

# Chapitre 5. Les petits mammifères non-volants des forêts sèches malgaches

## Voahangy Soarimalala

Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar et  
Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences,  
Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo  
101, Madagascar.  
E-mail : vsoarimalala@vahatra.mg

## Résumé

Des inventaires des petits mammifères (Afrosoricida, Soricomorpha et Rodentia) ont été effectués dans la région sèche malgache, couvrant en tout 34 sites d'études dans plusieurs types de formation végétale. Parmi ces 34 sites, 19 ont été explorés dans le cadre du projet RAP-Gasy de 2004 à 2007 et les résultats issus de ces travaux sont présentés ici pour la première fois. Un même protocole de techniques de piégeage en utilisant les trous-pièges et les pièges standard a été adopté dans tous les sites, résultats qui ont été complétés par des observations générales.

Les résultats de ces inventaires, enrichis des données bibliographiques et de données anciennes non publiées montrent que 20 espèces de petits mammifères sont connues des 34 sites d'étude dont 17 espèces sont endémiques et 3 espèces ont été introduites. La forêt de Kirindy (CFPF) héberge la plus grande diversité en petits mammifères endémiques (11 espèces) par rapport aux autres sites de forêts sèches. La région du Menabe Central et la forêt de Mikea abritent le plus haut niveau d'endémisme local. Les forêts de l'extrême Sud et du Sud-ouest sont plus pauvres en terme de richesse spécifique par rapport à celles dans la partie Centre-ouest et Nord-ouest de l'île. Il en est de même pour l'abondance relative, les taux de capture obtenus sont toujours plus faibles dans les zones forestières les plus arides de la partie méridionale par rapport à celles qui sont plus humides dans la partie septentrionale.

La composition spécifique des petits mammifères dans la région sèche malgache se révèle utile pour prédire les variations de la flore. La distribution des micro-mammifères ne semble pas étroitement liée aux types de sols ou à la géologie. En général, les petits mammifères sont moins bien représentés dans la région sèche malgache que dans le biome de la forêt humide de l'Est. Toutefois, des dépôts subfossiles de l'extrême Sud montre qu'une plus

grande richesse avait existé au cours de périodes géologiques récentes.

## Extended abstract

Biological surveys of small mammals (rodents, shrews, and tenrecs) were conducted in the dry forests of western Madagascar. Thirty-four different sites are reported on here, of which 19 are previously unpublished, conducted between 2004-2007 in the context of a project known as RAP-Gasy. Three different forest types were surveyed: dry deciduous forest, spiny bush, and a transitional habitat between these two forest types. The main objectives of this chapter are to provide information on the small mammal species diversity of the dry forest portion of the island and to clarify their biogeographical distribution.

The same survey technique protocols were used at all sites, including live traps (Sherman and National), pitfalls traps with associated drift fences, and general observation. The results of these inventories, combined with information in the literature and previously unpublished data, indicate that 20 species of small mammals are known from the 34 study sites, 17 of which are endemic and three introduced. The small mammal diversity and composition of the dry forests shows notable turnover between sites. The Kirindy (CFPF) forest has notably higher species richness of endemic small mammal (n=11) than the other surveyed areas. The region of Menabe Central and the Mikea forest shelters the highest level of local endemism.

The recently proposed "Centers of Endemism" hypothesis, based on the delimitation of watersheds and the elevation of associated river sources, explains a portion of these micro-endemism patterns. The forests of the extreme south and the southwest have lower species richness as compared to forests in the west-central and northwest portions of the island. Further, on the basis of capture rates, relative abundance of small mammals was lower in the drier forest zones in the southern portion of the study region as compared to those, which receive more humidity, in the northern portion. *Tenrec ecaudatus* (Family Tenrecidae) and *Eliurus myoxinus* (Family Nesomyinae) were the most commonly inventoried small mammals during the course of these inventories.

There is a close correlation between the three different types of forest occurring across the drier portion of the western half of the island and the species of small mammals found at the specific sites and a broader regional level. However, no clear corollaries were found between the distribution of these animals and aspects of soil type and geology.

There is some evidence that the larger rivers of the region act as dispersal barriers. For example, *Echinops telfairi* and *Geogale aurita* have broad distributions in the zone south of the Tsiribihina River, and *Microgale brevicaudata* occurs to the north of the Mangoky River. The dendrogram associated with a biogeographic analysis, based on presence-absence data, did not demonstrate a separation of the transitional forest type from the dry deciduous and spiny bush formations.

Subfossil remains recovered from deposits in the extreme southern portion of the island represent, in certain cases, animals that are locally extirpated or in other cases totally extinct, and dating from recent geologic periods (Holocene), when this area of the island was more mesic. The extant species *Hypogeomys antimena*, *Macrotarsomys petteri*, and *M. ingens* had broader geographic distributions across the southern portion of the island up until a few millennia ago. Two species of small mammals recovered from subfossil remains in the southern portion of the island, *H. australis* and *Microgale macpheeii*, have gone extinct during the past few thousand years. The interpretation of the recent vicissitudes in the regional mammal fauna, in light of natural climatic change, clearly demonstrates how quickly aspects of ecosystems can change in a short period; this aspect has considerable importance for modern conservation planning. Conservation activities are recommended for the remaining blocks of Malagasy dry forests, especially for the zones that hold locally endemic species, before these habitats disappear.

## Introduction

La région forestière sèche malgache occupe l'Ouest, le Sud et le Nord de l'île. Elle se divise en un Domaine de l'Ouest qui s'étale de 0 à 800 m d'altitude et en un Domaine du Sud ou Basse méridionale de 0 à 300 m d'altitude (Humbert, 1965 ; Faramalala, 1995). Le Domaine de l'Ouest se divise en deux sections géographiques séparées par le Domaine du Sambirano tandis que le Domaine du Sud englobe la partie de Sud-Ouest et l'extrême Sud de Madagascar. A l'intérieur de ces domaines, le type d'habitat qui caractérise

l'ensemble de la région sèche de Madagascar depuis le nord au sud-ouest s'avère abriter un endémisme important pour différents groupes taxinomiques. Si les conditions bioclimatiques se révèlent utiles pour prédire cet endémisme, les types de sols et la géologie peuvent également causer des variations localisées (Cornet, 1974). En général, en passant du nord au sud dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, la forêt sèche malgache présente un gradient d'aridité dont la principale formation naturelle au nord et au centre ouest est caractérisée par une forêt sèche caducifoliée et plus au sud, où la saison sèche est accentuée, la végétation se réduit à un fourré épineux. Entre les fleuves Tsiribihina et Onilahy, une transition entre ces deux formations forestières naturelles est associée au gradient météorologique nord-sud. La carte des bioclimats de Cornet (1974) est quasiment en concordance avec la carte phytogéographie de Humbert (1955) mais c'est dans cette région que les plus grosses différences sont notées entre ces cartes. Les études récentes portant sur la flore de Madagascar semblent pouvoir donner un certain crédit à un domaine du sud qui s'étendrait bien au-delà des limites proposées par Humbert pour englober la région du Mangoky jusqu'à la Tsiribihina comme le suggère Cornet (Schatz, 2000). Certaines espèces animales sont strictement inféodées à la forêt sèche malgache et leur distribution donne une bonne illustration de la diversité régionale à l'intérieur de ces différentes formations végétales.

Madagascar abrite une grande variété d'espèces endémiques de petits mammifères non-volants qui comprennent deux groupes monophylétiques de Madagascar, avec une diversité importante que sont la sous-famille des Nesomyinae (Famille des Nesomyidae, Ordre des Rodentia) incluant tous les rongeurs endémiques de Madagascar d'après une révision de la classification des mammifères (Jansa & Carleton, 2003 ; Musser & Carleton, 2005) et la famille des Tenrecidae (Ordre des Afrosoricida, ex Lipotyphla et ex Insectivora) (Olson & Goodman, 2003 ; Bronner & Jenkins, 2005). En plus de ces animaux, un troisième groupe incluant *Suncus madagascariensis* (Famille des Soricidae, Ordre des Soricomorpha) a un statut d'endémicité incertain mais dans cette étude elle est considérée comme endémique. Trois espèces de la sous-famille des Murinae faisant partie de la famille des Muridae (Ordre Rodentia), à savoir *Rattus rattus*, *R. norvegicus* et *Mus musculus*, et une espèce de Soricidae, *S. murinus*, sont allogènes et ont été introduites par l'homme sur l'île.

Les Nesomyinae et les Tenrecidae de Madagascar sont diversifiés avec 56 espèces actuelles dont 30 appartiennent à la famille des Tenrecidae (ordre des Afrosoricida) et 26 à la sous-famille des Nesomyinae (ordre des Muridae) (Carleton *et al.*, 2001 ; Goodman *et al.*, 2003, 2005, 2006a ; Goodman & Soarimalala, 2004, 2005 ; Carleton & Goodman, 2007). Bien que cette diversité se concentre principalement dans les forêts humides de l'Est (43 espèces), une part non négligeable (17 espèces) se trouve également dans les forêts sèches malgaches où 9 espèces sont propres à ce dernier biome. Ainsi, les espèces de ces forêts sèches sont très variées morphologiquement et certaines d'entre elles ont une répartition limitée à des zones relativement restreintes. Par exemple, une des espèces les plus connues, mais en voie de disparition est le rat géant, *Hypogeomys antimena*, le plus grand rongeur actuel de Madagascar qui n'existe que dans les forêts du Menabe Central. D'autres espèces de rongeurs ont une distribution restreinte, à savoir *Macrotarsomys ingens* qui est confiné au plateau de l'Ankarafantsika (Randrianjafy, 2003) et *Nesomys lambertoni* qui est inféodé à la partie nord du plateau de Bemaraha (Goodman & Schütz, 2003).

Actuellement, malgré l'accélération rapide du défrichement de la forêt naturelle, il reste encore une couverture forestière importante dans les régions occidentales, mais malheureusement, les études biologiques détaillées sont insuffisantes (voir Chapitres 1 & 2). Les explorations scientifiques menées dans la région forestière sèche malgache ne permettaient pas de procéder à une analyse des modèles de diversité de la faune de petits mammifères car de nombreuses régions forestières ne disposaient pas d'information portant sur ces animaux. Afin de compléter les informations sur la diversité biologique dans les forêts de la région sèche, des inventaires biologiques des petits mammifères ont été réalisés dans les Domaines du Sud et de l'Ouest malgache. Les résultats de ces inventaires vont également enrichir notre connaissance sur la distribution géographique de ces espèces dans le but de confirmer l'intérêt biologique fondamental de cette région. De plus, ces informations serviront d'outils de base pour l'amélioration du plan d'aménagement pour que les forêts de la région sèche malgache puissent recevoir une protection appropriée.

## Méthodologie

### Sites d'étude

Ce rapport traite les résultats d'inventaires de petits mammifères menés dans différentes zones forestières de la région sèche malgache. Plusieurs sites d'échantillonnage ont été prospectés dont 19 ont été visités pendant la saison humide des années 2004, 2005, 2006 et 2007 dans le cadre du projet RAP-Gasy (voir Chapitre 1). Les inventaires de ces sites ont couvert une zone s'étalant sur un gradient de 11 degrés de latitude entre 14°S et plus de 25°S depuis, du nord au sud, les zones du Parc National (PN) de Sahamalaza, de la chaîne du Bongolava-Manasamody et de la partie sud du PN d'Ankarafantsika, de la région de Besalampy, de la région du Menabe Central, du PN de Kirindy Mite, du plateau Mahafaly et quelques sites dans la région d'Amboasary-Sud (Figure 5-1). D'autres sites avaient été inventoriés avant nos études, y compris la Réserve Spéciale (RS) de Bora exploré en juin 1999, la partie ouest du PN d'Ankarafantsika inventoriée au mois de février 1997 (Rakotondravony *et al.*, 2002), le PN de Bemaraha qui avait été prospecté au mois de février 2000, la forêt de Mikea étudiée pendant les mois de février et mars 2003 (Soarimalala & Goodman, 2004), la partie nord du PN de Tsimanampetsotsa visitée en février et mars 2002 (Goodman *et al.*, 2002) et la parcelle 2 du PN d'Andohahela explorée au mois de décembre 1995 (Goodman *et al.*, 1999a, 1999b). Toutes les données de ces derniers sites qui sont disponibles, conformes et fiables ont été compilées et représentent 14 sites inventoriés dans 6 parcs ou réserves.

### Collecte de données

Les méthodes choisies durant nos inventaires dans les différents sites de la région sèche malgache sont identiques à celles qui ont été adoptées à Madagascar depuis près de 20 ans. Afin de pouvoir procéder à des comparaisons, il est impératif de standardiser les méthodes dans chaque site pour tenir compte des différentes variables et pouvoir les considérer dans des analyses. Ainsi, ces inventaires ont été effectués pendant la saison chaude et humide, c'est-à-dire entre les mois de novembre et de mars, période qui coïncide à la saison de la plus grande activité des animaux. Par contre, pour les sites aux accès difficiles, l'exploration ne pouvait avoir lieu que durant les mois secs en octobre, avril et juin. Dans chaque site, les deux techniques de piégeage adoptées (trous-pièges et pièges standard) ont consisté à laisser les pièges

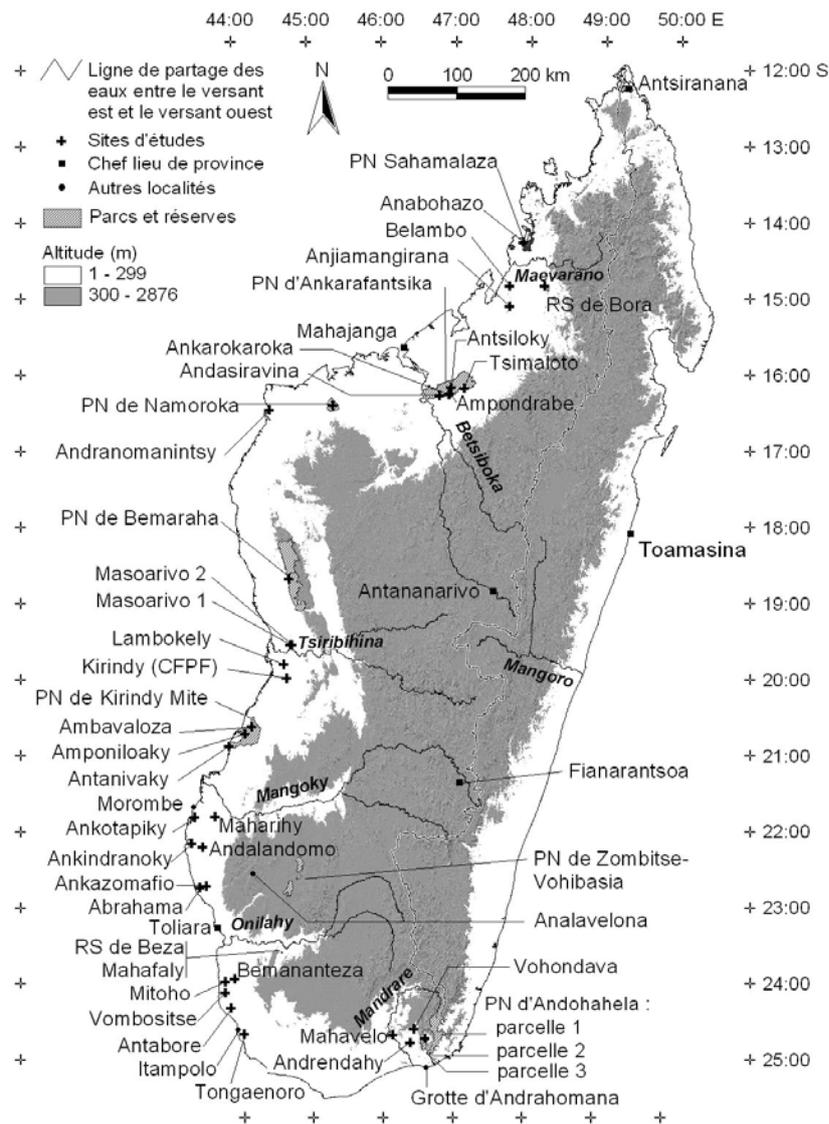


Figure 5-1. Stations d'échantillonnage de petits mammifères de la région sèche malgache

en place pendant 6 nuits, dans des milieux différents pour estimer les différents microhabitats utilisés par les espèces de petits mammifères ainsi que pour évaluer au mieux leur richesse spécifique.

