

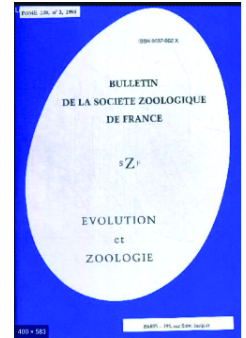


Bulletin de la Société Zoologique de France

2022, volume 147 (3), pages 143 à 151

ISSN : 0037-962X

<http://societe-zoologique.fr/>



Écologie de la reproduction de *Microgale brevicaudata* (Tenrecidae) dans le Nord-Est de Madagascar

Fifaliantsoa RASOLOBERA^{1,2}, Toky M. RANDRIAMORIA^{1,2}, Voahangy SOARIMALALA¹ et Steven M. GOODMAN^{1,3}

1. Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar.

2. Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Domaine Sciences et Technologie, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar.

3. Field Museum of Natural History, 1400 South DuSable Lake Shore Drive, Chicago, Illinois 60605, USA.

* Auteur correspondant : Fifaliantsoa Rasolobera. Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Domaine Sciences et Technologie, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar. (E-mail tsikyrasolo@gmail.com).

Manuscrit reçu le 27/05/2022, accepté le 07/08/2022, mis en ligne le 26/10/2022

Résumé

Dans le but d'apporter des compléments d'informations sur l'écologie de reproduction de *Microgale brevicaudata* G. Grandidier, 1899, la présente étude vise à déterminer la saison de reproduction de cette espèce à travers une gamme de types d'habitats et d'autres aspects liés. Cette espèce, mal connue, se trouve dans la forêt dense humide sempervirente de basse altitude du Parc National de Marojejy et les zones anthropiques au pied de ce massif. Trois zones de Marojejy ont été visitées, dont deux (Antsahabe et Sarahandrano) durant les différentes saisons et une (PN de Marojejy) durant la saison chaude et humide. L'identification du sexe, de l'âge et de la maturité sexuelle de chaque individu de *M. brevicaudata* capturé permet de savoir que l'accouplement chez cette espèce se passe probablement vers la fin de la saison froide et sèche (septembre-octobre) et la parturition et l'allaitement commencent vers le début de la saison chaude et humide (novembre-décembre). Chaque femelle gravide capturée avait un à deux embryons ($n = 22$). La comparaison de l'état de reproduction ($X^2 = 0,91$; ddl = 2 ; $p > 0,05$) et la saison de reproduction ($X^2 = 8,53$; ddl = 7 ; $p > 0,05$) de *M. brevicaudata* capturé montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les types d'habitats où l'espèce se trouve, allant de la forêt naturelle aux habitats perturbés par l'homme.

Mots-clés

Microgale brevicaudata, Petits mammifères, Tenrecidae, Oryzorictinae, reproduction, Marojejy, Madagascar.

Breeding ecology of *Microgale brevicaudata* (Tenrecidae) in northeastern Madagascar

Abstract

With the aim of providing additional information on the reproductive ecology of *Microgale brevicaudata* G. Grandidier, 1899, the present study examines the breeding season of this species and other related aspects across a range of native forest areas and human modified habitats. This poorly known species occurs in the lowland moist evergreen forest of the Marojejy National Park and the surrounding anthropic zones. Three areas of Marojejy were visited, two of which (Antsahabe and Sarahandrano) during a range of seasons and one (Marojejy NP) during the hot and humid season. Information on the sex, age, and sexual maturity of each captured individual of *M. brevicaudata* during small mammal surveys and different associated extrapolations indicates that it mates towards the end of the cold and dry season (September-October), and parturition and lactation commence towards the start of the hot and humid season (November-December). Each captured pregnant female had one or two embryos ($n = 22$). The comparison of reproductive status ($X^2 = 0.91$; $df = 2$; $p > 0.05$) and breeding season ($X^2 = 8.53$; $df = 7$; $p > 0.05$) of trapped *M. brevicaudata* indicate that there is no significant difference in the annual breeding cycle between the types of habitats where the species is found on Marojejy, ranging from natural forest to human-disturbed habitats.

Keywords

Microgale brevicaudata, Small mammals, Tenrecidae, Oryzorictinae, reproduction, Marojejy, Madagascar.

Introduction

Madagascar possède une faune et une flore particulières caractérisées par un degré d'endémisme à différents niveaux taxonomiques et une diversité spécifique très importante (GOODMAN & BENSTEAD, 2005) mais qui est encore profondément menacée par la destruction des

habitats naturels jusqu'à ce jour. Les mammifères terrestres indigènes non-volants présentent un taux d'endémisme de 100 % pour les plus de 174 espèces reconnues sur l'île (GOODMAN & SOARIMALALA, 2022). Parmi ce groupe d'animaux, les petits mammifères terrestres, en particulier les tenrecs de la famille des Tenrecidae sont composés de trois sous-familles endémiques : Geogalinae, avec une seule

