < 0.0001$ ;  $N=1039$ ), la hauteur générale d'*Hapalemur g. griseus* est fortement corrélée avec la hauteur d'arbres utilisés comme support. Cette corrélation est illustrée par la Fig. ci-dessous (Fig. 3a). A propos du niveau de fréquentation des individus du groupe d'*Hapalemur g. griseus*, la Fig. 3b montre que la hauteur du mâle varie en fonction de la saison. Il fréquente une hauteur considérablement plus élevée pendant la saison humide que pendant la saison sèche avec une moyenne respectivement  $3.1 \pm 0.2m$  des arbres de  $4.7 \pm 0.2m$  ( $\pm ES$ ,  $N=153$ ) et  $2.1 \pm 0.9m$  des arbres de  $3.6 \pm 0.1m$  ( $\pm ES$ ,  $N=192$ ). Le mâle peut atteindre jusqu'à 15m de hauteur des arbres de 18m pendant la saison humide, tandis qu'il fréquente le niveau de 6 m des arbres de 8 m de hauteur pendant la saison sèche. Pour la femelle, le niveau de fréquentation est quasiment égal entre les saisons. Elle fréquente une hauteur moyenne de  $2.7 \pm 0.1m$  de hauteur des arbres de  $4.4m \pm 0.1m$  ( $\pm ES$ ,  $N=255$ ) pendant la saison humide et  $2.5 \pm 0.1m$  de hauteur des arbres de  $4.5 \pm 0.1m$  ( $\pm ES$ ,  $N=439$ ) pendant la saison sèche. En général, la femelle ne dépasse pas la hauteur de 11m pendant les deux saisons durant cette étude.

#### Comparaison des niveaux de fréquentation saisonnière par *Hapalemur g. griseus* en fonction des activités comportementales

En se référant au modèle linéaire sur les facteurs écologiques influençant la hauteur de *Hapalemur g. griseus* pendant ses activités comportementales (Tab.3), la différence existe également au niveau de fréquentation en fonction de ces activités (Fig. 5) notamment le comportement alimentaire ( $t=-4.106$ ;  $P < 0.0001$ ), le marquage ( $t=-3.631$ ;  $P < 0.0001$ ), le repos ( $t=-2.051$ ;  $P=0.04$ ) et la vigilance ( $t=-2.051$ ;  $P=0.002$ ). Pour le comportement alimentaire, *Hapalemur g. griseus* fréquente une hauteur moyenne de  $2.2m \pm 0.1m$  sur des arbres de  $3.8m \pm 0.1m$  de hauteur. L'animal atteint le niveau supérieur jusqu'à 12m de hauteur des arbres de 14m pour récupérer les aliments. Pendant le comportement alimentaire, 46.3% de temps d'alimentation d'*Hapalemur g. griseus* sont généralement consacrés à la récupération des aliments sur une seule plante comme support : *Cephalostachyum* sp. (Poaceae); *Ficus sorocoides* (Moraceae); *Canthium* sp. (Rubiaceae); mais quand il récupère ses aliments en s'appuyant sur un autre support, le pourcentage atteint 53.6% (Sol/*Panicum* sp. l; Bois mort/*Panicum* sp. l; *Eugenia lokohensis*/*Cephalostachyum* sp.). Dans l'utilisation spatiale verticale, *Hapalemur g. griseus* exploite les supports de deux méthodes différentes pour récupérer les aliments. Pour la première méthode, il