### Trous-pièges

La première technique de piégeage est constituée par des lignes de trous-pièges ou « pit-falls » qui sont composées de onze seaux alignés (chaque seau a une capacité de 12 l, 275 mm de profondeur interne et 220 mm de diamètre inférieur interne). Les seaux sont enterrés dans le sol et sont espacés de 10 m l'un de l'autre sur la ligne. Une bande plastique de 110 m de longueur environ et de 0,80 m de largeur est dressée sur une hauteur d'environ 0,70 m à partir du sol en passant par le diamètre de chaque seau et en étant maintenue par des piquets ; cette bande plastique est recouverte dans sa partie inférieure (sur approximativement 10 cm) de litière forestière et du

sol et sert à guider les animaux vers les seaux. Le fond de chaque seau est percé de plusieurs petits trous pour permettre à l'eau de pluie de s'écouler. Dans chaque site, trois lignes de trous-pièges ont été installées dans des microhabitats différents, c'est-à-dire sur une crête, sur un versant et dans une vallée. Un seau en place pendant 24 heures est considéré comme une nuit trou-piège.

### Pièges standard

#### Pièges standard pour les petits mammifères

Les pièges standard utilisent deux types de pièges que sont les « Shermans » (22,5 x 8,6 x 7,4 cm) et les « Nationaux » (39,2 x 12,3 x 12,3 cm) à chaque site. Un nombre total de 100 pièges standard a été mis en place pour capturer des animaux vivants et ils sont principalement destinés aux rongeurs, avec un ratio de 4 « Sherman » pour 1 « National ». Au cours de la session de piégeage, chaque piège est installé

à un endroit fixe et marqué par un ruban coloré, les lignes de pièges couvrent des microhabitats différents afin d'accroître la probabilité de capture des espèces présentant des exigences spécifiques en matière de niche. Près de 20 % des pièges ont été placés au-dessus du niveau du sol, sur des troncs d'arbre ou sur des lianes et les autres ont été disposés au niveau de la litière forestière (comme en dessous d'un tronc d'arbre incliné au sol, le long d'un tronc d'arbre tombé et au pied d'un arbre devant des terriers récents). Ces pièges ont été appâtés au beurre de cacahuète et l'appât était renouvelé tous les après-midi pendant les six nuits de piégeage. Tous les pièges ont été contrôlés deux fois par jour : à l'aube et à la fin de l'après midi. Une nuit-piège est définie par un piège ouvert pendant 24 heures (de l'aube jusqu'à l'aube suivante).

#### *Pièges standard pour les petits lémuriers nocturnes*

Pour les sites d'études inventoriés durant les années 2004, 2005, 2006 et 2007, d'autres pièges standard destinés aux petits lémuriers de la famille Cheirogaleidae (voir Chapitre 6) ont été installés et ceux-ci nous ont permis de rassembler des informations supplémentaires sur les petits mammifères. Sur l'ensemble des sites inventoriés, une ligne de pièges pour capturer des lémuriers a été mise en place. Les types de pièges utilisés sont identiques à ceux des autres petits mammifères du point de vue de la taille et du genre (« Sherman » et « National »). Le protocole de piégeage est similaire si ce n'est le nombre de piège qui est de 40 (30 Sherman et 10 National) et leur position car ils ont tous été placés au-dessus du niveau du sol, c'est-à-dire sur les troncs d'arbre ou sur les lianes de 1 à 2 m de hauteur. Ces pièges ont été appâtés avec de la banane qui était renouvelée tous les après-midi.

#### **Autre méthode de recensement**

Une autre méthode qui donne des renseignements qualitatifs sur les petits mammifères existants dans certains sites est aussi utilisée grâce à une enquête entreprise auprès des habitants des villages proche du lieu d'échantillonnage. Elle vise à compléter les informations que le protocole adopté ne peut pas refléter. Le principe se base sur les noms vernaculaires et la description morphologique des espèces. D'autre méthode qui a fourni des informations sur les petits mammifères est la fouille systématique réalisée par l'équipe herpétologique (voir Chapitre 3).

#### **Artefacts et difficultés du « Far-West »**

Une combinaison des données acquises auparavant par nos collègues et nous-mêmes avec celles des présents inventaires est nécessaire afin de compléter les résultats obtenus. Etant donné la rareté des informations portant sur les petits mammifères des forêts sèches de Madagascar, due à la difficulté d'accès à différents sites et à l'accélération de la disparition de certaines couvertures forestières, la plupart des résultats existants ont été utilisés dans des comparaisons biogéographiques même si un artefact du protocole de piégeage a été constaté et cela afin de pouvoir exploiter au maximum les données disponibles. Cet artefact est dû à une réduction de la durée d'échantillonnage et à la diminution du nombre de nuitée de piégeage.

Les problèmes rencontrés étaient principalement d'ordre logistique que nous n'avons pas pu résoudre comme lorsque les sites avaient un accès difficile à cause du mauvais temps qui pouvait être à l'origine d'obstacles pour pénétrer dans les forêts. Il s'agissait principalement de pluies abondantes aboutissant à la coupure des routes barrées par des troncs et des branches d'arbres, et nécessitant plusieurs heures pour les couper, etc. Ces obstacles ont surtout été rencontrés dans les forêts de Maharihy et d'Andaladomo (forêt de Mikea) et de Belambo de la chaîne de Bongolava-Manasamody. Dans la forêt dégradée de Bora, ainsi qu'à Mahavelo à Ifotaka, de nombreux pièges avaient été volés par des riverains, en nous obligeant à mettre un terme prématuré au protocole de piégeage et à le réduire en durée. De plus, dans le site de Mahavelo, il nous a été impossible d'adopter le trou-piège à cause du substrat qui était extrêmement rocailleux.

Dans d'autres sites pour lesquels les mêmes protocoles d'inventaire ont été suivis, certaines séries de données sur les captures n'ont pas été retenues dans l'analyse de l'abondance à cause des différences au niveau du nombre de pièges installés et de la nature des appâts utilisés. Il s'agit de certains sites des forêts d'Andohahela (Goodman *et al.*, 1999a, 1999b) et d'Ankarafantsika (Rakotondravony *et al.*, 1997) où les pièges ont été appâtés avec des bananes, ou encore la forêt de la RS de Bora où les pièges utilisés n'étaient pas au nombre de 100 mais seulement de 55 avec quatre nuits de piégeage.

#### **Spécimens**

Une partie des petits mammifères capturés a été préparée en spécimens muséologiques sous forme

de peaux et de cadavres entiers préservés dans du formol. Des mensurations externes standard ont été réalisées sur chaque animal avant sa préparation en spécimens. Les échantillons de tissus ont été préservés dans de l'EDTA pour les études génétiques.

### Analyses biogéographiques

L'indice de Jaccard a été calculé pour établir les relations entre les communautés de petits mammifères des divers sites des forêts sèches. Cet indice est choisi car l'effet de la taille de l'échantillonnage est faible comparativement aux autres coefficients (Shi, 1993). Il est amplement utilisé en analyse biogéographique car son calcul est facile et son interprétation est directe (Magurran, 1988). Il a été calculé entre chaque paire de sites en se basant sur la présence ou l'absence des espèces dans chaque site en suivant la formule :

$$I_{\text{Jaccard}} = \frac{C}{(N_1 + N_2) - C}$$

avec  $N_1$  = nombre d'espèces présentes dans le site 1,  $N_2$  = nombre d'espèces présentes dans le site 2 et  $C$  = nombre d'espèces communes aux deux sites. Ces coefficients ont alors été convertis en leur complément à l'unité afin de produire les dendrogrammes basés sur les distances.

## Résultats

### Richesse et composition spécifique

Dans les 34 sites explorés, 20 espèces de petits mammifères ont été recensées dont 8 espèces endémiques d'Afrosoricida, 2 espèces de Soricomorpha et 10 espèces de rongeurs (8 endémiques [Nesomyidae] et 2 allogènes [Muridae]) (Tableau 5-1). Dans tous les sites, parmi les espèces recensées, la richesse spécifique variait de 3 à 13. Le site le plus riche est celui de Kirindy (CFPF) avec 11 espèces endémiques, suivi de Mitoho du PN de Tsimanampetsotsa, Ampondrabe et Tsimaloto du PN d'Ankarafantsika avec 7 espèces endémiques (Figure 5-2, Tableau 5-1). La forêt d'Ankotapiky, localisée dans la forêt de Mikea, est le site le plus pauvre en petits mammifères endémiques (2 espèces).

Les explorations conduites dans les différents sites de la région forestière sèche malgache ont pu fournir de nombreuses informations sur les petits mammifères. Parmi les 34 sites recensés, 21 sont des forêts nouvellement explorées pour lesquelles aucune donnée ancienne n'était disponible. Par ailleurs, grâce à ces explorations, le nombre d'espèces de petits mammifères connues de la région a été augmenté

et des espèces nouvelles pour la science ont été décrites (*Microgale jenkinsae*, *Macrotarsomys petteri* et *Eliurus antsingy*).

Parmi les Afrosoricida, *Tenrec ecaudatus*, a été l'espèce la plus communément recensée. Elle a été enregistrée dans la plupart des sites prospectés. *Setifer setosus* semblait aussi être commune car elle n'était apparemment absente que dans quelques sites. Ces deux espèces ont une large distribution sur l'ensemble de l'île et peuvent même être rencontrées dans des habitats ouverts à l'extérieur de la forêt. *Echinops telfairiet* *Geogale aurita* ont été fréquemment trouvés mais seulement au sud du fleuve Tsiribihina qui constitue la limite nord de leur aire de distribution. *Microgale brevicaudata*, quant à lui, était absent au sud à partir d'Amponiloaky du PN de Kirindy Mite et il avait été le plus communément capturé au nord à partir de la forêt de Masoarivo. *Suncus madagascariensis* faisait aussi partie des espèces recensées fréquemment et elle a été rencontrée du nord au sud de la région forestière sèche. D'autres espèces d'Afrosoricida étaient plus rares comme *M. jenkinsae* qui n'est encore connu que par deux individus trouvés dans la forêt d'Ankazomafio (forêt de Mikea) et *M. nasoloi* qui est inféodé à la forêt Kirindy (CFPF).

Quant aux rongeurs endémiques, *Eliurus myoxinus* est l'espèce qui a été la plus communément capturée et elle se trouve largement distribuée sur la région sèche de l'Ouest depuis le nord jusqu'au sud de l'île. D'autres espèces étaient plus rares comme *E. minor* et *Macrotarsomys bastardi*. Quatre espèces de rongeurs de la région ont une distribution restreinte, à savoir *Hypogeomys antimena*, *M. ingens*, *M. petteri* et *Nesomys lambertoni*. *Eliurus antsingy* semble avoir aussi une distribution limitée dans la forêt de Bemaraha et de Namoroka si on ne considère que les forêts sèches de la section de l'ouest et du sud ; des populations de cette espèce sont bien représentées dans les forêts sèches situées au nord (Ankarana, Loky-Manambato et Analamerana) mais une étude en cours montre qu'il s'agit d'une espèce nouvelle pour la science (Raheeriarisena & Goodman, 2006 ; Goodman *et al.*, sous presse). L'une des espèces de rongeur allogène *Rattus rattus* était mieux représentée (inventoriée dans 14 sur les 34) que l'autre *Mus musculus* qui n'a été capturée que dans 5 sites. Les sites qui abritent l'espèce de Soricomorpha allogène *Suncus murinus* sont les forêts d'Ankarokaroka (PN d'Ankarafantsika), d'Anjiamangirana (chaîne du Bongolava-Manasamody) et d'Ambavaloza et d'Amponiloaky du PN de Kirindy Mite.

**Tableau 5-1.** Liste des espèces de petits mammifères dans les sites inventoriés de forêts sèches. Toutes les informations sont basées sur les animaux capturés dans les pièges et par la méthode de fouille sauf quelques animaux observés ou signalés par la population riveraine qui sont notés en (+). La présence marquée par [+] indique que cette espèce a été répertoriée grâce aux squelettes trouvés. Les sites en caractères *italiques* indiquent ceux qui sont nouvellement recensés.

Espèces	Bongolava			PN Ankarafantsika						PN Namoroka	Andranomanintsy Besalampy	PN Bernaraha	Masoarivo 1	Masoarivo 2	Lambokely	Kirindy (CFPF) <sup>2,3</sup>
	Anabohazo PN Sahamalza	RS Bora	Belambo	Anjiamangirana	Ankarokaroka <sup>1</sup>	Antsiloky <sup>1</sup>	Tsimaloto <sup>1</sup>	Andasiravina	Ampondrabe							
Afrosoricida																
<i>Microgale brevicaudata</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
<i>Microgale jenkinsae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microgale longicaudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Microgale nasoloi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Echinops telfairi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Geogale aurita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Setifer setosus</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Tenrec ecaudatus</i>	(+)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	(+)	+	+
Soricomorpha																
<i>Suncus madagascariensis</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Suncus murinus*</i>	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Rodentia																
<i>Hypogeomys antimena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+
<i>Eliurus antsingy</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eliurus minor</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eliurus myoxinus</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+
<i>Macrotarsomys bastardi</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Macrotarsomys ingens</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrotarsomys petteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nesomys lambertoni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	-	-	-	-
<i>Rattus rattus*</i>	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
<i>Mus musculus*</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Nombre total d'espèces de petits mammifères endémiques	3	5	4	6	6	6	7	6	7	3	4	5	3	3	6	11
Nombre total d'espèces de petits mammifères	5	5	4	8	9	7	8	7	9	4	4	6	3	3	6	13

\*Espèce introduite à Madagascar.

<sup>1</sup>Rakotondravony *et al.* (2002).

<sup>2</sup>Ganzhorn *et al.* (1996).

<sup>3</sup>Ade (1996).

Tableau 5-1 (Suite)

Espèces	PN Kirindy Mite			PN Mikea <sup>4</sup>						Plateau Mahafaly					PN Andohahela/ Parcelle 2 <sup>6</sup>		
	Ambavaloza	Amponiloaky	Antanivaky	Mahariny	Ankotapiky	Ankazomafio	Andaladomo	Ankindranoky	Abraham	Bemananteza <sup>5</sup>	Mitoho <sup>5</sup>	Vornbositse	Antabore	Tongaenoro		Mahavelo	Vohondava/ Tranomaro
Afrosoricida																	
<i>Microgale breviceaudata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microgale jenkinsae</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microgale longicaudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microgale nasoloi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinops telfairi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Geogale aurita</i>	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	(+)	+	+
<i>Setifer setosus</i>	+	+	(+)	-	-	+	-	(+)	-	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)
<i>Tenrec ecaudatus</i>	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+	(+)	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-
Soricomorpha																	
<i>Suncus madagascariensis</i>	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	[+]	-	+	+
<i>Suncus murinus</i> *	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rodentia																	
<i>Hypogeomys antimensa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eliurus antsingy</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eliurus minor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eliurus myoxinus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>Macrotarsomys bastardi</i>	-	+ <sup>7</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Macrotarsomys ingens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrotarsomys petteri</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nesomys lambertoni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rattus rattus</i> *	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Mus musculus</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nombre total d'espèces de petits mammifères endémiques	5	4	6	3	2	5	4	5	3	5	7	6	6	4	4	5	4
Nombre total d'espèces de petits mammifères	7	5	7	3	3	5	5	5	4	6	7	6	6	4	5	5	4

\*Espèce introduite à Madagascar.