espèce ; Oryzoricinae, avec 25 espèces ; et Tenrecinae, avec cinq espèces décrites. Ce groupe taxonomique endémique de l'île a été cible de différentes investigations durant les dernières décennies dans différents sites forestiers incluant la partie Nord : la Réserve Spéciale de Manongarivo (GOODMAN & SOARIMALALA, 2002), la Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud (CARLETON & GOODMAN, 1998 ; GOODMAN & JENKINS, 1998) et le Parc National de Marojejy (CARLETON & GOODMAN, 2000 ; GOODMAN & JENKINS, 2000). Cependant, peu de détails sont disponibles sur les aspects de l'histoire naturelle de ces animaux. Parmi les recherches réalisées, la reproduction chez les Tenrecinae et Oryzoricinae a été étudiée en captivité dans les parcs zoologiques à Washington, D.C., USA (EISENBERG & GOULD, 1970 ; EISENBERG & MALINIAK, 1974 ; EISENBERG, 1975) et à Antananarivo, Madagascar (STEPHENSON *et al.*, 1994a). Ainsi, certaines informations sont disponibles sur le régime alimentaire de *Microgale* (SOARIMALALA, 1998 ; BENSTEAD *et al.*, 2001 ; SOARIMALALA & GOODMAN, 2003 ; RASOLOBERA *et al.*, 2021). Pour obtenir de nouvelles informations sur la famille des Tenrecidae, *Microgale brevicaudata* G. Grandidier, 1899, fournit un excellent modèle de l'importance des récents inventaires biologiques de terrain. Dans la révision

systématique du genre *Microgale*, *M. brevicaudata* était très rare dans les collections des musées du monde entier et n'a jamais été remarqué à l'état sauvage (MACPHEE, 1987). Cinq spécimens modernes étaient à la disposition de cet auteur pour sa révision taxonomique, et par la suite plusieurs centaines de spécimens de *M. brevicaudata* ont été collectés, ce qui a fourni de nouvelles informations sur l'histoire naturelle de cette espèce.

Cette étude vise à déterminer l'écologie de reproduction de *M. brevicaudata* dans la forêt dense humide sempervirente de basse altitude du Parc National de Marojejy et la zone périphérique du parc. Les objectifs spécifiques sont d'identifier la maturité sexuelle et déterminer la saison de reproduction de cette espèce.

Méthodologie

Espèce étudiée

Microgale brevicaudata est une espèce de petit tenrec terrestre, qui a en moyenne une longueur totale de 114 mm et une masse corporelle de 9,4 g (SOARIMALALA & GOODMAN, 2011). Elle est présente dans différentes formations végétales naturelles de l'île (JENKINS *et al.*, 2022).

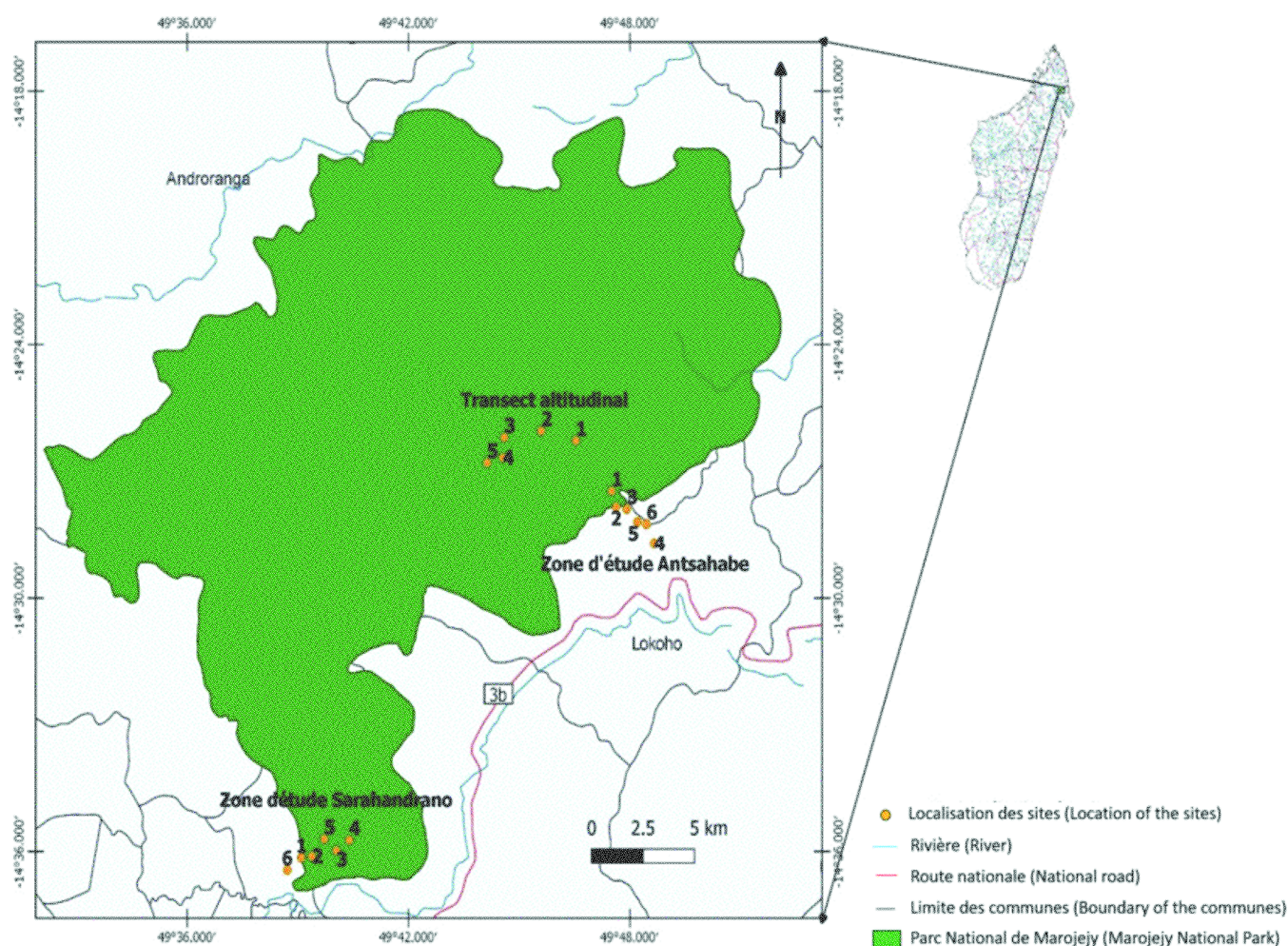


Figure 1

Carte de localisation des trois zones d'études dans le Parc National de Marojejy (source : FTM BD 500, REBIOMA modifiée par RASOLOBERA en 2022).