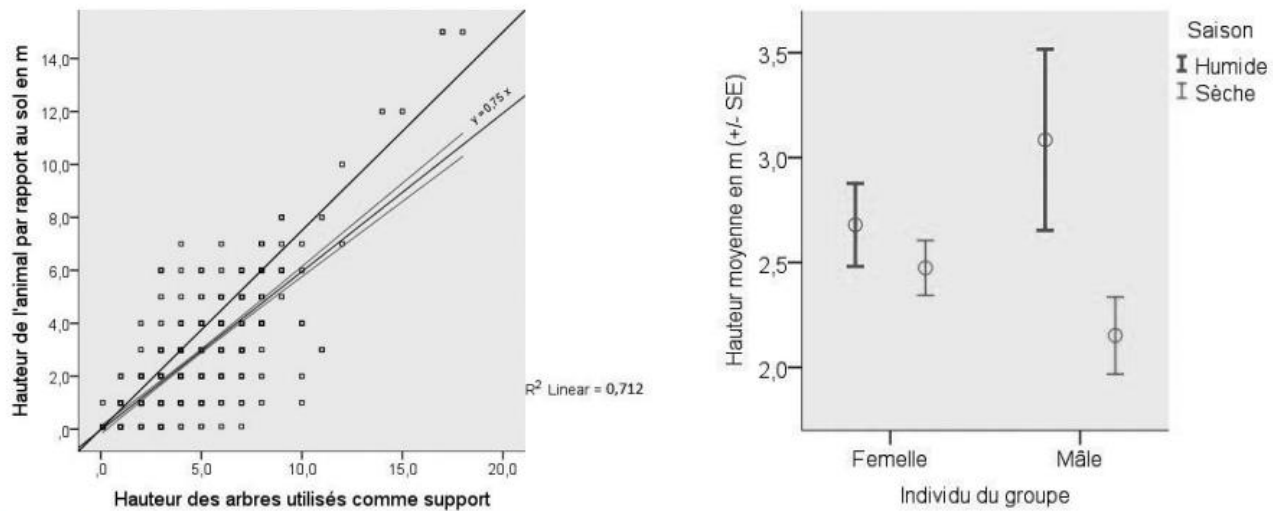


Fig. 3: Rapport entre la hauteur générale de l'animal et des arbres utilisés comme support. Gauche: Corrélation entre la hauteur générale de l'animal et la hauteur des arbres utilisés comme support; droite: Comparaison saisonnière des niveaux de fréquentation par les individus du groupe.

se nourrit sur un support, l'animal récupère les feuilles de bambou sur cette même plante (*Cephalostachyum* sp.), il exploite les fruits de *Canthium* sp, les feuilles et les fruits de *Ficus sorocoides* et *Ficus reflexa* sur ce même arbre (Fig. 4a). Pour la deuxième méthode, l'animal collecte son aliment en s'appuyant sur un autre support (Fig. 4b). Ce geste a été souvent observé pendant le suivi du comportement alimentaire durant cette étude, dont l'animal récupère les jeunes feuilles de *Panicum* sp. l (Poaceae) près du sol ou sur un bois mort ou sur d'autres supports.

De plus, dans cette occupation spatiale verticale, *Hapalemur g. griseus* dispose d'une distance moyenne minimale du voisin le plus proche et de la distance moyenne maximale du voisin le plus éloigné par rapport à l'animal focal qui est respectivement  $1.3 \pm 0.0$  m et  $3.2 \pm 0.0$  m ( $N=1039$ ). Durant le suivi écologique de l'animal, nous avons aperçu fréquemment que le mâle protège le petit (Fig. 5b).

Concernant le marquage, l'animal se trouve en moyenne à  $1.9 \pm 0.2$  m de hauteur des arbres de  $4.1 \pm 0.5$  m. Il fait des marquages sur des branches avec une hauteur maximale de 4 m des arbres de 8 m de hauteur. Quand l'animal se repose, il préfère une hauteur moyenne de  $2.9 \pm 0.1$  m sur des arbres