<sup>4</sup>Soarimalala & Goodman (2003).<sup>5</sup>Goodman *et al.* (2002).<sup>6</sup>Goodman *et al.* (1999a, 1999b).<sup>7</sup>Goodman (non publié).

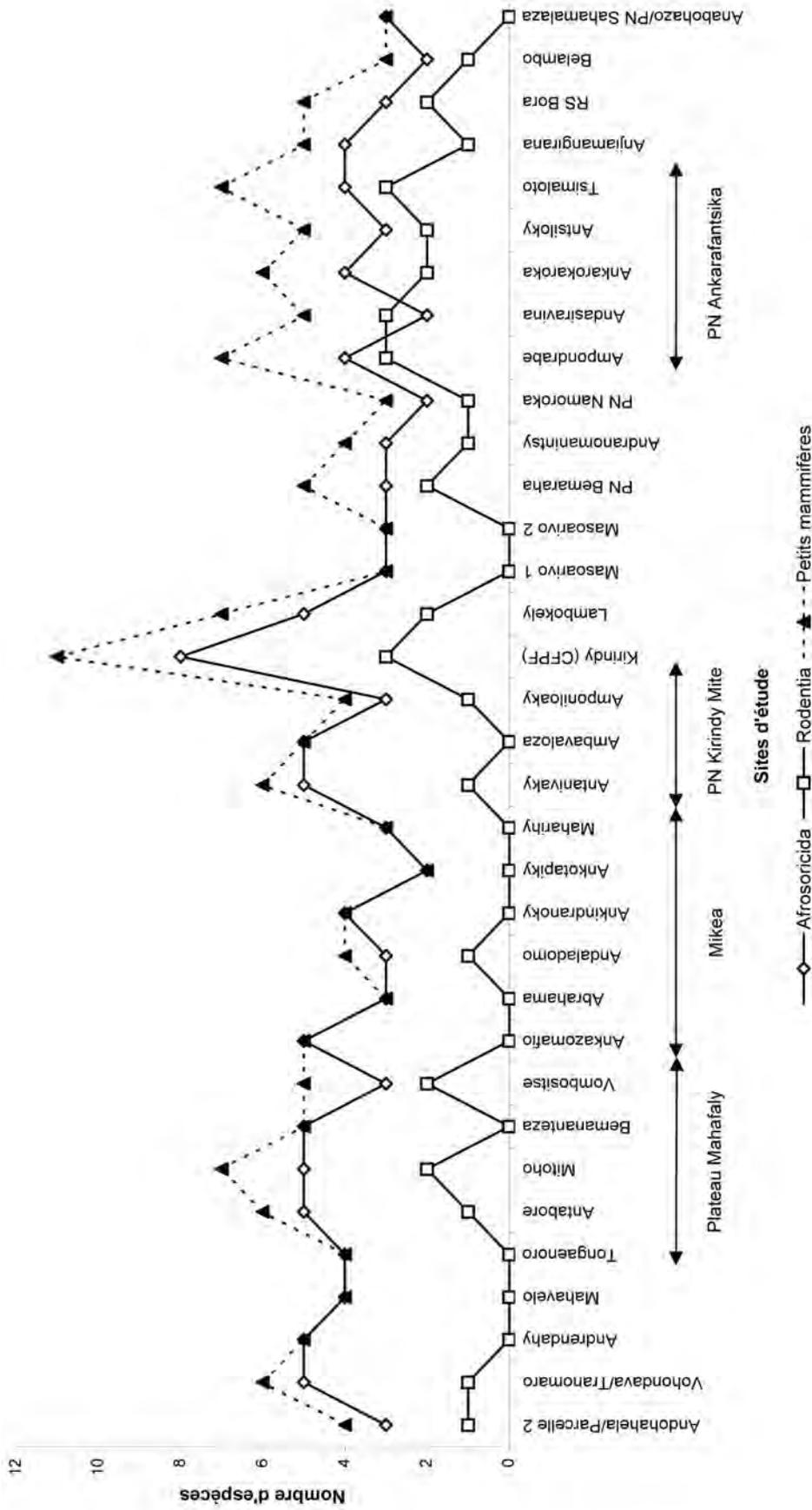
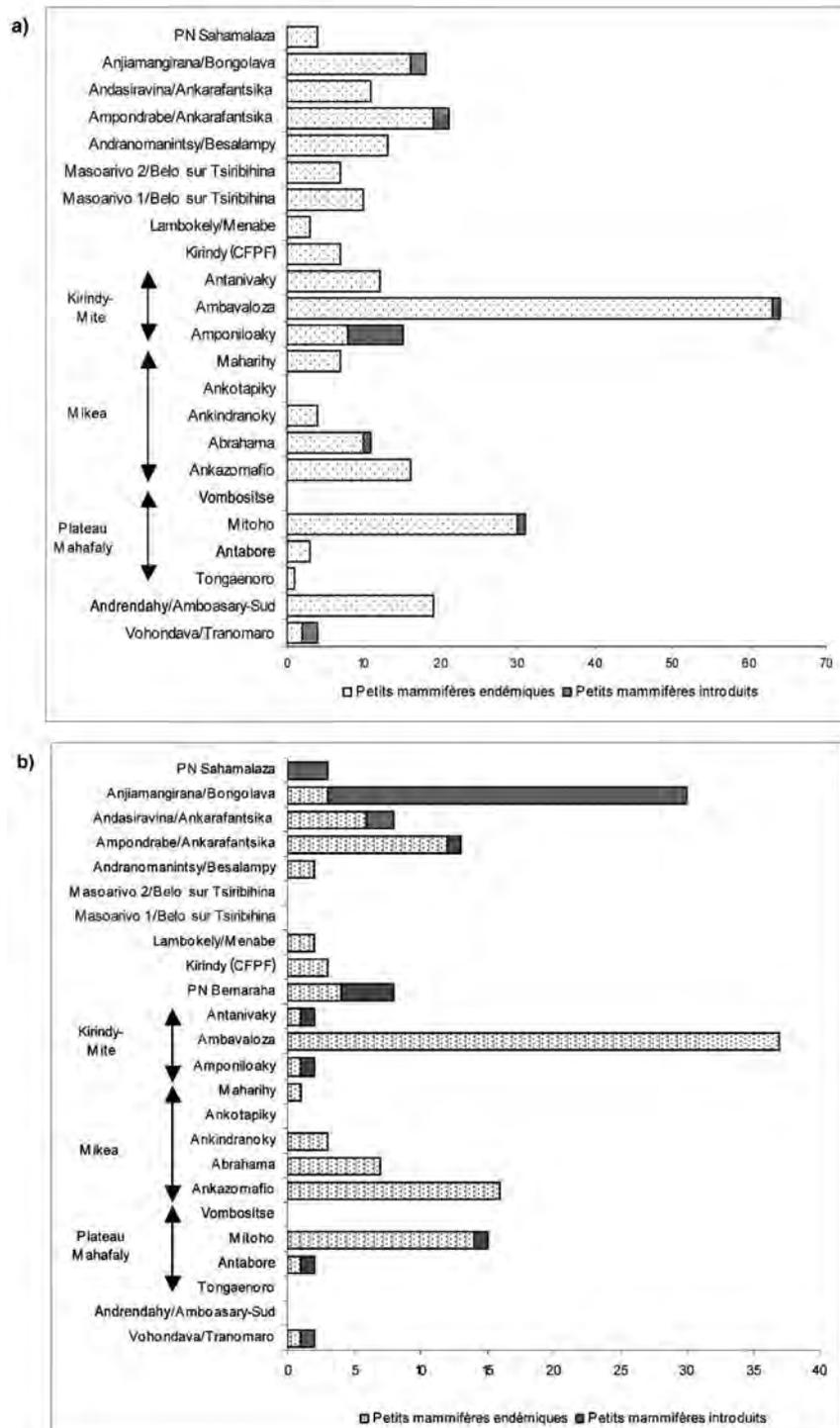


Figure 5-2. Nombre d'espèces de petits mammifères recensés dans chaque site de forêts sèches.

### Abondance relative

Les Tableaux 5-2 et 5-3 résument les résultats de capture des petits mammifères dans les 29 sites explorés et retenus dans cette analyse. Les taux de capture des Afrosoricida et des Soricomorpha obtenus à l'aide des trous-pièges varient de 0 à 32,3 %. Ce dispositif a aussi permis de capturer quelques individus de rongeurs, allogènes et endémiques, avec des taux de capture allant du 0,5 à 1 % ; *Rattus rattus* était l'espèce de rongeur généralement capturée

dans ce type de pièges. Parmi les Afrosoricida et Soricomorpha, le taux de capture le plus important (32,3 %) a été obtenu à Ambavaloza (PN de Kirindy Mite). Les valeurs les plus faibles ont été relevées dans les forêts de Tongaenoro du Plateau Mahafaly et de Vohondava près de Tranomaro (Figure 5-3). Aucun individu de petits mammifères n'a été capturé à l'aide de ce type de pièges dans les forêts de Vombositse (PN de Tsimanampetsotsa), d'Ankotapiky (la forêt de Mikea) et du PN de Bemaraha.



**Figure 5-3.** Abondance des Afrosoricida et Soricomorpha capturés, (a) dans les trous-pièges, (b) dans les pièges standard.

**Tableau 5-2.** Résumé des captures de petits mammifères dans les trous-pièges dans les différents sites de forêt sèches. Les sites en caractères *italiques* indiquent ceux qui sont nouvellement recensés.

Site	PN Anobahazo / PN Sahamalaza			PN Ankara-fantsika			Menabe Central				PN Kirindy Mite			Forêt de Mikea <sup>1</sup>					Plateau Mahafaly											
	198	132	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	
Nombre de nuits-pièges																														
Afrosoricida																														
<i>Microgale brevicaudata</i>	0	0	2	13	9	13	0	6	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Microgale jenkinsae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Microgale nasoloi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Echinops telfairi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Geogale aurita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	3	11	7	0	2	3	5	0	1	0	1	0	2	12	7	0	0	0	
<i>Setifer setosus</i>	1	0	8	1	0	0	0	1	0	1	34	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Tenrec ecaudatus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soricomorpha																														
<i>Suncus madagascariensis</i>	2	0	5	4	2	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	1	0	0	2	8	0	2	0	0	0	0	0	7	7	
<i>Suncus murinus</i> *	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nombre d'individus d'Afrosoricida et Soricomorpha	4	0	17	21	11	13	0	10	7	3	64	15	12	7	0	3	4	10	16	4	30	0	3	1	2	19	14			
Taux de capture d'Afrosoricida et Soricomorpha (%)	2,0	0	8,6	10,6	5,6	6,6	0	5,1	3,5	1,5	32,3	7,6	6,1	5,3	0	2,3	2,4	5,1	8,1	2,4	15,2	0	1,5	0,5	1,0	9,6	7,1			
Rongeurs																														
<i>Macrotratosomys bastardi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rattus rattus</i> *	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mus musculus</i> *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Nombre total d'individus de rongeurs	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Taux de capture de rongeurs	0	0,7	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nombre total de petits mammifères	4	1	18	21	11	13	0	10	7	3	64	15	12	7	0	4	4	11	16	4	31	0	3	1	2	19	16			
Taux de capture de petits mammifères (%)	2,0	0,8	9,1	10,6	5,6	6,6	0	5,1	3,5	1,5	32,3	7,6	6,1	5,3	0	3,0	2,4	5,6	8,1	2,4	15,7	0	1,5	0,5	1,0	9,6	8,1			

\*Espèce introduite à Madagascar.

<sup>1</sup>Soarimalala *et al.* (2004).

<sup>2</sup>Goodman *et al.* (2002).

<sup>3</sup>Goodman *et al.* (1999a).

**Tableau 5-3.** Résumé des captures de petits mammifères dans les pièges standard dans les différents sites de forêt sèches. Les sites en caractères *italiques* indiquent ceux qui sont nouvellement recensés.

Site	Bongo-lava		PN Ankara-fantsika		Menabe Central				PN Kirindy Mite		PN Mikea <sup>1</sup>						Plateau Mahafaly				PN Andohahela/Parcelle 2 <sup>2</sup>							
	Belambo	Anjiamangirana	Andasiravina	Ampondrabe	Andranomanintsy	PN Bemaraha	Masoarivo 1	Masoarivo 2	Lambokely	Kirindy (CFPF)	Ambaloza	Amponiloaky	Antanivaky	Ankazomafio	Abraham	Ankindranoky	Andaladomo	Ankotapiky	Maharthy	Bemantaza <sup>2</sup>	Mitoho <sup>2</sup>	Vombositse	Antabore	Tongaenoro	Mahavelo	Vohondava/Tranomaro	Andrendahy	PN Andohahela/Parcelle 2 <sup>2</sup>
Nombre de nuits-pièges	400	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Afrosoricida																												
<i>Microgale brevicaudata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Echinops telfairi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	15	7	0	7	0	1	11	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Setifer setosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tenrec ecaudatus</i>	0	0	0	2	4	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
Soricomorpha																												
<i>Suncus murinus</i> *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre d'individus d'Afrosoricida et Soricomorpha	0	0	0	2	4	1	3	0	0	1	37	2	0	16	7	3	7	0	1	15	14	0	0	0	0	0	0	0
Taux de capture d'Afrosoricida et Soricomorpha (%)	0	0	0,3	0,7	0,2	0,5	0	0	0	0,2	6,2	0,3	0	2,7	1,2	0,5	1,8	0	0,1	3,0	2,3	0	0	0	0	0	0	0
Rongeurs																												
<i>Eliurus minor</i>	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eliurus myoxinus</i>	0	2	2	6	1	1	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Macrotarsomys bastardi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrotarsomys petteri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rattus rattus</i> *	3	0	2	1	0	4	0	0	0	0	4	4	1	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Nombre total d'individus de rongeurs	3	0	6	9	1	5	0	0	2	2	4	4	2	0	2	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2
Taux de capture des rongeurs (%)	0,5	0	1,0	1,5	0,2	0,8	0	0	0,3	0,3	0,7	0,7	0,3	0	0,3	0	0,8	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0,2	0,3
Nombre total de petits mammifères	3	0	30	8	13	2	8	0	2	3	41	6	2	16	9	3	10	0	1	15	15	0	1	0	0	1	0	2
Taux de capture de petits mammifères (%)	0,5	0	5,0	1,3	2,2	0,3	1,3	0	0,3	0,5	6,8	1,0	0,3	2,7	1,5	0,5	2,5	0	0,3	3,0	2,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,3

\*Espèce introduite à Madagascar.

<sup>1</sup>Soarimalala *et al.* (2004).

<sup>2</sup>Goodman *et al.* (2002).

<sup>3</sup>Goodman *et al.* (1999b).

La valeur la plus élevée des taux de capture avec les pièges « Sherman » et « National » a été obtenue dans la forêt d'Ambavaloza (PN de Kirindy Mite) avec 6,8 %. En incluant l'espèce *Rattus rattus*, la forêt d'Anjamangirana dans le Bongolava-Manasamody a aussi un taux de capture élevé (5,0 %) mais si on ne considère que les espèces endémiques, la valeur pour ce site chute à 0,8 %. Mis à part ces sites, le nombre d'individus de micro-mammifères capturés (endémiques et allogènes) était faible avec des taux de capture qui variaient entre 0,2 et 2,7 % et étaient même nuls dans six sites. Bien que ce type de piège soit principalement destiné aux rongeurs, le nombre de *Tenrec ecaudatus*, *Setifer setosus* et *Echinops telfairi* capturés dans les pièges standard est considérable dans plusieurs sites.