Location map of the three study areas in the Marojejy National Park (source: FTM BD 500, REBIOMA modified by RASOLOBERA in 2022).

Tableau 1

Chronogramme et les zones échantillonnées sur et autour de Marojejy pour *Microgale brevicaudata*.
Chronogram and zones on and around Marojejy sampled for Microgale brevicaudata.

Zone d'étude Antsahabe à six sites en dehors et à l'intérieur de l'aire protégée	Zone d'étude Sarahandrano à six sites en dehors et à l'intérieur de l'aire protégée	Transect altitudinal à cinq sites entre 450 et 1875 m d'altitudes (à l'intérieur de l'aire protégée)
1) 1 ^{er} octobre 2019 au 24 novembre 2019 : fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude et humide ;	1) 1 ^{er} novembre 2020 au 25 décembre 2021 : début de la saison chaude et humide ;	1) 1 ^{er} octobre au 15 novembre 2021 : fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude et humide.
2) 1 ^{er} mars au 19 avril 2020 : en pleine saison chaude et humide ;	2) 21 mars au 14 mai 2021 : en pleine saison chaude et humide ;	
3) 19 juillet au 9 septembre 2020 : en pleine saison froide et sèche.	3) 23 juillet au 16 septembre 2021 : en pleine saison froide et sèche.	

D'après une étude phylogénétique, *M. brevicaudata* est paraphylétique et une nouvelle espèce sœur, *M. grandidieri* Olson, Rakotomalala, Hildebrandt, Lanier, Raxworthy, Goodman, 2009, a été décrite et les deux espèces vivent en sympatrie dans certaines localités de l'ouest de Madagascar (SOARIMALALA *et al.*, 2013).

Site et période d'étude

Le site d'étude est le Parc National de Marojejy situé dans la partie Nord-Est de Madagascar, entre les villes de Sambava et Andapa. Ce parc comprend une zone d'environ 56 000 ha s'étendant sur un gradient altitudinal allant de la forêt dense humide sempervirente de basse altitude à un fourré éricoïde de montagne dans la zone sommitale à 2130 m d'altitude (GOODMAN *et al.*, 2018). Une gamme d'habitats anthropiques se trouve à la limite de l'aire protégée, allant de la forêt secondaire aux habitats agricoles.

Les travaux sur le terrain rapportés ici ont été effectués entre octobre 2019 et novembre 2021 en tenant compte des variations saisonnières (Tableau 1). La saison froide et sèche s'étend du mois de mai jusqu'en octobre et la saison chaude et humide de novembre jusqu'en avril à Marojejy. Les deux premières zones d'étude (Antsahabe et Sarahandrano) ont été explorées pendant trois saisons tandis qu'une troisième aire, un transect altitudinal de cinq sites entre 450 et 1875 m d'altitude, a été explorée seulement une fois à la fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude et humide (Figure 1).

Description des sites de piégeage

L'échantillonnage de *Microgale brevicaudata* a été mené dans sept différents types d'habitat dont trois sont boisés : la forêt humide sempervirente de basse altitude relativement intacte, la forêt humide sempervirente de basse altitude dégradée dominée par des bambous et *Cyathea*, et la forêt secondaire dominée par les lianes et les *Pandanus* avec une canopée semi-ouverte. Ensuite, des captures ont été menées dans quatre habitats anthropogéniques, à savoir : les zones partiellement ou totalement défrichées (*savoka*) et dominées par diverses herbacées et des plantes autochtones et introduites, des zones de plantation de vanille, des champs de canne à sucre et enfin des rizières.

Méthodes de capture et détermination du sexe et de l'âge

Deux techniques de piégeage ont été adoptées pour la capture de *Microgale brevicaudata* dans chaque zone d'études.

Pour Antsahabe et Sarahandrano la première technique utilise deux lignes de trous-pièges ou « pit-falls » et la deuxième utilise les pièges standard (97 « Sherman » et 24 « National ») qui sont installés sous forme d'un quadrat de 100 x 100 m (10 000 m²) déployés pendant six nuits consécutives dans chaque type d'habitat.

Pour chaque site inclus dans le transect altitudinal, trois lignes de trous-pièges ont été installées dans des microhabitats différents (crête, versant, vallée) et les pièges standard (80 « Sherman » et 20 « National ») sont placés dans des milieux différents pendant sept nuits consécutives. Par ailleurs, les méthodes pour la détermination du sexe et de l'âge de chaque individu capturé sont décrites en détail par RASOLOBERA *et al.* (2021).