dans son habitat: bas, moyens et supérieurs, mais leurs fréquences diffèrent. Pendant cette étude, la fréquentation du niveau bas à un taux de 68.4%. Cette constatation semble être corroborée par Andrianandrasana et al. (2018) dans leurs travaux sur *Hapalemur g. griseus* pendant la saison humide dans la forêt de Maromizaha, où ils ont trouvé 57.8% d'utilisation du niveau bas de la forêt. Cette fréquentation peut être expliquée par le fait que la plupart des plantes sources de nourriture comme les bambous et les autres plantes consommées se trouvent à ce niveau. Andrianandrasana et al. (2018) dans ses travaux ont également confirmé cette observation. Ils ont révélé que l'animal se trouve à ce niveau bas pour s'alimenter surtout pendant la saison sèche. La plante *Panicums* est particulièrement abondante dans la forêt de Maromizaha et est répandue dans tout l'habitat d'*Hapalemur g. griseus* (de la vallée au versant). A cet effet, cette abondance oblige l'animal à descendre au niveau bas pour récupérer des aliments ce qui peut influencer sa hauteur. Des observations par Rakotoarinivo et al. (2017); Andrianandrasana et al. (2018); Rasolofoson et al. (2014); Grassi (2001) a également affirmé que les lémuriens descendent au niveau bas voire près du sol. Durant le suivi du comportement alimentaire dans la forêt de Maromizaha,

de  $4.9 \pm 0.1$  m de hauteur. Il atteint le niveau supérieur jusqu'à 15 m de hauteur des arbres de 17 m. Ainsi, pour la vigilance, *Hapalemur g. griseus* se situe en moyenne à  $2.6 \pm 0.1$  m sur des arbres de  $4.5 \pm 0.1$  m de hauteur. Il atteint le niveau de fréquentation maximal jusqu'à 15 m de hauteur des arbres de 18 m.

### Discussion

L'étude sur l'utilisation verticale de l'habitat par *Hapalemur g. griseus* montre une interaction significative entre le mode de vie de l'animal et son habitat. Cette étude renseigne l'occupation spatiale de l'animal par rapport au plan vertical des masses végétales depuis la surface du sol jusqu'à la canopée. Cette dernière protège naturellement cette espèce. Étant quadrupède-arboricole, l'espèce préfère des arbres pendant ses activités comportementales. L'animal traverse et saute d'une branche à une autre lors de son déplacement. Il utilise les supports pour récupérer les jeunes feuilles et les fruits à l'extrémité des branches et les utilise également pour faire le marquage de son territoire et pour se reposer.

Quant à la fréquentation des niveaux forestiers, *Hapalemur g. griseus* fréquente tous les niveaux forestiers disponibles

*Hapalemur g. griseus* descend près du sol avec un faible taux (2.3%). L'animal assis récupère les jeunes feuilles de *Panicum* sp. En gardant sa position verticale ou mange une faible quantité de terre. En outre, en cas de perturbation, lorsque l'espèce entend des cris de *Buteobrachypterus* (rapace) vivant dans cette forêt (Woog, 2006; Gerp, 2008; Andrianandrasana et al., 2018), il se disperse, s'enfuit et se camoufle dans l'endroit très serré de la strate basse. Cette dernière constatation a été fréquente durant nos observations. Il serait indispensable d'approfondir la plasticité de la réaction de *Hapalemur g. griseus* dans son habitat naturel face aux prédateurs aériens.

*Hapalemur g. griseus* utilise cette strate pendant le repos quand il se repose sur une touffe de plantes ou sur une branche horizontale. Pour le niveau moyen de la forêt, l'espèce l'utilise également pendant leur activité. En effet, l'animal peut repérer les situations imprévisibles: passage de chien, repérage d'humains. Ceci indique qu'*Hapalemur g. griseus* est considérablement vigilant. Cette constatation semble être corroborée par Andrianandrasana et al. (2018) dansées études sur cette même espèce dans la forêt de Maromizaha. De plus, les canopées des plantes utilisées



Fig. 4: *Hapalemur g. griseus* récupérant les fruits sur un support et les jeunes feuilles en s'appuyant sur un autre support: (a) fruits de *Ficus reflexe* gauche; (b) jeune feuille de *Panicum* sp 1, (Photo:Andrianandrasana Z.A.)