Sur l'ensemble des sites explorés, les pièges destinés aux petits lémurins ont permis de capturer deux individus d'*Eliurus myoxinus* dont un dans la forêt de Kirindy (CFPF) et l'autre dans la forêt de Lambokely (Menabe Central).

Sur l'ensemble des données de capture, le fait exceptionnel obtenu au cours de ce travail est le taux élevé de *Setifer setosus* dans la forêt d'Ambavaloza (PN de Kirindy Mite) dans les pièges standard et les trous-pièges (Figures 5-4, 5-5) alors que l'espèce est absente ou n'a été capturée qu'avec de petits effectifs dans les autres sites. Les taux de capture d'*Echinops telfairi* dans la forêt Mikea et d'Ambavaloza (PN de Kirindy Mite) sont également remarquables.

Il est aussi important de mentionner que *Microgale brevicaudata* abondait dans les forêts d'Andranomaninty à Besalampy et du PN d'Ankarafantsika. Ensuite, bien que *Tenrec ecaudatus* ait une large distribution sur l'ensemble de l'île, aucun signe de sa présence n'a été obtenu dans la parcelle 2 du PN d'Andohahela, ni dans les forêts d'Abrahama (forêt de Mikea) ni de Belambo dans le Bongolava-Manasamody.

Au sujet de rongeurs, le taux de capture a toujours été faible avec les sites au nord qui présentaient des taux de capture plus élevés que ceux du sud. Parmi les espèces endémiques, *Eliurus myoxinus* est l'espèce la plus fréquemment capturée. *Rattus rattus* n'a été capturé que rarement dans les forêts situées dans la partie sud plus sèche.

## Analyses biogéographiques

### *Afrosoricida* et *Soricomorpha*

En considérant tous les sites de forêts sèches inventoriés, les analyses de la relation entre les communautés des *Afrosoricida* et des *Soricomorpha*

endémiques montrent deux regroupements distincts (Figure 5-6). Le premier intègre les sites à partir de la forêt de Lambokely dans la région de Menabe Central jusqu'au PN de Sahamalaza au nord. Tous ces sites sont localisés au nord du fleuve Tsiribihina à l'exception de la forêt de Lambokely située juste au sud de ce fleuve. En général, la présence de *Microgale brevicaudata* et l'absence d'*Echinops telfairi* et de *Geogale aurita* sont responsables de la formation de ce regroupement. L'intégration de la forêt de Lambokely, située juste au sud du fleuve de Tsiribihina, au sein du premier regroupement se traduit par l'absence d'*E. telfairi* et de *G. aurita*. Le deuxième réunit les sites à partir de Kirindy (CFPF) au nord jusqu'à la Parcelle 2 du PN d'Andohahela au sud qui sont tous localisés au sud du fleuve Tsiribihina. Ici c'est la présence d'*E. telfairi* et *G. aurita*, qui fait ressortir la formation du deuxième regroupement.

### *Nesomyinae*

Pour les rongeurs, l'analyse ne montre pas une séparation géographique nette entre les sites (Figure 5-7). Cette analyse confirme la distribution fragmentée d'*Eliurus myoxinus* et *Macrotarsomys bastardi* qui sont parmi les rongeurs le mieux représentés du nord au sud de la région occidentale. Deux grands regroupements peuvent être considérés, dont l'un représente deux sous regroupements dont le premier réunit tous les sites qui n'abritent aucune espèce de rongeur autochtone et ceux qui abritent des espèces particulières comme *Eliurus antsingy* et *M. petteri* tandis que le deuxième englobe la plupart des sites qui hébergent *Macrotarsomys bastardi*. Le deuxième grand regroupement rassemble les sites où *E. myoxinus*, *E. minor*, *M. ingens* et *Nesomys lambertoni* sont rencontrés.

## Discussion

### Diversité spécifique

Mis à part la forêt de Kirindy (CFPF), aucune différence remarquable n'a été observée sur la richesse spécifique de la région forestière sèche. En plus du nombre élevé d'espèces de petits mammifères qu'elle abrite, la forêt de Kirindy (CFPF) abrite également une espèce localement endémique de la région du Menabe Central qui est *Hypogeomys antimena* (voir « Les petits mammifères de l'ère Quaternaire » ci-dessous). Malgré l'exploitation sélective de bois dans cette forêt qui a été retenue à titre de concession à but commercial (Ganzhorn *et al.*, 1996), la forêt est la plus

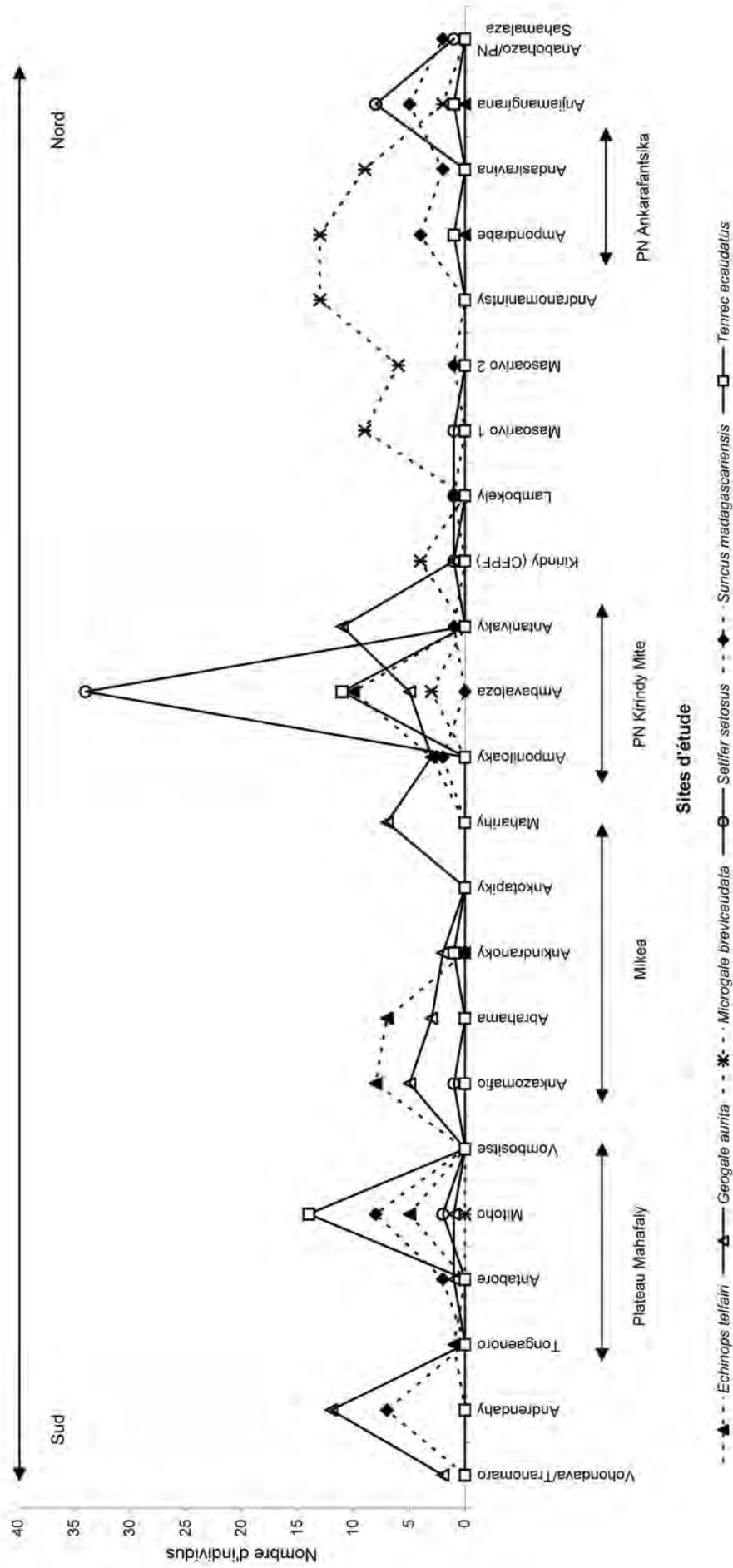


Figure 5-4. Abondance des petits mammifères par espèce capturée dans les trous-pièges.

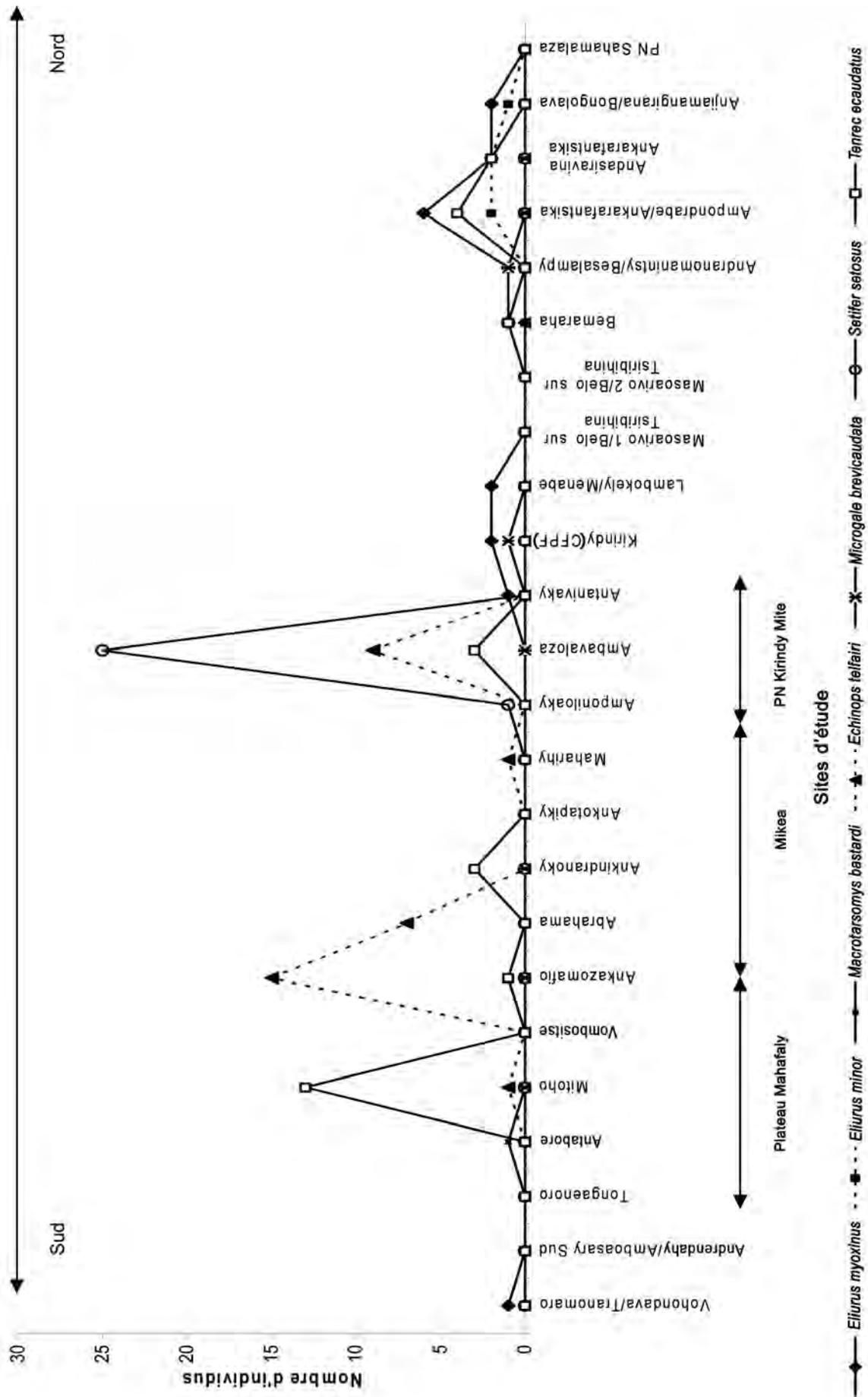
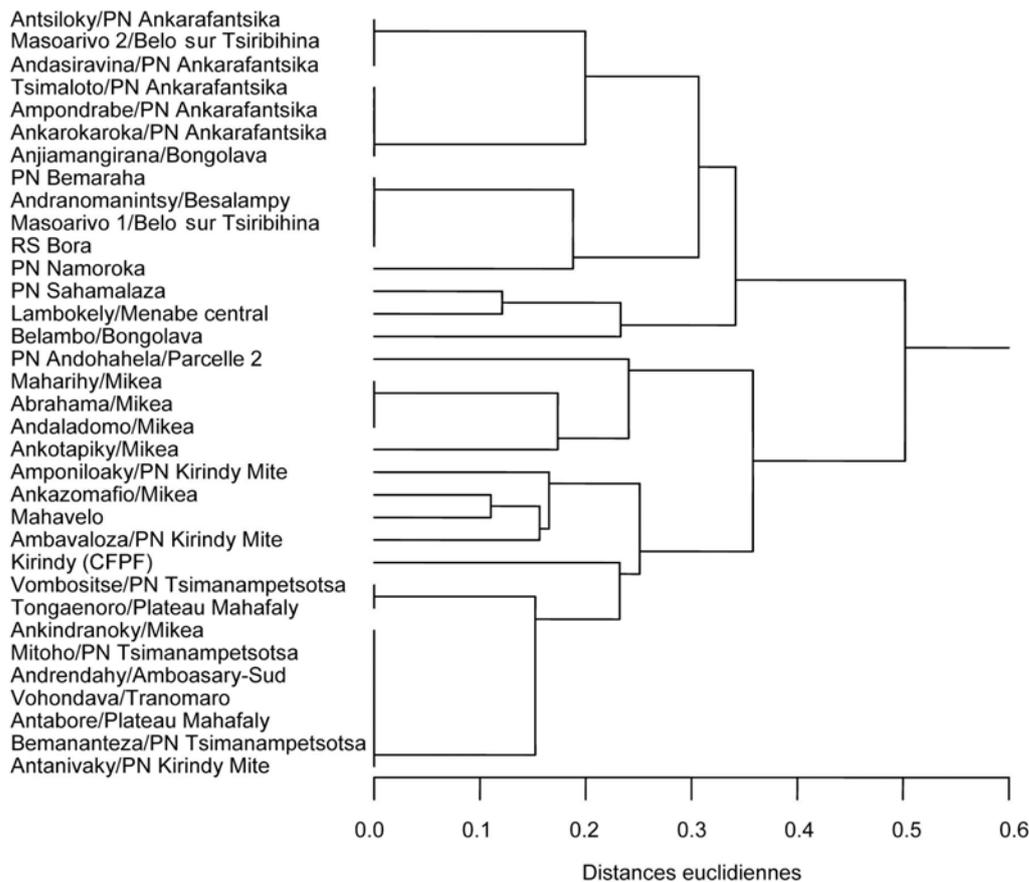


Figure 5-5. Abondance des petits mammifères par espèce capturée dans les pièges standard.