Analyse statistique

Afin de vérifier s'il y a une différence entre les effectifs des individus capturés entre les différents types d'habitats et la saison, le test ANOVA a été utilisé. D'autre part, pour déterminer s'il existe une différence sur la maturité sexuelle et de saison de reproduction de cette espèce entre les habitats forestiers et anthropiques, ainsi que pour vérifier s'il existe une différence sur les effectifs des individus mâles et femelles de *M. brevicaudata* capturés, le test de Khi² a été utilisé.

Résultats

Effectif de *Microgale brevicaudata* dans chaque zone d'étude

Durant cette étude, un total de 260 individus de *M. brevicaudata* ont été capturés dont 213 à Antsahabe, 29 à Sarahandrano et 18 sur le transect altitudinal (Tableau 2). Dans le cadre du transect altitudinal, la zone la plus élevée où cette espèce a été capturée est à 485 m d'altitude.

Effectif de *Microgale brevicaudata* suivant la saison et les différents types d'habitats

Au total, 260 individus de *M. brevicaudata* ont été capturés dans les différents types d'habitats, dont 124 capturés au début de la saison chaude et humide (octobre-novembre-décembre), 98 en pleine saison chaude et humide (mars-avril-mai) et 38 en pleine saison froide et sèche (juillet-août-septembre) (Tableau 3). Les efforts de piégeage lors des différentes sessions sur chacun des sites, notam-

Tableau 2

Effectif de *Microgale brevicaudata* capturé dans chaque zone d'études et par types d'habitats
 Number of *Microgale brevicaudata* caught in each study area and by habitat.

Zone d'étude	Antsahabe	Sarahandrano	Transect altitudinal
Types d'habitats			
Forêt relativement intacte	23	-	0
Forêt dégradée	-	-	18
Forêt secondaire	34	28	-
Savoka	49	0	-
Champ de Vanille	18	1	-
Champ de Canne à sucre	44	0	-
Rizières	45	0	-
Total	213	29	18

Tableau 3

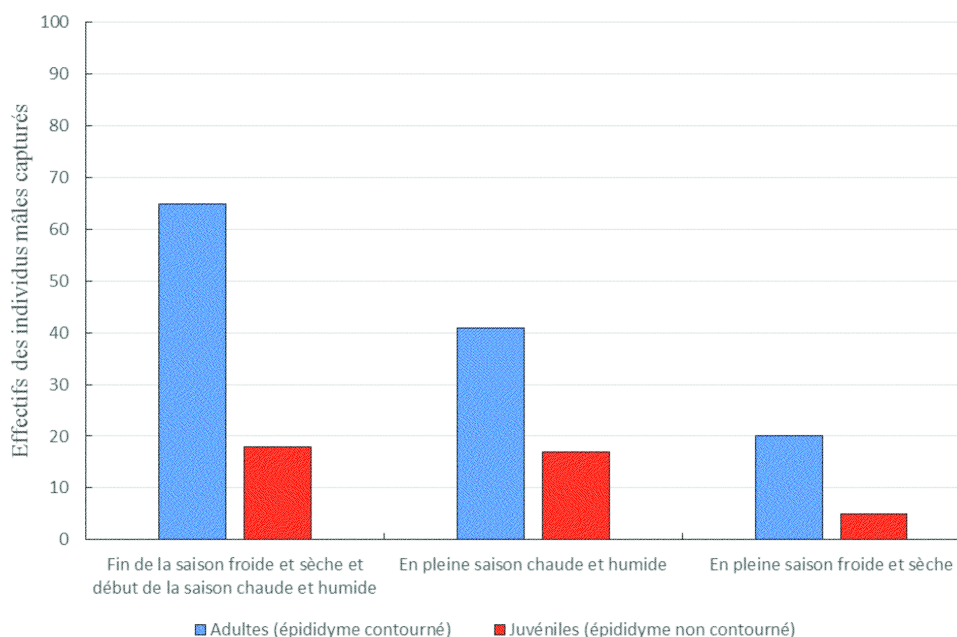
Effectif de *Microgale brevicaudata* capturé selon la saison et les différents types d'habitats
 Number of *Microgale brevicaudata* captured based on season and habitat type

Saison	Fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude et humide	En pleine saison chaude et humide	En pleine saison froide et sèche	Total
Types d'habitats				
Forêt relativement intacte	8	8	7	23
Forêt dégradée	18	0	0	18
Forêt secondaire	31	21	11	63
Savoka	19	23	7	49
Champ de Vanille	14	4	0	18
Champ de Canne à sucre	17	19	8	44
Rizières	17	23	5	45
Total	124	98	38	260

ment Antsahabe et Sarahandrano, ont été similaires. D'après le test paramétrique ANOVA, il existe une différence significative entre les effectifs des individus capturés suivant la saison ($F = 9,80$; ddl = 2, $P < 0,05$) et les types d'habitats ($F = 3,63$; ddl = 6, $P < 0,05$).

Sexe et classe d'âge de *Microgale brevicaudata* pour chaque zone d'études et chaque type d'habitats

La détermination du sexe et de classe d'âge des individus révèle que la majorité des individus mâles capturés sont des adultes, contrairement aux femelles qui sont en majorité des juvéniles (Tableau 4).

**Figure 2**

Maturité sexuelle des mâles de *Microgale brevicaudata* capturés tous sites confondus.
 Sexual maturity of captured male *Microgale brevicaudata* all sites combined.

Tableau 4

Effectif selon le sexe et la classe d'âge de *Microgale brevicaudata* dans les sites de capture superposés à la saison.
Données saisonnières présentées en saison froide et sèche (**SF**), saison chaude et humide (**CH**) et période de transition (**T**).
Sex and age class of Microgale brevicaudata at trap sites superimposed on season. Seasonal data presented as cold and dry period (SF), hot and rainy period (CH), and transitional period (T).