Fig. 5: *Hapalemur g. griseus* durant ses activités comportementales. Gauche: l'animal récupérant les jeunes feuilles de *Panicum* sp1 en gardant sa position verticale au sol; au-dessus: Petit *Hapalemur g. griseus* protégé par le mâle adulte. (Photo:Andrianandrasana Z.A.)

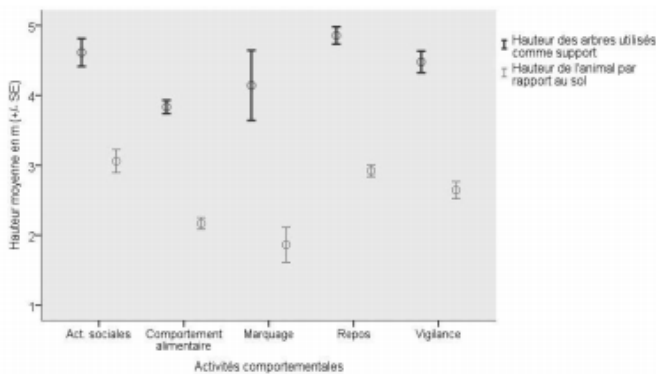


Fig. 6: Variation saisonnière des niveaux de fréquentation par *Hapalemur g. griseus* en fonction des activités comportementales.

arbres utilisés comme support qui est le premier facteur influent, suivi des conditions climatiques, notamment la luminosité, la saisonnalité, les individus du groupe ainsi que les comportements. Durant les activités comportementales, le mâle joue le rôle protecteur du groupe qui surveille attentif son environnement. Dans l'utilisation verticale de l'habitat par *Hapalemur g. griseus* vue le meilleur modèle linéaire obtenu, la hauteur de l'animal est fortement corrélée avec la hauteur des arbres utilisés comme support. De ce fait, plus la hauteur des arbres utilisés comme support est grande, plus l'animal fréquente un niveau forestier supérieur.

Gaillard, J.M.; Hebblewhite, M.; Loison, A.; Fuller, M.; Powell, R.; Basille, M.; Van Moorter, B. 2010. Habitat-performance relationships: finding the right metric at a given spatial scale. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 365: 2255-2265.

Gerp. 2008. La préservation de la biodiversité de Maromizaha. Rapport technique non publié. Gerp, Antananarivo.

Grassi, C. 2001. The behavioral ecology of *Hapalemur griseus*: The influences of microhabitat and population density on this small-bodied prosimian folivore. Ph.D. thesis, University of Texas, Austin.

Grassi, C. 2002. Sex differences in feeding, height, and space use in *Hapalemur g. griseus*. *International Journal of Primatology* 23: 677-689.

Grassi, C. 2006. Variability in habitat, diet, and social structure of *Hapalemur griseus* in Ranomafana National Park, Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 131: 50-63.

Hall, L.S.; Krausman, P.R.; Morrison, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25: 173-182.

IUCN. 2014. IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> Downloaded on 26 March 2015.

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, Arlington, VA, USA.

Mittermeier, R.A.; Konstant, W.R.; Hawkins, F.; Louis, E. E.; Langrand, O.; Ratsimbazafy, J.; Rasoloarison, R.; Ganzhorn, J.U.; Rajaobelina, S.; Tattersall, I.; Meyers, D.M. 2006. Lemurs of Madagascar. Second edition. Conservation International, Arlington, VA, USA.