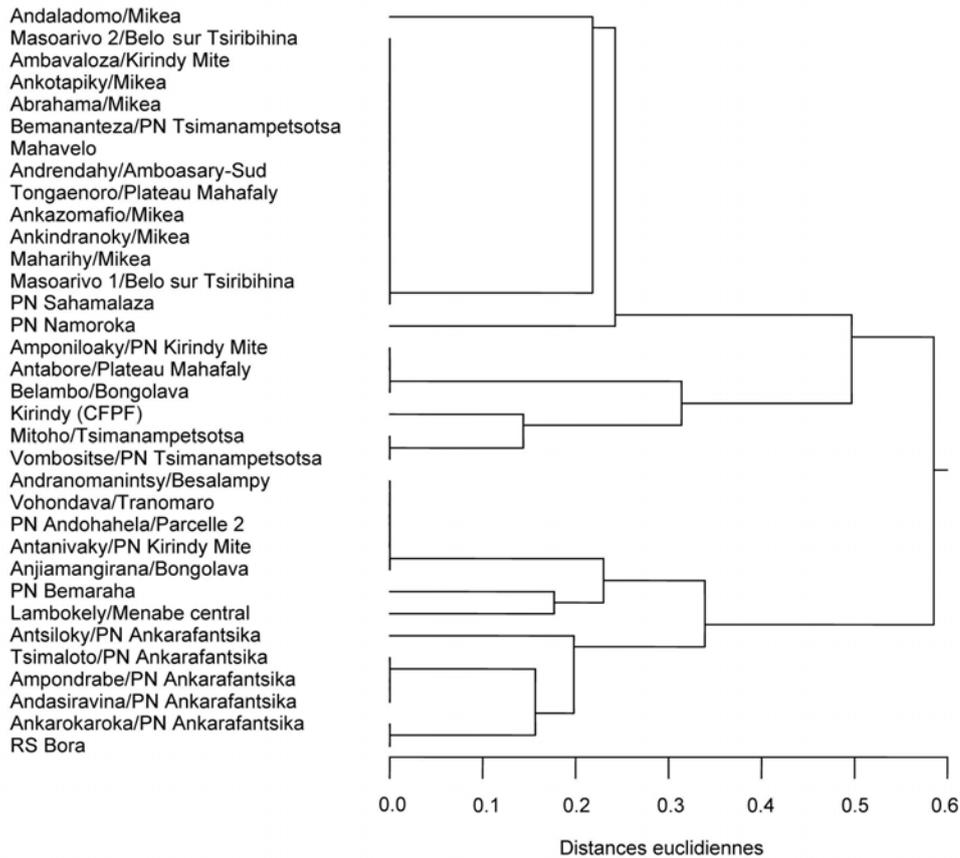
**Figure 5-6.** Dendrogramme de similarité des Afrosoricida et Soricomorpha inventoriés dans les forêts sèches de l'Ouest malgache.

riche en petits mammifères parmi tous les sites visités dans les forêts sèches de l'Ouest. Cette richesse confirme la justification de retenir la forêt de Kirindy (CFPF) en tant que refuge pour la faune des forêts sèches de l'Ouest (Sorg *et al.*, 2003). Il est également possible de suggérer que sa position géographique et les formations forestières naturelles qu'elle abrite font de ces forêts une zone de transition entre le nord et le sud qui pourrait justifier cette particularité.

En outre, les résultats obtenus montrent l'importance de répéter les investigations dans un site car si cette forêt avait fait l'objet d'études sur les petits mammifères pendant plusieurs années (Ganzhorn *et al.*, 1996 ; Raharivololona, 1996), l'inventaire conduit vers la fin de la saison des pluies en avril 2006 a permis de rajouter une 13<sup>ème</sup> espèce, *Microgale nasoloi*, pour cette forêt (Soarimalala & Goodman, sous presse). Cette espèce récemment décrite (Jenkins & Goodman, 1999), n'était connue que des forêts d'Analavelona et de Zombitse-Vohibasia, localisées dans la partie Centre-Sud de l'île. D'autres mammalogistes ont également rapporté la présence de *M. longicaudata* dans cette forêt (Ade, 1996 ; Hilgartner, 2005) mais des études génétiques approfondies portant sur cette espèce ont montré

que ce taxon représentait plus d'une espèce (Olson *et al.*, 2004) et qu'il est par conséquent vraisemblable qu'il puisse s'agir de *M. majori*. La taxinomie de *M. longicaudata* rencontrée à Kirindy (CFPF) reste donc à préciser et reste en attente des études morphologique et génétique. Néanmoins, il est toujours important de signaler que les *Microgale* à queue longue, à savoir *M. longicaudata*, *M. majori* et *M. principula* qui sont largement distribués dans la forêt humide de l'Est malgache n'auraient jamais fréquenté le biome de forêt sèche malgache.

Pour l'ensemble des petits mammifères, la forêt de Mikea semble être le site le plus pauvre en espèces. Il est clair que les conditions climatiques sèches qui règnent actuellement dans cette forêt ne favorisent pas la survie de certains animaux. Par ailleurs, le concept récent des centres d'endémisme proposé par Wilmé *et al.* (2006) pourrait aussi expliquer cette pauvreté. La forêt de Mikea se trouve au sein du centre d'endémisme situé entre les fleuves Mangoky et Onilahy. Il se peut alors que certaines espèces qui exigent des conditions plus humides comme *Microgale brevicaudata*, ne seraient pas adaptées à des conditions arides et auraient pu disparaître dans les forêts restantes coincées entre les bassins



**Figure 5-7.** Dendrogramme de similarité des rongeurs inventoriés dans les forêts sèches de l'Ouest malgache.

versants de retraite-dispersion de l'Onilahy et du Mangoky. Ensuite, l'absence d'*Eliurus myoxinus* et de *Macrotarsomys bastardi* dans la forêt de Mikea pourrait être liée à la perturbation anthropique importante que nous avons relevée ou à la diminution de nos chances de capturer ces animaux à cause de leur faible abondance. En raison de son isolement et coincée entre ces bassins versants, cette forêt présente une particularité au niveau des petits mammifères. Elle est la localité type de *M. petteri* et de *Microgale jenkinsae* qui n'étaient connus que de la forêt de Mikea (Goodman & Soarimalala, 2004, 2005) bien que les informations portant sur les subfossiles montrent que la première de ces espèces au moins ait eu une aire de distribution plus étendue au cours des temps géologiques passés. Ainsi *Macrotarsomys petteri* a-t-il été identifié dans les dépôts subfossiles datant du Quaternaire récoltés dans la grotte d'Andrahomana dans l'extrême Sud-est (Goodman *et al.*, 2006b). En se référant à l'exemple donné sur les changements de la distribution de *M. petteri* durant une courte période du temps géologique, les perturbations de la répartition géographique des animaux apparaissent nettement (voir « Les petits mammifères de l'ère Quaternaire », ci-dessous). Cet

endémisme local est aussi en relation directe avec les communautés végétales qui sont hétérogènes et les plantes de la forêt de Mikea sont très différentes de celles d'autres régions sèches (Du Puy & Moat, 2003).

Plusieurs sites de forêts sèches présentent un faible nombre d'espèces de petits mammifères et cette pauvreté semble être en rapport avec la dégradation des habitats naturels que nous avons pu constater au cours des inventaires. Il s'agit plus particulièrement des forêts de Tongaenoro et d'Antabore sur le plateau Mahafaly, de Mahavelo à Ifotaka, de Masoarivo à l'est de Belo sur Tsiribihina, de Belambo dans le Bongolava-Manasamody et de la RS de Bora. Rappelons aussi que la forêt de Masoarivo a été inventoriée pendant le mois d'octobre, qui est encore un mois sec et il est vraisemblable que cette période était trop précoce par rapport à l'activité des animaux. Mahavelo présente un type du substrat très rocailleux, incompatible avec l'emploi de trous-pièges qui est pourtant la méthode la plus efficace pour capturer les Afrosoricida et les Soricomorpha. La forêt du PN de Bemaraha montre aussi cette pauvreté apparente en espèces mais il nous faut signaler qu'au lieu des 3 lignes de trous-pièges classiquement installées, deux

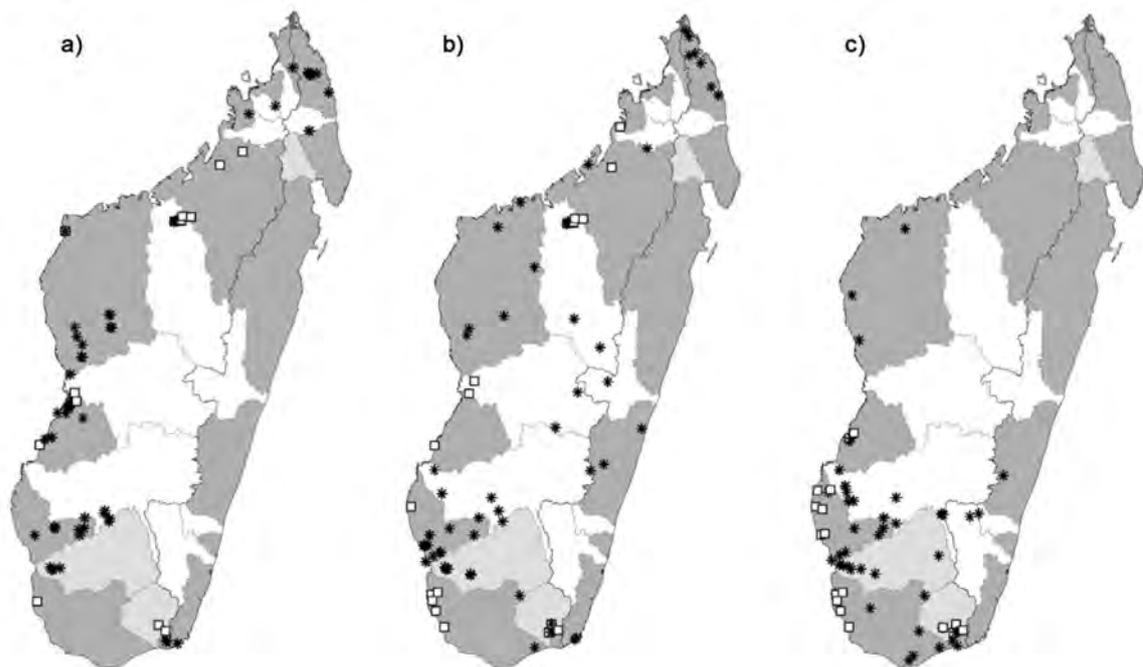
lignes seulement ont pu être installées à cause de la topographie et du relief déchiqueté des *tsingy*.

La richesse spécifique de rongeurs semble présenter une variation géographique du nord au sud. Bien que *Eliurus myoxinus* ait été rencontré du nord au sud, sa distribution très fragmentée au sud semble indiquer la rareté de l'espèce ou bien la difficulté de la capturer (Figure 5-8). Cette pauvreté pourrait être en relation directe avec les conditions climatiques de la région du sud qui est plus aride par rapport au nord comme l'a montré Cornet (1974) qui montrait que l'aridité augmente à l'ouest en allant vers le sud et Donque (1975) a montré que la pluviométrie annuelle totale de l'ouest diminuait du nord au sud. Si les précipitations annuelles moyennes atteignent respectivement 1858 mm et 1503 mm à Ambilobe et à Mahajanga, elles tombent à 780 mm à Morondava et 496 mm à Morombe, et même 390 mm à Toliara (Chaperon *et al.*, 1993). Cette aridité ne favorise pas la survie des rongeurs car elle pourrait diminuer la disponibilité de leurs ressources alimentaires. Il est aussi possible que l'absence et la rareté des rongeurs endémiques puissent s'expliquer par la forte perturbation de la forêt mais on ne saurait négliger la difficulté de capturer certaines espèces qui relève du hasard et les chances de capturer certains animaux sont liées aux effectifs des populations qui sont très faibles dans cette région.

Aucun modèle lié à la structure de la végétation et le type du sol n'a pu ressortir de nos analyses pour comprendre la variation de la richesse spécifique

des petits mammifères du nord au sud. Cependant, une richesse élevée est marquée dans divers sites de forêts sèches caducifoliées sur sable. Parmi les forêts épineuses sur le plateau calcaire, le site de Mitoho (PN de Tsimanampetsotsa) abrite le plus grand nombre d'espèces mais un appauvrissement a été constaté dans d'autres forêts sur le même type de substrat comme les forêts de Vombositse, Antabore et Tongaenoro du plateau Mahafaly. Si aucun cours d'eau ne traverse le fourré épineux de ce plateau, la forêt de Mitoho abrite quelques résurgences d'une nappe superficielle d'eau légèrement saumâtre (Goodman *et al.*, 2002). Ces résurgences semblent favoriser l'installation des divers types d'habitats en fournissant par la suite des conditions écologiques différentes qui pourront augmenter la disponibilité des ressources alimentaires et ceci pourrait avoir un effet sur cette richesse spécifique inégale. L'espèce introduite, *Rattus rattus*, par exemple, abonde à Mitoho et dans la plupart des sites qui reçoivent plus d'humidité et qui sont situés plus au nord par rapport à ceux qui sont plus arides, alors que cette espèce avait été proposée comme étant capable de coloniser tous les types d'habitats. Nous ne pouvons cependant trancher de façon définitive dans la mesure où le site de Mitoho se trouve dans une zone relativement perturbée.

Les forêts sèches caducifoliées sur une formation de *tsingy* comme le PN de Bemaraha et le PN de Namoroka abritent aussi un faible nombre de petits mammifères mais elles sont très particulières au



**Figure 5-8.** Cartes de distribution des espèces de a) *Eliurus myoxinus*, b) *Suncus madagascariensis* et c) *Echinops telfairi*, « □ » : présence à partir de ce travail, « \* » : présence dans la base de données NOE.

niveau de la composition spécifique en abritant deux espèces localement endémiques *Eliurus antsingy* et *Nesomys lambertoni* (Carleton *et al.*, 2001 ; Goodman & Schütz, 2003). Les forêts de transition entre les formations sèches caducifoliées et le fourré épineux (PN de Kirindy Mite et la forêt de Mikea) ne sont pas exceptionnelles en terme de richesse spécifique.

### Composition spécifique

Les espèces d'Afrosoricida les plus communément recensées du nord au sud des forêts sèches de l'Ouest sont *Tenrec ecaudatus* et *Setifer setosus*. *Suncus madagascariensis* est assez commune du nord au sud à l'exception de quelques sites d'où l'espèce est absente (Figure 5-8). *Echinops telfairi* et *Geogale aurita* ont été recensés dans toutes les forêts visitées entre le PN d'Andohahela et la forêt de Kirindy (CFPF) (Figures 5-8, 5-9). *Geogale aurita* rapporté dans le PN d'Ankarafantsika (Rakotondravony *et al.*, 2002) aurait pu être confondu avec un jeune *Microgale brevicaudata*, car il s'agissait d'un individu nouveau né et donc difficile à déterminer, d'autant qu'aucun autre individu de cette espèce n'a jamais été capturé dans ce parc au cours des explorations suivantes qui y ont été effectuées (Randrianjafy, 2003). *Tenrec ecaudatus*, *Setifer setosus* et *E. telfairi* n'ont pas été capturés dans la plupart des sites mais leur présence a été prouvée par le biais des enquêtes, des ossements trouvés dans la forêt ou des fouilles effectuées dans les troncs d'arbres.

Dans certains cas, leur absence dans les pièges n'était pas étonnante car nous savons par expérience que ces espèces ne sont généralement pas capturées dans les pièges au cours du mois d'octobre et à la fin du mois de mars. Au cours de ces périodes, il est vraisemblable qu'elles se trouvent en état de torpeur hivernale. Pour *Tenrec ecaudatus*, les individus mâles avaient probablement commencé l'hibernation en mars.

A Tsimanampetsotsa, lors d'un inventaire biologique réalisé en février-mars, dans le site de Bemananteza, aucun *Tenrec* n'avait été capturé vers mi-mars alors que bien plus de femelles que de mâles avaient été capturées dans le site de Mitoho inventorié vers fin février et début mars (Goodman *et al.*, 2002). Ce sexe ratio en faveur des femelles semble indiquer que les mâles étaient déjà entrés dans leur état de torpeur hivernale. Il avait d'ailleurs déjà été montré que les mâles démarraient leur torpeur avant les femelles (Nicoll, 1985, 2003).