Site d'étude Types d'habitats	Saisons	Antsahabe				Sarahandrano				Transect altitudinal			
		Mâle		Femelle		Mâle		Femelle		Mâle		Femelle	
		Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile
Forêt relativement intacte	SF	4	1	0	2	0	0	0	0	-	-	-	-
	CH	6	0	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-
	T	5	0	0	3	0	0	0	0	-	-	-	-
Forêt dégradée	SF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forêt secondaire	SF	5	1	0	1	0	1	1	2	12	2	3	1
	CH	6	1	1	4	2	4	1	2	-	-	-	-
	T	8	2	2	3	12	0	3	1	-	-	-	-
Savoka	SF	4	2	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-
	CH	11	1	4	7	0	0	0	0	-	-	-	-
	T	10	4	2	3	0	0	0	0	-	-	-	-
Champ de vanille	SF	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
	CH	0	2	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-
	T	5	2	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-
Champ de canne à sucre	SF	4	0	3	1	0	0	0	0	-	-	-	-
	CH	8	4	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-
	T	9	1	1	6	0	0	0	0	-	-	-	-
Rizière	SF	3	0	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-
	CH	8	5	3	7	0	0	0	0	-	-	-	-
	T	10	1	2	4	0	0	0	0	-	-	-	-

Maturité sexuelle des mâles de *Microgale brevicaudata*

Des différences notables ont été trouvées sur la maturité sexuelle des individus mâles en fonction de la saison (Figure 2). Sur la base d'un effort de piégeage constant, les nombres des individus mâles adultes capturés sont plus élevés pendant la période de transition entre la saison froide et sèche et la saison chaude et humide. Durant les trois saisons de capture, entre environ un quart et un tiers des individus capturés étaient des juvéniles dont les épидидymes sont non contournés et qui n'étaient pas en état de reproduction.

Maturité sexuelle des femelles de *Microgale brevicaudata*

Des différences saisonnières notables ont été trouvées dans la classe d'âge des femelles capturées et leur maturité sexuelle (Figure 3). Les femelles gestantes ont été capturées durant les trois saisons, mais étaient plus fréquentes pendant la période de transition entre la saison froide/sèche et la saison chaude/humide. Les femelles juvéniles dominaient les captures quelle que soit la saison de capture.

Parmi les 12 individus femelles de *M. brevicaudata*, capturés pendant la fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude et humide, 11 portaient des embryons. Tandis que pour les femelles capturées en pleine saison chaude et humide, sept étaient gravides contre quatre pour celles capturées en pleine saison froide et sèche. Chaque individu femelle porte un à deux embryons par portée et le nombre moyen d'embryons par femelle enceinte était de 1,95 (Tableau 5). La longueur des embryons était variable pour une même saison, ce qui indique que les périodes de reproduction n'étaient pas précisément synchronisées. Le plus grand embryon mesuré avait une longueur de 23 mm.

Sex-ratio (SR)

Le sex-ratio calculé pour tous les individus de *Microgale brevicaudata* capturés dans chaque zone d'études est supérieur à 1 ($SR > 1$), c'est-à-dire les individus capturés sont principalement des mâles (Tableau 6). Les résultats du test de Khi-deux ont confirmé qu'il y a des différences significatives entre les effectifs des individus mâles et femelles capturés ($X^2 = 82,86$; $ddl = 3$; $p < 0,05$).

Comparaison de la maturité sexuelle et la saison de reproduction de *Microgale brevicaudata* suivant les habitats forestiers et anthropiques

Le test de comparaison de Khi-deux a confirmé que la maturité sexuelle *M. brevicaudata* ($X^2 = 0,91$; $ddl = 2$; $p > 0,05$) et la saison de reproduction de *M. brevicaudata* ($X^2 = 8,53$; $ddl = 7$; $p > 0,05$) ne varient pas quel que soit le type d'habitat (forêt dans différents états et habitats non indigènes modifiés par l'homme).

Discussion

Dans un pays comme Madagascar, avec peu d'informations sur l'histoire naturelle de tant d'organismes endémiques, les données obtenues à partir des inventaires biologiques sont importantes pour faire avancer les connaissances sur ces taxons. Actuellement, la plupart des espèces d'Oryzoricinae sont considérées comme dépendantes de la forêt. Cependant, d'après les études faites par RANDRIAMORIA (2015) dans la partie est centrale de l'île dans les sites forestiers et non-forestiers, quatre espèces de *Microgale* (*M. cowani*, *M. majori*, *M. pusilla* et *M. thomasi*) ont été capturées à l'intérieur et en dehors de la forêt naturelle. Parallèlement durant cette étude, *M. brevicaudata* possède