Petter, J.J.; Peyrieras, A. 1975. Preliminary notes on the behaviour and ecology of *Hapalemur griseus*. Pp 281-286. In: Tattersall, I. and Sussman, R.W.; *Lemur Biology*. Plenum press,



## Conclusion

En conclusion, la vie d'*Hapalemur g. griseus* dans la forêt tropicale de Maromizaha dépend davantage des conditions environnementales telles que l'impact de la variation saisonnière sur la disponibilité des ressources, le changement climatique et la perturbation de l'habitat. Cette étude permet également d'apprendre que *Hapalemur g. griseus* dans la forêt de Maromizaha occupe un niveau forestier bas (0.1-3m). En effet, pour l'exploitation et la maîtrise de l'espace face aux enjeux écologiques, *Hapalemur g. griseus* utilise une stratégie adéquate dans sa structure sociale que nous venons d'expliquer précédemment. L'animal utilise également un système de vigilance face aux dangers où le mâle adulte joue le rôle de protecteur du groupe.

## Remerciements

Nos vifs remerciements s'adressent au Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts qui a délivré l'autorisation de recherche pour cette étude. Nous remercions également le Groupe d'Etude et de Recherche sur les Primates (GERP) qui a donné un avis favorable à la réalisation de cette étude dans la Nouvelle Aire Protégée de Maromizaha. Sans oublier Jean Ruffin Andriamiarison et Marolahy Ndrianasolo, guides locaux dans le village d'Anevoka, merci de votre assistance durant les travaux sur terrain.

## Références

- Altmann, J. 1974. Observational study of behaviour: Sampling Methods. *Behaviour* 49: 227-267.
- Andrianandrasana, A.; Andrianarimisa, A.; Randrianarison, R.M.; Randrianasy, J. 2018. *Buteobrachypterus*: aerial predator of *Hapalemur g. griseus* in Maromizaha rainforest. *Lemur News* 21:7
- Andrianandrasana, Z.A.; Spiral, G.J.; Ratsimbazafy, J.; Andrianarimisa, A.; Randrianarison, R.M. 2018. Etude préliminaire des comportements de *Hapalemur g. griseus* dans la forêt tropicale humide de Maromizaha (Andasibe). *Lemur News* 21: 16-20.
- Burnham, K.P.; Anderson, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach. Second edition. Springer-Verlag, New-York.

NY.

- Rabarivola, C.; Prosper, P.; Zaramody, A.; Andriaholinirina, N.; Marcel, H. 2007. Cytogenetics and taxonomy of the genus *Hapalemur*. *Lemur News* 12: 46-49.
- Rakotoarinivo, T.H.; Ravelojaona, R.; Razafindramanana, J.; Ratsimbazafy, J. 2017. Etude préliminaire du rythme d'activité et de l'écologie de deux groupes de *Prolemursimus* dans la forêt dégradée de Vohitrarivo, District d'Ilanadiana. *Lemur News* 20: 19-24.
- Rasolofoson, D.; Rakotondratsimba, G.; Rakotonirainy, O.; Rakotozafy, L.M.A.; Ratsimbazafy, J.H.; Rabetafika, L. 2007. Influences des pressions anthropiques sur les lémuriens d'Anataka, dans la partie est du plateau de Makira, Maroantsetra, Madagascar. *Madagascar Conservation & Développement* 2: 21-27.
- Tan, C.L. 2000. The behavior and ecology of three sympatric bamboo lemur species (genus *Hapalemur*) in Ranomafana National Park, Madagascar. Ph.D. thesis, State University of New York, Stony Brook.
- 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.
- Tattersall, I. 1982. The primates of Madagascar. Columbia University Press, New York.
- Woog, F.; Ramanitra, N.; Andrianarivelosoa, S R. 2006. Effects of deforestation on eastern Malagasy bird communities. Pp. 204-214. In: C. Schwitzer; S. Brandt (eds.). Life and Earth Sciences, Proceedings of the German-Malagasy Research Cooperation, Museum Für Naturkunde Stuttgart, Germany.
- Wright, P.C. 1986. Diet, ranging behaviour and activity pattern of the gentle lemur (*Hapalemur griseus*) in Madagascar. *American Journal of Physical Anthropology* 69: 282-283.
- Wright, P.C. 1990. Pattern of paternal care in primates. *International Journal of Primatology* 11: 89-102.