Durant notre inventaire dans la forêt de Mikea en février-mars 2003, le sexe ratio des *T. ecaudatus* capturés montre plus de femelles (3 mâles et 5 femelles). L'absence d'individus mâles capturés durant l'inventaire à Mahaboboka dans le PN de Kirindy Mite confirme le démarrage de l'hibernation de cette espèce au mois de février. Il est aussi rapporté que *E. telfairi* et *S. setosus* rentrent aussi dans leur état de torpeur hivernale. Nous pensons cependant que février et mars sont des périodes précoces pour l'hibernation de ces espèces. Il est d'ailleurs possible

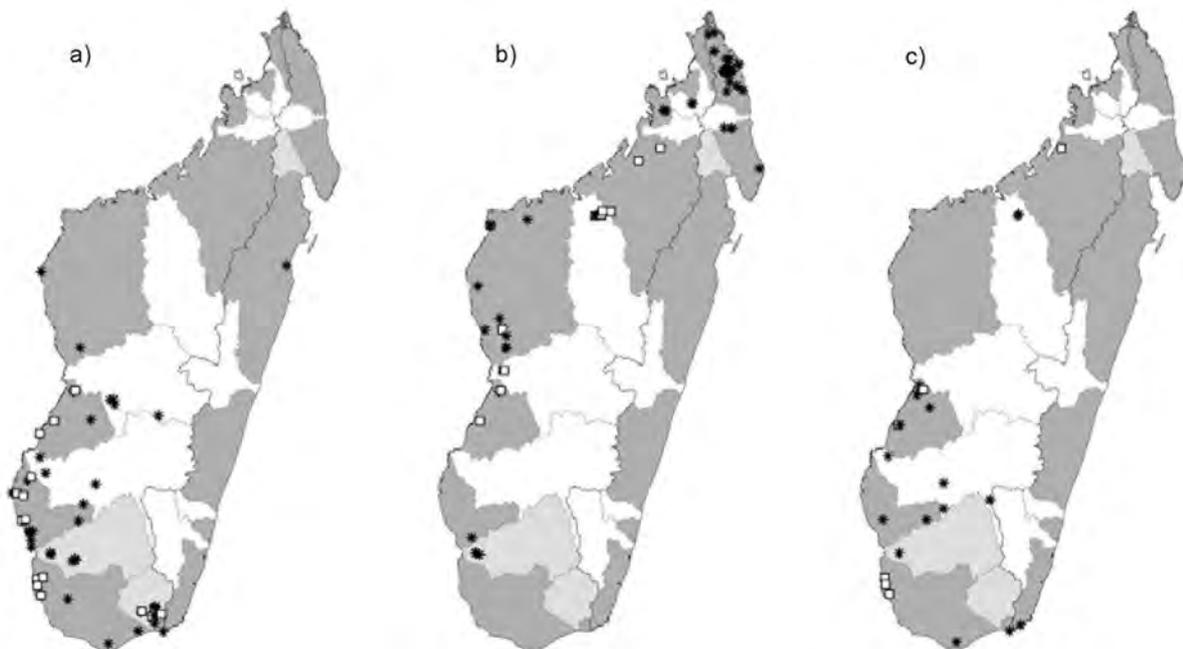


Figure 5-9. Cartes de distribution des espèces de a) *Geogale aurita*, b) *Microgale brevicaudata* et c) *Macrotarsomys bastardi*, « □ » : présence à partir de ce travail, « \* » : présence dans la base de données NOE.

que quelques individus ont une période d'hibernation plus courte que *T. ecaudatus*. *Echinops telfairi* a quand même été observé durant le mois de mai dans la forêt à proximité de Tsivory-Tranomaro (Obs. pers.).

Si l'absence d'*E. telfairi*, de *T. ecaudatus* et de *S. setosus* dans certains sites est probablement liée à l'effet de la saison, on ne peut négliger l'exploitation anthropique massive de ces espèces qui constituent une ressource alimentaire pour les villages riverains (Ganzhorn *et al.*, 1999), mais ceci dépend du degré de la chasse dans chaque site. Dans quelques sites, la présence de *T. ecaudatus* et de *S. setosus* reste inconnue car nous n'avons trouvé aucun indice et que la population riveraine ne pouvait confirmer leur existence.

*Geogale aurita* est la quatrième espèce d'Afrosoricida communément recensée au sud du fleuve Tsiribihina jusqu'à la parcelle 2 du PN d'Andohahela (Figure 5-9). Son absence dans les forêts de Tongaenoro du plateau Mahafaly et de Lambokely dans la région du Menabe Central pourrait être expliquée par un faible effectif de sa population. Il est sûr que le niveau important de dégradation de l'habitat dans ces sites ne suffit pas à expliquer l'absence de *Geogale* car cette espèce a même été trouvée dans un endroit ouvert loin de la forêt près de la route menant à Anakao sur la plaine côtière sableuse à 10 km au sud du village. L'absence de *G. aurita* dans la forêt de Mahavelo s'explique par un défaut de piégeage car il nous a été impossible d'installer des trous-pièges sur ce type de substrat très rocaillieux. Par ailleurs, la prédilection de cette espèce pour les types de sols sableux est connue. Dans la région d'Amboasary-Sud, à Andrendahy, par exemple, le taux de capture de cette espèce a été très élevé. Il en est de même de certains sites explorés dans la forêt de Mikea où le substrat est sableux (Soarimalala & Goodman, 2003).

Au nord du fleuve Tsiribihina, en plus de *Setifer setosus* et *Tenrec ecaudatus*, *Microgale brevicaudata* est très répandu (Figure 5-9). Son absence dans la forêt de Lambokely de la région de Menabe Central et dans le PN de Sahamalaza pourrait être liée à la dégradation de l'habitat ou à la rareté de cette espèce dans ces sites.

Les forêts de Kirindy (CFPF) et de PN de Kirindy Mite représentent les zones que fréquentent en même temps *E. telfairi*, *G. aurita* et *M. brevicaudata*. Ce secteur est une des rares zones de contact entre ces trois espèces. Nous la considérons donc comme une zone de transition entre l'ouest et le sud pour les petits mammifères.

Parmi les espèces rares, *Microgale jenkinsae* ne se trouve que dans la forêt d'Ankazomafio de la forêt de Mikea. Bien que *M. nasoloi* existe dans les forêts de Zombitse-Vohibasia et d'Analavelona, situées dans la partie Centre-sud de l'île, Kirindy (CFPF) est la seule forêt sèche occidentale qui l'abrite (Jenkins & Goodman, 1999). *M. longicaudata* n'est rencontré que dans un seul site de la forêt sèche malgache, à savoir dans la forêt de Kirindy (CFPF) (Ade, 1996 ; Hilgartner, 2005).

Concernant les rongeurs endémiques, *Eliurus myoxinus* est l'espèce la mieux représentée. *Macrotarsomys bastardi* fréquentent les forêts sèches du nord au sud avec une distribution qui apparaît comme fragmentée (Figure 5-9). Une étude génétique portant sur *M. bastardi* a permis de disposer d'une nouvelle perspective sur la distribution géographique de ce taxon (Jansa *et al.*, 2008). Les individus du nord ouest (PN d'Ankarafantsika et forêt de Belambo de la chaîne du Bongolava-Manasamody) représenteraient une seule population ancienne ou plus large par rapport à celle du sud (à partir du Kirindy (CFPF) jusqu'à Petriky près de Tolagnaro) qui présente une diversité génétique plus hétérogène. De plus, les fleuves Tsiribihina, Betsiboka et Sofia semblent jouer un rôle de barrière pour la distribution géographique de cette espèce. Au nord, à ces deux espèces s'ajoute *E. minor* qui n'a été trouvé que dans les forêts sèches caducifoliées du PN d'Ankarafantsika et de la RS de Bora. D'autres espèces de rongeurs montrent des distributions très localisées comme dans les forêts du PN d'Ankarafantsika (*M. ingens*), de Kirindy (CFPF) (*Hypogeomys antimena*), du PN de Bemaraha (*Nesomys lambertoni* et *E. antsingy*), du PN de Namoroka (*E. antsingy*) et la forêt de Mikea (*M. petteri*).

### Abondance relative

L'abondance relative montre une différence remarquable entre les différents sites inventoriés de la forêt sèche malgache mais aucun modèle bien net ne ressort de nos analyses. La forêt de Mahaboboka (PN de Kirindy Mite) est différente en terme d'abondance car le taux de capture y est très élevé pour *Setifer setosus* et *Echinops telfairi*. C'est l'un des endroits de Madagascar où l'on a capturé le plus grand nombre d'individus de ces espèces avec les trous-pièges. Plusieurs facteurs pourraient contribuer à cette différence dont la présence du grand lac temporaire à l'intérieur de la forêt n'est certainement pas le moindre, car ce lac favoriserait une abondance élevée de la faune endogène qui constitue la principale ressource

alimentaire de *S. setosus*. Il est également possible que la dissemblance entre les conditions écologiques des différents sites puisse avoir un effet sur cette distribution inégale.

Le nombre d'individus de *Tenrec ecaudatus* est élevé dans la forêt de Mahaboboka ainsi que dans la forêt de Mitoho, dans le PN de Tsimanampetsotsa. Il est important de signaler que ces couvertures forestières ne sont pas intégralement intactes mais des études effectuées dans la forêt de Kirindy (CFPF) montrent que l'exploitation sélective de bois n'a pas d'effets remarquables sur la taille des populations de *T. ecaudatus* contrairement à l'augmentation de la pression de chasse des villageois qui diminue considérablement les effectifs (Ganzhorn *et al.*, 1990).

Il est vrai que dans la région sèche de l'Ouest, l'aridité augmente en allant vers le sud avec une diminution des moyennes pluviométriques annuelles vers le sud (Cornet, 1974 ; Donque, 1975). En général, la variation de taux de captures obtenus dans les différents sites explorés sont liés à ces conditions mais des exceptions ont été constatés (Figure 5-3). Il se peut aussi que cette exception soit liée à l'effet de la saison car l'inventaire coïncide probablement à la pleine période d'activité des animaux qui semble être différente d'un site à l'autre. En général, pour les sites inventoriés durant les mois de novembre et décembre, plusieurs individus capturés étaient en état de reproduction et plusieurs jeunes ont été capturés dans les forêts explorées aux mois de février et mars. Néanmoins, il reste encore difficile de situer la période exacte du pic d'activités pour certains animaux comme c'était le cas dans la forêt d'Andrendahy à Behara, par exemple, où l'inventaire a eu lieu au mois de février et la plupart des femelles de *Geogale aurita* capturés étaient gravides ou encore dans la forêt de Kirindy (CFPF) et de Lambokely du Menabe Central, au mois de mars au cours duquel certains individus étaient encore en état de reproduction. Il est donc possible que la période de reproduction s'étale sur plusieurs mois pour certaines régions forestières. En outre, le degré de perturbation anthropogénique qui est variable d'un site à l'autre pourrait masquer le modèle de distribution des espèces. Etant donné que *E. telfairi*, *S. setosus* et *T. ecaudatus* subissent une forte pression de chasse dans la plupart des forêts sèches de l'Ouest, leur absence dans les pièges installés dans certains sites pourrait traduire les pressions qu'exercent les populations riveraines (Ganzhorn *et al.*, 1990).

Le type du substrat met en évidence la grande variation dans l'abondance de *Geogale aurita* sur son aire de distribution. Cette espèce abonde sur les substrats sableux par rapport aux substrats rocailloux. Il a également été rapporté que la plus haute densité trouvée pour cette espèce était celle de la RS de Beza Mahafaly qui présente une forêt galerie sur sable (Stephenson, 2003).

Quant au *Microgale brevicaudata*, il est plus abondant au nord du fleuve Tsiribihina qu'au sud. Les forêts du PN d'Ankarafantsika abritent un nombre élevé d'individus pour cette espèce.

Le taux de capture des rongeurs endémiques est faible dans la plupart des sites, voire nul dans certaines forêts. *Eliurus myoxinus* est l'espèce la plus communément capturée. Son abondance est élevée dans la forêt du PN d'Ankarafantsika. Ce schéma d'abondance laisse penser que le gradient d'aridité nord-sud a un impact sur la population de cette espèce. Plus on va vers le sud, plus la population diminue et ceci est en relation avec l'accentuation de l'aridité. En effet, *E. myoxinus* est mieux représenté dans les forêts sèches caducifoliées que dans le fourré épineux sub-aride. D'autres espèces, à savoir *Macrotarsomys bastardi* et *M. petteri*, n'ont été capturées qu'une fois. Ceci pourrait traduire la rareté de ces espèces ou bien la difficulté de les capturer.

### Analyse biogéographique

L'analyse de similarité fait ressortir un modèle de distribution apparemment net chez les Afrosoricida et les Soricomorpha. La séparation de deux groupes des sites montre une variation de la composition spécifique de ces animaux du nord au sud. *Echinops telfairi* et *Geogale aurita* se trouvent au sud de la Tsiribihina. *Microgale brevicaudata* ne fréquente que la zone forestière au nord du fleuve Mangoky. L'intégration de la forêt de Lambokely du Menabe Central dans le groupe de sites au nord du fleuve Tsiribihina est due à l'absence de *E. telfairi* et de *G. aurita* dans ce site. Étant donnée la ressemblance de la structure de la végétation (Chapitre 1) de cette forêt et sa position à 25 km de la forêt de Kirindy (CFPF), il est probable que ces espèces se trouvent à Lambokely mais leur absence dans cette forêt durant l'inventaire pourrait éventuellement être due à leur abondance qui est très faible ou à l'effet de la saison.

Si les fleuves Tsiribihina et Mangoky semblent constituer des barrières pour certaines espèces d'Afrosoricida de l'Ouest malgache, leur influence sur les rongeurs ne ressort pas. Chez le soricomorphe endémique, *Suncus madagascariensis*, l'Onilahy et le

Mangoky semble jouer un rôle de barrière pour sa distribution. D'après les résultats des analyses de similarité entre les différents sites, le dendrogramme obtenu n'a pas permis de faire ressortir la zone de transition qui se situe entre les fleuves Tsiribihina et Onilahy. Le détachement de la plupart des sites au sein de la forêt de Mikea montre un appauvrissement en nombre d'espèce d'Afrosoricida et de Soricomorpha endémiques. En se basant sur le concept des bassins versants, il est possible alors que les bassins versants de l'Onilahy et de la Tsiribihina et d'autres rivières qui coulent entre ces deux fleuves pourraient jouer un rôle de retraite-dispersion pour certaines espèces.

D'une manière générale, la distribution actuelle des petits mammifères terrestres malgaches dans les différents sites d'étude est liée à la formation végétale. La composition spécifique des micromammifères terrestres des forêts sèches caducifoliées diffère, en partie, de celle des fourrés épineux. Dans la forêt de Mikea, le changement de la végétation représentée par une forêt d'épineux dans les zones côtières et des forêts caducifoliées plus à l'intérieur offre une particularité en petits mammifères de cette forêt. En se référant au concept des bassins versants, les forêts d'Andaladomo et d'Ankazomafio de la forêt de Mikea abritant respectivement *Macrotrarsomys petteri* et *Microgale jenkinsae*, localisées à proximité des bassins de retraite-dispersion de l'Onilahy et du Mangoky et plus loin de la côte occidentale pourraient offrir refuge pour les populations qui ont besoin les conditions écologiques relativement humides.