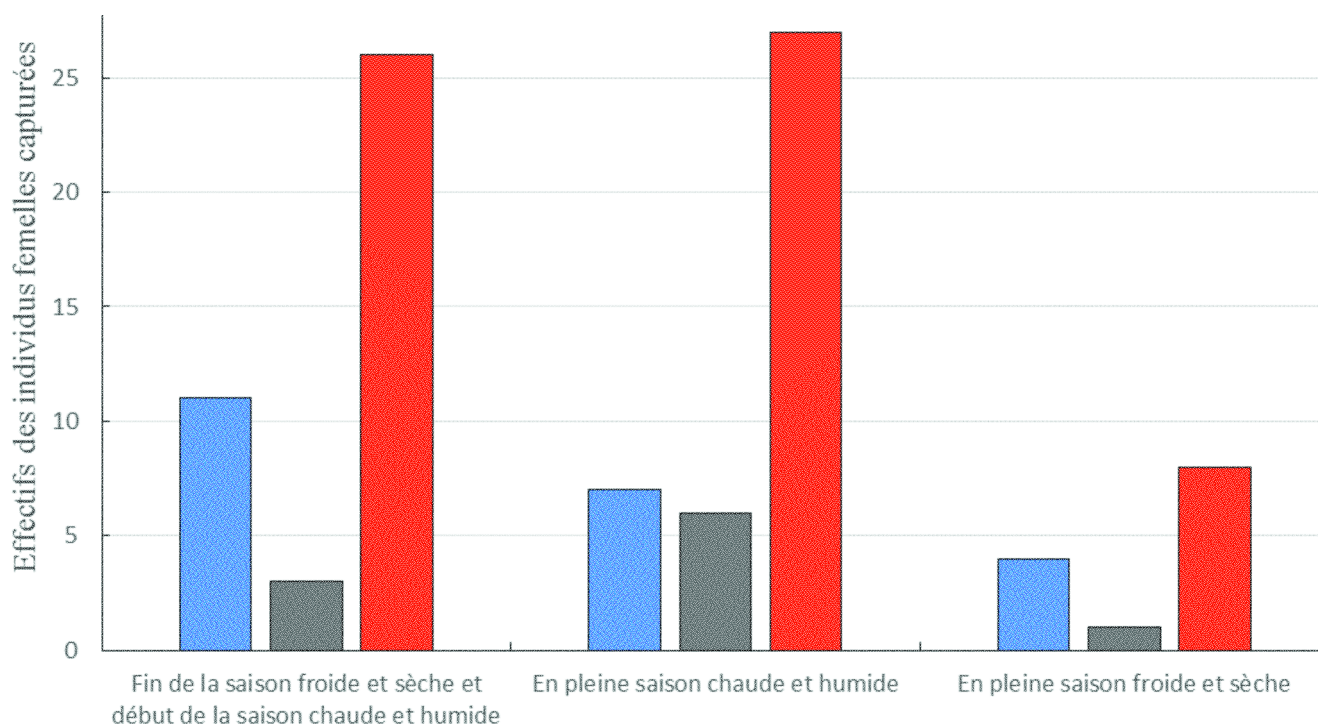


Figure 3

Maturité sexuelle des femelles de *Microgale brevicaudata* capturées tous sites confondus.

Sexual maturity of captured female Microgale brevicaudata all sites combined.

Tableau 5

Nombre d'embryons des femelles gravides de *Microgale brevicaudata* capturées.
Embryo counts from captured pregnant female *Microgale brevicaudata*.

Saison	Zone d'étude	Antsahabe		Sarahandrano		Transect altitudinal	
		NE	CE (mm)	NE	CE (mm)	NE	CE (mm)
Fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude et humide		2	5	1	20	2	23
		2	20	2	3	2	18
		2	7	2	8		
		2	20				
		2	20				
		2	5				
En pleine saison chaude et humide		2	4	2	20		
		2	15				
		2	20				
		2	10				
		2	17				
		2	5				
En pleine saison froide et sèche		2	15	2	15		
		2	12				
		2	18				

NE : nombre d'embryons ; CE : longueur de l'embryon (mm).

Tableau 6

Sex-ratio chez *Microgale brevicaudata*.
Sex ratio of *Microgale brevicaudata*.

Zones d'études	Sexe	Effectifs		Sex-ratio
		Mâle	Femelle	
Antsahabe		133	80	1,7
Sarahandrano		19	10	1,9
Transect altitudinal		14	4	3,5

aussi cette capacité d'adaptation et de survie dans des habitats non forestiers et/ou fortement modifiés par l'homme, y compris les rizières. Avant la récente série d'inventaires sur et autour du Massif du Marojejy, *M. brevicaudata* était considérée comme une espèce rare (MACPHEE, 1987) et en grande partie sylvicole (SOARIMALALA & GOODMAN, 2011), elle est en effet commune dans les habitats forestiers fortement dégradés et capable de s'adapter aux habitats modifiés par l'homme. En effet, durant la présente étude, l'espèce était plus fréquente dans les habitats anthropiques que dans la forêt indigène relativement intacte.

En ce qui concerne la saison de reproduction de *M. brevicaudata*, la période d'accouplement se passe probablement entre la fin de la saison froide et sèche (septembre-octobre), et la parturition et l'allaitement commencent vers le début de la saison chaude et humide (novembre-décembre), une période qui est vraisemblablement celle où il y a un maximum d'invertébrés terrestres disponibles, qui sont consommés par cette espèce (RASOLOBERA et al., 2021). Il existe aussi des individus dont la reproduction n'entre pas dans cette période. Cela pourrait être dû à ce que les conditions environnementales sont encore favorables permettant une deuxième session de reproduction chez cette espèce. Pour les espèces de la même sous-famille, *Nesogale dobsoni* et *N. talazaci*, le cycle de reproduction est

d'environ 58 à 64 jours (HAYSEN et al., 1993), il en est de même pour *M. brevicaudata*. Le moment de la parturition est plus varié chez ces espèces, les naissances ayant lieu du début septembre à fin mars, et l'âge du sevrage se passe pendant les quatre semaines suivant la parturition, pour des femelles gardées en captivité dans le Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza à Antananarivo (STEPHENSON & RACEY, 1994a). Les facteurs affectant le début de la reproduction chez les Oryzorictinae sont mal connus. La durée de la gestation chez certaines espèces est variable et peut être influencée par les températures ambiantes (STEPHENSON & RACEY, 1993). Les rythmes endogènes contrôlant les cycles d'activité annuels peuvent être synchronisés par la température ambiante ou la photopériode (STEPHENSON & RACEY, 1994b) et les mêmes facteurs peuvent influencer la reproduction.