Malgré la diversité des formations géologiques de l'Ouest malgache avec des types de sols différents, nos analyses ne semblent pas montrer de relation entre la faune de petits mammifères et la géologie ou la pédologie. Les forêts sèches caducifoliées sur substrat limono-sableux comme Anjamangirana, Belambo et le PN d'Ankarafantsika n'abritent pas une diversité différente par rapport aux sites sableux, à savoir Masoarivo, Kirindy (CFPF) et le PN de Kirindy-Mite, la forêt de Mikea ou encore par rapport aux sites sur calcaires comme le PN de Bemaraha, le PN de Namoroka et les sites du plateau Mahafaly. Cependant, chaque type de substrat semble montrer une spécificité mais celle-ci n'est pas homogène et n'est pas rencontrée dans toutes les forêts qui poussent sur un même substrat. *Macrotrarsomys ingens*, par exemple, n'est rencontré que dans les forêts sèches caducifoliées sur substrat sablo-limoneux ; *Hypogeomys antimena*, *M. petteri*, *Microgale jenkinsae* et *M. longicaudata* dans les forêts sur substrat sableux et *Nesomys lambertoni* et *Eliurus*

*antsingy* dans les forêts sur substrat calcaire. Bien que la région de l'Ouest abrite une formation végétale similaire suivant les variations des types de sols et de la géologie, d'autres facteurs tels que la présence des microhabitats particuliers, les microclimats et le degré de la perturbation anthropique pourraient également expliquer une distribution inégale des petits mammifères.

### Particularités des forêts sèches malgaches

Les forêts humides sont considérées comme étant plus riches en matières de biodiversité que les forêts sèches. Les principales différences de ces deux biomes opposés tiennent de plusieurs complexes écologiques différents liés à la géologie, aux bioclimats et leur isolement géographique. Si la richesse exceptionnelle en petits mammifères des forêts humides de l'Est a longtemps pu être attribuée au grand nombre de travaux d'inventaire réalisés durant les dernières années, nous disposons dorénavant d'un échantillonnage plus conséquent des forêts sèches de l'Ouest et la diversité reste faible par rapport au versant oriental. Cette faible diversité occidentale peut trouver une explication partielle dans la longue durée de la période sèche à l'Ouest par rapport aux forêts humides de l'Est et qui pourrait avoir des influences sur cette faible diversité. Il se peut que certaines espèces de ces animaux dépendent de conditions écologiques plus humides. Si nous considérons les résultats de capture de l'espèce introduite, *Rattus rattus*, par exemple, on remarque qu'elle est particulièrement commune dans la plupart des forêts humides de l'Est qui sont perturbées ou fragmentées, alors qu'elle est rare dans les forêts de la région sèche et plus particulièrement dans l'extrême Sud qui est plus aride. Cette espèce allogène a été proposée comme responsable du déclin des rongeurs indigènes actuels et comme étant capable de pénétrer dans les zones forestières humides les plus reculées de Madagascar mais on voit ici qu'elle n'est pas adaptée aux conditions plus arides.

Le taux d'endémisme local de la faune micromammalienne des forêts humides de l'Est est plus élevé que celui des forêts de la région de l'Ouest. Si sept espèces de petits mammifères, à savoir *Microgale jobihely*, *M. monticola*, *Brachytarsomys villosa*, *Eliurus petteri*, *E. penicillatus*, *Voalavo antsahabensis* et *V. gymnocaudus* sont localisées à des régions restreintes dans les forêts humides de l'Est, il n'y a que cinq espèces, *Hypogeomys antimena*, *Macrotrarsomys ingens*, *M. petteri*, *Nesomys lambertoni* et *Microgale jenkinsae* qui soient localement endémiques dans

les forêts de la région Ouest. Une autre espèce, *E. danieli*, a une distribution restreinte dans une zone de transition du PN d'Isalo, entre les forêts humides de l'Est et forêts sèches de l'Ouest. Par ailleurs, en se référant aux résultats de capture dans les pièges standard qui étaient destinés aux petits lémuriers de la région sèche, peu d'informations ont été obtenues alors que ce protocole d'inventaire nous a fourni de nombreuses données utiles sur la diversité des petits mammifères lorsque nous l'avions appliqué dans les forêts humides de l'Est (Soarimalala *et al.*, 2007).

Finalement, grâce à ce travail, les aires de distribution connues de plusieurs taxons ont été sensiblement étendues. Ainsi *M. nasoloi* qui était connu des forêts sèches caducifoliées de Zombitse-Vohibasia et de la forêt d'Analavelona, localisées dans la partie au Centre-Sud au sein du centre d'endémisme coïncé entre le Mangoky et l'Onilahy, considérée comme une couverture forestière restante de la zone de transition entre les forêts humides de l'Est et celles sèches de l'Ouest (Jenkins & Goodman, 1999), a été trouvé dans les forêts de Kirindy (CFPF) et de Lambokely du Menabe Central. La présence de cette espèce dans des localités différentes et éloignées montre l'importance de mener plusieurs explorations scientifiques. Quant à *Macrotarsomys bastardi*, la limite septentrionale connue de son aire de distribution correspondait au PN d'Ankarafantsika, et elle s'étend dorénavant jusque dans le Bongolava-Manasamody dans la forêt de Belambo. Auparavant, la répartition de *Microgale brevicaudata* dans la forêt sèche de l'Ouest était assez étendue depuis le nord jusqu'à l'Onilahy au sud (MacPhee, 1987). Cependant, les résultats de nos inventaires laissent penser que cette espèce est absente des zones côtières entre les fleuves Onilahy et Mangoky. *M. brevicaudata* semble d'ailleurs absente des zones forestières de la forêt de Mikea et sur le plateau Mahafaly.

### **PN d'Ankarafantsika**

Ce parc abrite un nombre d'espèces relativement élevé en petits mammifères et jusqu'à ce jour, c'est la seule zone qui abrite *Macrotarsomys ingens* avec une abondance élevée. Cette espèce existe en sympatrie avec *M. bastardi* dans cette forêt. La présence de *Geogale aurita* répertoriée durant les inventaires en 1997 reste douteuse car il s'agit d'un nouveau né (Rakotondravony *et al.*, 2002). D'ailleurs les travaux effectués dans d'autres sites de ce parc n'a pu révéler cette espèce (Randrianjafy, 2003) et nous considérons donc que cet individu devrait être attribué à l'espèce *Microgale brevicaudata*.

### **PN de Bemaraha**

*Nesomys lambertoni* a une distribution limitée dans le PN de Bemaraha. Les spécimens type de cette espèce ont été récoltés dans la région forestière de Maintirano au Nord de cette aire protégée (Grandidier, 1928). Compte tenu de l'étendue de la formation de *tsingy* depuis la région de Maintirano jusqu'au plateau de Bemaraha, l'endémisme local de *N. lambertoni* semble être lié aux substrats calcaires avec sa flore et sa végétation associées. Cette espèce est plus particulièrement commune dans la formation végétale située au fond des canyons de la partie nord du parc et le fleuve Manambolo semble être la limite sud de la répartition de cet animal (Goodman & Schütz, 2003). Ce parc abrite aussi une espèce rarement répertoriée dans les forêts sèches, *Eliurus antsingy*. Cette espèce existe également dans le PN de Namoroka à 300 km du PN de Bemaraha (Goodman *et al.*, sous presse). Ces deux parcs possèdent une formation de *tsingy*.

### **Kirindy (CFPF) et Lambokely du Menabe Central**

L'analyse de diversité de petits mammifères fait ressortir que la zone forestière située entre les fleuves Morondava et Tsiribihina a un intérêt biologique important par sa haute diversité et son endémisme local. Cette zone forestière qui se situe au sein du centre d'endémisme coïncé entre les fleuves Mangoky au nord et Tsiribihina au sud semble avoir retenu et isolé une faune de la partie occidentale, faune qui a pu s'adapter aux conditions locales et y survivre. Ces conditions locales pourraient, en partie, être liées à la présence de biotes du Domaine de l'Ouest et du Sud se rejoignant dans cette zone.

La forêt de Kirindy (CFPF) est, par exemple, la seule zone de forêts sèches connue abritant *Microgale longicaudata* qui fréquente habituellement la forêt humide de l'Est. Une autre espèce, *M. nasoloi*, qui n'avait été trouvée que dans les forêts de Zombitse-Vohibasia et d'Analavelona, a aussi été répertoriée dans les forêts de Kirindy (CFPF) et de Lambokely. En se référant à la distribution actuelle de *Hypogeomys antimena*, le plus grand rongeur de l'île, la région du Menabe Central est la seule qui abrite cette espèce. Cependant, des os subfossiles récoltés à Ampoza (région d'Ankazoabo Sud) indique l'existence de cette espèce jusqu'à 475 km au sud il y a 1400 ans (Goodman & Rakotondravony, 1996) (voir « Les petits mammifères de l'ère Quaternaire » ci-dessus).

### **PN de Kirindy Mite**

Nous n'avons trouvé aucun endémisme local pour les petits mammifères au sein de la forêt de Kirindy Mite mais l'abondance élevée de *Setifer setosus* rencontrée à Mahaboboka est une caractéristique importante du parc. Après plusieurs années d'inventaires menés aussi bien dans les forêts humides que dans les forêts sèches et en adoptant le même protocole de technique de piégeage, le taux de capture le plus important jamais constaté pour *S. setosus* a été trouvé dans le PN de Kirindy Mite, plus précisément dans la forêt de Mahaboboka.

### **Forêt de Mikea**

La forêt de Mikea abrite des espèces localement endémiques qui ne sont pas rencontrées ailleurs. Il s'agit de *Macrotarsomys petteri*, la plus grande espèce dans ce genre, et *Microgale jenkinsae* qui ont été rarement capturés. Les habitats particuliers et transitionnels entre la zone côtière et la forêt plus à l'intérieur pourraient, en partie, être à l'origine de cette particularité. Les os subfossiles trouvés dans la grotte d'Andrahomana dans l'extrême Sud-est de l'île montre que *M. petteri* existait dans une zone de transition entre la forêt humide et la forêt sèche (Goodman *et al.*, 2006b).

### **Statut de l'UICN**

Des espèces listées dans la classification de l'UICN (2007) ont été répertoriées dans la région sèche de l'Ouest. Une espèce, *Macrotarsomys ingens* est classée comme en danger critique d'extinction (CR). *Hypogeomys antimena*, *Microgale jenkinsae* et *M. nasoloi* sont considérées comme en danger (EN) et d'autres espèces telles que *Eliurus myoxinus*, *Macrotarsomys bastardi*, *Echinops telfairi*, *Geogale aurita*, *Microgale brevicaudata*, *Setifer setosus* et *Tenrec ecaudatus* sont à préoccupation mineure (LC).

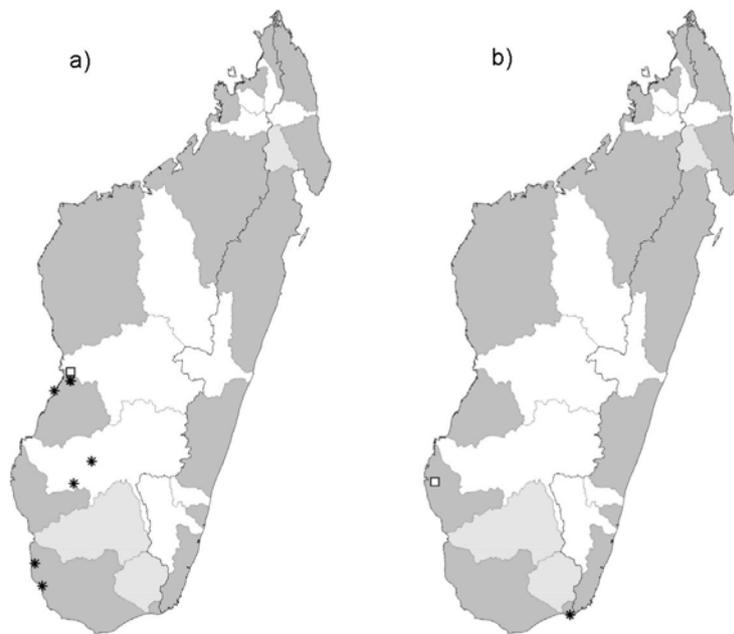
### **Les petits mammifères de l'ère Quaternaire**

La dernière variation paléoclimatique de l'Holocène a joué un rôle majeur sur la distribution actuelle des espèces en Afrique (Livingstone, 1978). Durant les périodes glaciaires, les climats froids et secs étaient caractérisés par des conditions plus arides particulièrement prononcées aux altitudes inférieures avec recul des forêts et des refuges d'altitude ont parfois permis à certains taxons de se maintenir au cours de ces périodes sèches (Brühl, 1997).

En revanche, les périodes interglaciaires étaient caractérisées par des climats doux et humides favorables à l'extension de la forêt. Les fluctuations paléoclimatiques ont également influencé l'île de Madagascar (Straka, 1996 ; Burney, 1997) et la période d'assèchement se poursuit actuellement dans la partie sud-ouest. En se basant sur les données paléoécologiques du Quaternaire de Madagascar, d'importants changements de la végétation ont eu lieu à la fin de l'Holocène (Burney *et al.*, 1987). En effet, les forêts sèches actuelles de la partie méridionale de Madagascar ont subi ces changements et des données de dépôts palynologiques subfossiles montrent que cette région a démarré une période sèche il y a environ 3000 à 2000 ans et que cette période se poursuit actuellement (Burney, 1993).

Les oscillations climatiques de la fin de Pléistocène et celles de l'Holocène ont certainement eu une influence sur la distribution actuelle des mammifères. *Hypogeomys antimena* a une aire de distribution qui est actuellement restreinte à une zone forestière au nord de Morondava alors que des ossements datant de l'Holocène, datés au radiocarbone à  $1350 \pm 60$  BP, permettent de prouver que ce rongeur était distribué à plus de 475 km de là vers le sud, à Ampoza (Goodman & Rakotondravony, 1996) (Figure 5-10). D'autres subfossiles de *H. antimena* ont été trouvés dans la région de la Tsiribihina, du plateau Mahafaly, de la grotte d'Ankazoabo Sud à 15 km au nord d'Itampolo et dans la grotte de Mitoho du PN de Tsimanampetsotsa (Goodman & Rakotondravony, 1996). Une deuxième espèce de ce genre, *H. australis*, plus grande et qui n'est connue qu'à l'état de subfossile a été documentée dans la grotte d'Andrahomana, dans l'extrême Sud-est, et sur le haut plateau à proximité d'Antsirabe. Les datations au radiocarbone dont on dispose pour cette espèce sont environ de  $4440 \pm 60$  BP et de  $1536 \pm 35$  BP (Burney *et al.*, 2004).

D'autres dépôts subfossiles provenant de l'aven calcaire proche du lac Tsimanampetsotsa dans l'extrême Sud-ouest ont révélé une espèce de grand rongeur du genre endémique *Macrotarsomys* (Sabatier & Legendre, 1985). Ce rongeur, plus grand que *M. ingens*, a été considéré comme une espèce distincte éteinte. Après récolte d'autres ossements attribuables au même taxon dans la grotte d'Andrahomana et en faisant une comparaison des maxillaires et des mandibules de ce matériel avec ceux des deux espèces actuelles, *M. petteri* et *M. ingens*, il s'avère que le subfossile rentre dans la gamme de variation de *M. petteri* (Figure 5-10). Les datations au radiocarbone de ces ossements sont de



**Figure 5-10.** Cartes de distribution des espèces de a) *Hypogeomys antimena* et b) *Macrotarsomys petteri*, « □ » : présence actuelle à partir de ce travail, « \* » : présence dans la base de données NOE des subfossiles.