Chez *M. brevicaudata*, plus d'individus mâles ont été capturés par rapport aux femelles, ceci peut être expliquée par la différenciation de leurs comportements. C'est-à-dire les mâles seraient plus actifs, ayant un domaine vital plus large. C'est pourquoi ils ont plus de chances d'être capturés dans les pièges. Contrairement chez les femelles, qui auraient un domaine vital assez restreint et une faible probabilité d'être piégées. Par conséquent, le sex-ratio déséquilibré serait plutôt lié aux taux de capture.

Conclusion

La présente étude a permis de fournir des premières informations sur le cycle de reproduction de *Microgale brevicaudata* dans la forêt dense humide sempervirente de basse altitude du Parc National de Marojejy et les zones anthropiques au pied de ce massif durant trois saisons différentes dans trois zones différentes. L'identification du sexe, de l'âge et de la maturité sexuelle de chaque individu capturé permet de connaître la période de reproduction de cette espèce. Parmi tous les individus femelles adultes capturés, 63% étaient gravides avec un à deux embryons et le nombre moyen d'embryons était de 1,95, bien que des comptages de quatre embryons aient été enregistrés chez cette espèce (JENKINS *et al.*, 2022). D'une part, il a été observé que 30 % des femelles sont gravides entre la fin de la saison froide et sèche et début de la saison chaude ; pour les mâles, la majorité était sexuellement mature durant cette saison. D'autre part, seulement 21 % des femelles adultes capturées durant la saison chaude et humide sont gravides et 12 % pendant la saison froide et sèche. Ces observations indiqueraient que l'accouplement chez cette espèce se passe probablement entre la fin de la saison froide et sèche (septembre-octobre) et que la parturition et l'allaitement commencent vers le début de la saison chaude et humide (novembre-décembre), excepté les autres qui sont gravides durant la saison sèche et froide. De plus, il n'y a pas de variation significative entre la saison de reproduction de *M. brevicaudata* suivant les types habitats (forestiers et anthropiques). Afin de compléter les informations sur le cycle de reproduction chez les Oryzorictinae, qui comprennent 25 espèces (GOODMAN & SOARIMALALA, 2022) formant une radiation adaptative extraordinaire, avec peu de parallèles chez les mammifères du monde, d'autres recherches sur le terrain et au laboratoire seront nécessaires pour mieux comprendre les variations et les adaptations de leur reproduction.

Remerciements

Le financement associé aux travaux de terrain dans les zones d'Antsahabe, Sarahandrano et aux alentours de Marojejy a été fourni par une subvention du NIH-NSF NIFA « Ecology and Evolution of Infectious Disease Award » (IR01-TW011493-01) attribué à Charles Nunn de l'Université Duke en tant que chercheur principal. Les travaux associés au transect altitudinal de Marojejy ont été généreusement financés par la « Korea International Cooperation Agency » (KOICA) à travers « United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization » (UNESCO) à qui nous sommes sincèrement reconnaissants. Nous remercions vivement la Direction Générale de l'Environnement et des Forêts qui ont bien voulu nous délivrer les autorisations de recherche N°280/19/MEED/SG/DGEF/DGRNE, N° 57/20/MEDD/SG/DGEF/DGRNE « Renouvellement de l'AR N°280/19 du 14/10/2019 », N°191/20/MEDD/SG/DGGE/DAPRNE/SCBE.Re « Renouvellement de l'AR N°057/20 du 09/06/2020 » et la Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Université d'Antananarivo, pour leur aide aux démarches administratives.

Références

- BENSTEAD, J., BARNES, K. & PRINGLE, C. (2001).- Diet, activity patterns, foraging movement and responses to deforestation of the aquatic tenrec *Limnogale mergulus* (Lipotyphla: Tenrecidae) in eastern Madagascar. *Journal of Zoology*, **254**, 119-129.
- CARLETON, M.D. & GOODMAN, S.M. (1998).- New taxa of nesomyine rodents (Muroidea: Muridae) from Madagascar's Northern Highlands, with taxonomic comments on previously described forms. In: S.M. Goodman (ed.), A floral and faunal inventory of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar: With reference to elevational variation. *Fieldiana: Zoology, new series*, **90**, 163-200.
- CARLETON, M.D. & GOODMAN, S.M. (2000).- Rodents of the Parc National de Marojejy, Madagascar. In: S.M. Goodman (ed.), A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy, Madagascar: With reference to elevational variation. *Fieldiana: Zoology, new series*, **97**, 231-263.
- EISENBERG, J.F. (1975).- Tenrecs and solenodons in captivity. *International Zoo Yearbook*, **15**, 6-12.
- EISENBERG, J.F. & GOULD, E. (1970).- The tenrecs : A study in mammalian behavior and evolution. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **27**, 1-137.
- EISENBERG, J.F. & MALINIAK, E. (1974).- The reproduction of the genus *Microgale* in captivity. *International Zoo Yearbook*, **14**, 108-110.
- EVERSON, K.M., SOARIMALALA, V., GOODMAN, S.M. & OLSON, L.E. (2016).- Multiple loci and complete taxonomic sampling resolve the phylogeny and biogeographic history of tenrecs (Mammalia: Tenrecidae) and reveal higher speciation rates in Madagascar's humid forests. *Systematic Biology*, **65**, 890-909.
- GOODMAN, S.M. (ed.). (2022).- *The new natural history of Madagascar*. Princeton University Press, Princeton.
- GOODMAN, S.M. & BENSTEAD, J.P. (2005).- Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx*, **39**, 73-77.
- GOODMAN, S.M. & JENKINS, P.D. (1998).- The insectivores of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar. In: S.M. Goodman (ed.), A floral and faunal inventory of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar: With reference to elevational variation. *Fieldiana: Zoology, new series*, **90**, 139-161.
- GOODMAN, S.M. & JENKINS, P.D. (2000).- Tenrecs (Lipotyphla: Tenrecidae) of the Parc National Marojejy, Madagascar. In: S.M. Goodman (ed.), A floral and faunal inventory of the Parc National Marojejy Madagascar: With reference to elevational variation. *Fieldiana: Zoology, new series*, **97**, 201-229.
- GOODMAN, S.M. & SOARIMALALA, V. (2002).- Les petits mammifères de la Réserve Spéciale de Manongarivo, Madagascar. In: L. Gautier & S.M. Goodman (eds.), Inventaire floristique et faunistique de la Réserve Spéciale de Manongarivo (NW Madagascar). *Boissiera*, **59**, 383-401.

- GOODMAN, S.M. & SOARIMALALA, V. (2022).- Introduction to mammals. In : *The new natural history of Madagascar*. Princeton University Press, Princeton: 1737-1769.
- GOODMAN, S.M., ANDRIANARIMISA, A., OLSON, L.E. & SOARIMALALA, V. (1996).- Patterns of elevational distribution of birds and small mammals in the humid forests of Montagne d'Ambre, Madagascar. *Ecotropica*, **2**, 87-98.
- GOODMAN, S.M., RAHERILALAO, M.J. & WOHLHAUSER S. (2018) (eds.).- *Les aires protégées terrestres de Madagascar: leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota*. Association Vahatra, Antananarivo.
- HAYSEN, V., TIENHOVEN, A. V. & TIENHOVEN, A.V. (1993).- *Asdell's patterns of mammalian reproduction*. 3rd ed. Cornell University Press, Ithaca.
- JENKINS, P.D., OLSON, L.E., EVERSON, K.E., SOARIMALALA, V. & GOODMAN, S.M. (ed.). (2022).- Tenrecidae : *Microgale* and *Nesogale*, shrew tenrecs. In: *The new natural history of Madagascar*. Princeton University Press, Princeton: 1880-1887.
- MACPHEE, R.D.E. (1987).- The shrew tenrecs of Madagascar: Systematic revision and Holocene distribution of *Microgale* (Tenrecidae, Insectivora). *American Museum Novitates*, **2889**, 1-45.
- RANDRIAMORIA, T.M. (2015).- Diversité et écologie des petits mammifères dans les habitats forestiers et anthropiques du District de Moramanga, Centre-est de Madagascar. *Malagasy Nature*, **12**, 78-94.
- RASOLOBERA, F., RAJEMISON, B., RANDRIAMORIA, M.T., SOARIMALALA, V. & GOODMAN, S.M. (2021).- Régime alimentaire de *Microgale brevicaudata* (Tenrecidae), Nord-Est de Madagascar. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **146**, 167-173.
- SOARIMALALA, V. (1998).- *Contribution à l'étude du régime alimentaire des insectivores du Parc National Ranomafana*. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo.
- SOARIMALALA, V. & GOODMAN, S.M. (2003).- The food habits of Lipotyphla. In : S.M. Goodman & J.P. Benstead (eds.), *The natural history of Madagascar*. The University of Chicago Press, Chicago: 1203-1205.
- SOARIMALALA, V. & GOODMAN, S.M. (2011).- *Les petits mammifères de Madagascar*. Association Vahatra, Antananarivo.
- SOARIMALALA, V., ZAFINDRANORO, H.H. & GOODMAN, S.M. (2013).- Diversité des petits mammifères sur une formation de tsingy: cas de la forêt de Beanka, Région Melaky, Ouest de Madagascar. In : S.M. Goodman, L. Gautier & M.J. Raherilalao (eds.), *La forêt de Beanka, Région Melaky, Ouest de Madagascar. Malagasy Nature*, **7**, 245-258.
- STEPHENSON, P.J. & RACEY, P.A. (1993).- Reproductive energetics of the Tenrecidae (Mammalia: Insectivora). The shrew-tenrecs, *Microgale* spp. *Physiological Zoology*, **66**, 664-685.
- STEPHENSON, P.J. & RACEY, P.A. (1994a).- Maintenance and reproduction of tenrecs (Tenrecidae) at Parc Tsimbazaza, Madagascar. *International Zoo Yearbook*, **33**, 194-201.
- STEPHENSON, P.J. & RACEY, P.A. (1994b).- Seasonal variation in resting metabolic rate and body temperature of streaked tenrecs, *Hemicentetes nigriceps* and *H. semispinosus* (Insectivora: Tenrecidae). *Journal of Zoology*, **232**, 285-294.