1760 ± 40 BP et de 2480 ± 40 BP (Goodman *et al.*, 2006b). Par ailleurs, d'autres matériels subfossiles de *M. ingens* ont aussi été trouvés dans la grotte d'Ankazoabo Sud, au sud du lac Tsimanampetsotsa.

En plus de ces rongeurs, une nouvelle espèce d'Afrosoricida, *Microgale macpheeii*, a été découverte dans les dépôts subfossiles de la grotte d'Andrahomana (Goodman *et al.*, 2007). Cette espèce constitue la première évidence d'un taxon éteint dans le genre *Microgale* de la faune du Quaternaire de Madagascar. Aucun élément n'a encore permis de prouver l'existence actuelle de cette espèce.

La présence de ces matériels subfossiles de petits mammifères dans la grotte d'Andrahomana et dans d'autres parties de l'île indique que plusieurs espèces étendaient leurs aires de répartition dans l'extrême Sud de l'île d'où elles ont disparu au cours des périodes géologiques récentes. L'extinction locale de ces espèces est en relation directe avec l'aridification durant l'Holocène et le changement de la flore dans la région Sud-ouest de Madagascar (Burney, 1993 ; Burney *et al.*, 2004).

### Menaces

Plusieurs zones forestières de l'extrême Sud ont été largement modifiées par l'homme qui les a transformées en zone de pâturage. De plus, les zones défrichées sont mises à feu régulièrement pour hâter la repousse d'herbe verte pour le bétail. En plus de la destruction des habitats, dans tous les sites visités, la

faune micro-mammalienne était sujette au braconnage même si certains « gibiers » sont plus prisés que d'autres comme les espèces d'Afrosoricida de grande taille comme *Echinops telfairi*, *Setifer setosus* et *Tenrec ecaudatus*. Elles sont très recherchées pour leur chair qui est fort appréciée. Durant notre visite à Tongaenoro et à Antabore, sur le plateau Mahafaly, nous avons observé plusieurs tas d'os de *T. ecaudatus* et *E. telfairi* et qui étaient des restes de table. Ces espèces sont chassées pour répondre aux besoins quotidiens mais elles peuvent aussi être collectées massivement et vendues sur les marchés. Dans la plupart des sites, une pratique commune consiste à abattre certains arbres pour collecter des *E. telfairi* et des *S. setosus*, espèces nocturnes, qui sont faciles à trouver dans les troncs d'arbre durant le jour et pendant la période d'hibernation. Ces espèces sont par ailleurs faciles à capturer avec l'aide d'un chien qui n'a d'ailleurs aucune difficulté à creuser les terriers de *T. ecaudatus*. Cette espèce nocturne est comme les deux espèces précédentes, facile à trouver dans les troncs d'arbre durant le jour et pendant la période d'hibernation.

Dans la forêt de Mikea certains chasseurs se sont spécialisés, ils pratiquent la chasse tous les jours à l'aide des chiens et vivent de cette occupation (Goodman *et al.*, 2004). D'autres villageois chassent occasionnellement, par exemple lorsqu'ils prélèvent du bois de chauffe ou des *farafatse* (*Givotia* sp., Euphorbiaceae) pour la fabrication des pirogues, cette dernière occupation pouvant durer de 5 à 7

jours. Durant notre visite de la forêt de Mikea, nous avons observé plusieurs foyers avec de tas d'os appartenant aux restes de *T. ecaudatus* et *E. telfairi*, surtout à proximité des débris de *farafatse*. Durant notre séjour à Ambavalozza dans le PN de Kirindy Mite, deux braconniers avec une vingtaine d'individus de *E. telfairi*, de *S. setosus* et de *T. ecaudatus* dans leurs sacs ont été traqués par les agents de l'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées. A Kirindy Mite, les menaces ont déjà été rapportées par Goodman & Raselimanana (2003). Il serait opportun de mener des recherches approfondies pour connaître le degré de prélèvement par la chasse que ces espèces pourraient supporter. Dans les forêts humides du Nord-est, par exemple, il a été montré que le niveau d'exploitation a une grande influence sur la population des animaux chassés (Golden, 2005).

Bien que *Hypogeomys antimena* ne soit pas prisé comme gibier, la chasse des *Tenrec ecaudatus* à l'aide de chiens doit avoir un effet néfaste sur la population de ce rongeur, surtout sur les jeunes et les subadultes. A Lambokely, par exemple, nous avons rencontré quotidiennement des groupes de deux ou trois chasseurs et collecteurs de miel avec 2 ou 3 chiens chacun durant notre visite. Ces chasseurs restaient dans la forêt pendant 3 ou 4 jours et il est certain que les chiens devaient chasser des proies pour survivre, y compris *Hypogeomys* car les chasseurs ne les nourrissaient pas. Il est aussi possible que les animaux domestiques, comme les chiens, introduits dans les forêts de la région de Menabe Central transmettent des maladies aux animaux locaux, comme *Hypogeomys*, qui sont alors frappés d'un taux de mortalité élevé. Une telle transmission peut certainement se produire par le contact direct avec ces animaux domestiques ou par l'intermédiaire de leurs ectoparasites agissant comme réservoirs pour certaines maladies. Toutefois, une recherche approfondie est nécessaire pour confirmer cette constatation. Des détails plus précis sur les menaces générales des animaux et des habitats de forêts sèches occidentales de Madagascar sont discutés dans le Chapitre 7.

## Recommandations

Nous avons pu voir avec les petits mammifères que la plupart des espèces dépendent d'habitats forestiers naturels relativement intacts de sorte que, les mesures de protection les plus appropriées sont celles qui préservent leurs habitats naturels même de petites dimensions. Cependant vu l'insuffisance de terres pour la production agricole dans la région

et l'augmentation de la population humaine avec son corollaire, l'augmentation des besoins alimentaires, il semble que ces animaux soient confrontés à une double menace, celle de la disparition de leur habitat et celle de la chasse. L'augmentation de la pression de chasse pourrait entraîner un déclin de la densité de la population de certains animaux, et dans ces conditions il nous semble opportun de mener une étude sur la filière de ces animaux afin de connaître le taux de renouvellement de leur population avant de développer, le cas échéant, des plans pour sauver des populations menacées par l'exploitation humaine. L'élevage et la reproduction en captivité de ces animaux, particulièrement *Tenrec ecaudatus*, ne posent pas de grands problèmes, de sorte qu'il nous paraît intéressant d'envisager et de promouvoir cette solution. Dans le même temps il reste, bien entendu nécessaire de préserver efficacement tous les habitats particuliers abritant des espèces localement endémiques.

En se basant sur la distribution actuelle des petits mammifères dans les forêts sèches de l'ouest malgache, le taux d'extinction locale trouvé grâce aux restes subfossiles est tout à fait remarquable. La protection des formes actuelles devrait donc être d'autant plus renforcée pour conserver la diversité biologique et plus particulièrement l'endémisme local. Ainsi, les sites subfossiles et fossiles à Madagascar ont besoin d'une protection plus active pour assurer que les restes fragiles des événements préhistoriques soient conservés pour les études à venir car les données paléo-écologiques sur l'île pourraient nous renseigner sur les changements à venir.

## Remerciements

Nous tenons à remercier la Fondation John D. et Catherine T. MacArthur et le projet « *Ala maiky* » WWF pour financer la réalisation de ces inventaires biologiques. Notre reconnaissance va au projet « Ecology Training Programme » (ETP) du WWF à travers l'équipe RAP-Gasy et le Département de Biologie Animale de l'Université d'Antananarivo. Nous remercions le service des Eaux et Forêts, le CAFF/CORE et l'ANGAP qui ont bien voulu nous délivrer le permis de recherche pour ce travail. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Steve Goodman qui a fourni de très importantes informations sur cet article. L'aide précieuse des autorités locales et la participation active des villageois qui nous a aidé pendant les inventaires, ont également été très appréciées. Les cartes ont été réalisées par Lucienne Wilmé.

## Références bibliographiques

- Ade, M. 1996.** Morphological observations on a *Microgale* specimen (Insectivora, Tenrecidae) from western Madagascar. In Ecology and economy of a tropical dry forest in Madagascar, eds. J. U. Ganzhorn & J.-P. Sorg. *Primate Report*, 46-1: 251-255.
- Bronner, G. N. & Jenkins, P. D. 2005.** Order Afrosoricida. In *Mammal species of the World. A taxonomic and geographical reference*, 3<sup>rd</sup> edition, eds. D. E. Wilson & D. M. Reeder, pp. 71-81. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Brühl, C. A. 1997.** Flightless insects: a test case for historical relationships of African mountains. *Journal of Biogeography*, 24: 233-250.
- Burney, D. A. 1993.** Late Holocene environmental changes in arid southwestern Madagascar. *Quaternary Research*, 40: 98-106.
- Burney, D. A. 1997.** Theories and facts regarding Holocene environmental change before and after human colonization. In *Natural change and human impact in Madagascar*, eds. S. M. Goodman & B. D. Patterson, pp. 75-89. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Burney, D., MacPhee, R. D. E., Dewar, R. E., Wells, N. A., Andriamanantana, J. E. & Vuillaume-Andriamanantana, M. 1987.** Environnement au cours de l'holocène et extinction de la mégafaune. Dans *Priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar*, eds. R. A. Mittermeier, L. H. Rakotovo, V. Randrianasolo, E. J. Sterling & D. Devitre, pp.137-143. IUCN.
- Burney, D. A., James, H. F., Grady, F. V., Rafamantanatsoa, J. G., Ramilisonina, Wright, H. T. & Cowart, J. B. 1997.** Environmental change, extinction and human activity evidence from caves in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 24: 755-767.
- Burney, D. A., Burney, L. P., Godfrey, L. R., Jungers, W. L., Goodman, S. M., Wright, H. T. & Jull, A. J. T. 2004.** A chronology for late Prehistoric Madagascar. *Journal of Human Evolution*, 47: 25-63.
- Carleton, M. D. & Schmidt, D. F. 1990.** Systematic studies of Madagascar's endemic rodents (Muroidea: Nesomyinae): An annotated gazetteer of collecting localities of known forms. *American Museum Novitates*, 2987: 1-36.
- Carleton, M. D. & Goodman, S. M. 2007.** A new species of the *Eliurus majori* complex (Rodentia: Muroidea: Nesomyidae) from south-central Madagascar, with remarks on emergent species groupings in the genus *Eliurus*. *American Museum Novitates*, 3547: 1-21.
- Carleton, M. D., Goodman, S. M. & Rakotondravony, D. 2001.** A new species of tufted-tailed rat, genus *Eliurus* (Muridae: Nesomyinae), from western Madagascar, with notes on the distribution of *E. myoxinus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 114: 972-987.
- Chaperon, P., Danloux, J. & Ferry, L. 1993.** *Fleuves et rivières de Madagascar*. Edition de l'ORSTOM, Paris.
- Cornet, A. 1974.** *Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar*. Notice explicative n°55, ORSTOM, Paris.
- Donque, G. 1975.** *Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar*. Nouvelle Imprimerie des Arts Graphiques, Tananarive.
- Du Puy, D. J. & Moat, J. 2003.** Using geological substrate to identify and map primary vegetation types in Madagascar and the implications for planning biodiversity conservation. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 51-67. The University of Chicago Press, Chicago.
- Faramalala, M. H. 1995.** *Formations végétales et domaine forestier national de Madagascar*. Scale 1: 1 000 000. Conservation International, Washington, D.C., DEF, CNRE et FTM, Antananarivo.
- Ganzhorn, J. U., Ganzhorn, A. W., Abraham, J. P., Andriamanarivo L. & Ramananjatovo, A. 1990.** The impact of selective logging on forest structure and tenrec populations in western Madagascar. *Oecologia*, 84: 126-133.
- Ganzhorn, J. U., Sommer, S., Abraham, J.-P., Ade, M., Raharivololona, B. M., Rakotovo, E. R., Rakotondrasoa, C. & Randriamarosoa, R. 1996.** Mammals of the Kirindy Forest with special emphasis on *Hypogeomys antimena* and the effects of logging on the small mammal fauna. In Ecology and economy of a tropical dry forest in Madagascar, eds. J.U. Ganzhorn & J.-P. Sorg. *Primate Report*, 46-1: 215-232.
- Golden, C. D. 2005.** *Eaten to endangerment: Mammal hunting and the bushmeat trade in Madagascar's Makira Forest*. Honors thesis, Bachelor of Arts, Harvard College.
- Goodman, S. M. & Rakotondravony, D. 1996.** The Holocene distribution of *Hypogeomys* (Rodentia: Muridae: Nesomyinae) on Madagascar. Dans *Biogéographie de Madagascar*, ed. W. R. Lourenço, pp. 283-293. Editions ORSTOM, Paris.
- Goodman, S. M. & Raselimanana, A. P. 2003.** Hunting of wild animals by Sakalava of the Menabe region: A field report from Kirindy-Mite. *Lemur News*, 8: 4-6.
- Goodman, S. M. & Schütz, H. 2003.** Specimen evidence of the continued existence of the Malagasy rodent *Nesomys lambertoni* (Muridae: Nesomyinae). *Mammalia*, 67: 445-449.
- Goodman, S. M. & Soarimalala, V. 2004.** A new species of *Microgale* (Lipotyphla: Tenrecidae: Oryzoricinae) from the Forêt des Mikea of southwestern Madagascar. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 117: 251-265.
- Goodman, S. M. & Soarimalala, V. 2005.** A new species of *Macrotarsomys* (Rodentia: Muridae: Nesomyinae) from southwestern Madagascar. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 118: 450-464.
- Goodman, S. M., Carleton, M. D. & Pidgeon, M. 1999a.** Lipotyphla (Tenrecidae and Soricidae) of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar. In A floral and faunal inventory of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar: with reference

- to elevational variation, ed. S. M. Goodman. *Fieldiana: Zoology*, new series, 94: 187-216.
- Goodman, S. M., Carleton, M. D. & Pidgeon, M. 1999b.** Rodents of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar. In A floral and faunal inventory of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar: with reference to elevational variation, ed. S. M. Goodman. *Fieldiana: Zoology*, new series, 94: 217-249.
- Goodman, S. M., Raheirilalao, M. J., Rakotomalala, D., Rakotondravony, D., Raselimanana, A. P., Razakarivony V. & Soarimalala, V. 2002.** Inventaire des vertébrés dans la forêt du Parc National de Tsimanampetsotsa. *Akon'ny ala*, 28: 1-36.
- Goodman, S. M., Ganzhorn, J. U. & Rakotondravony, D. 2003.** Introduction to the mammals. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 1159-1186. The University of Chicago Press, Chicago.
- Goodman, S. M., Soarimalala V. & Ganzhorn, J. U. 2004.** La chasse aux animaux sauvages dans la forêt de Mikea. Dans Inventaire floristique et faunistique de la forêt de Mikea: Paysage écologique et diversité biologique d'une préoccupation majeure pour la conservation, eds. A. P. Raselimanana & S. M. Goodman. *Recherches pour le Développement, Série Sciences Biologiques*, 21: 95-100.
- Goodman, S. M., Rakotondravony, D., Randriamanantsoa, H. N. & Rakotomalala- Razanahoera, M. 2005.** A new species of rodent from the montane forest of central eastern Madagascar (Muridae: Nesomyinae: *Voalavo*). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 118: 863-873.
- Goodman, S. M., Raxworthy, C. J. & Maminirina, C. P. & Olson L. E. 2006a.** A new species of shrew tenrec (*Microgale jobihely*) from northern Madagascar. *Journal of Zoology*, 270: 384-398.
- Goodman, S. M., Vasey, N. & Burney D. A. 2006b.** The subfossil occurrence and paleoecological implications of *Macrotarsomys petteri* (Rodentia: Nesomyidae) in extreme southeastern Madagascar. *Comptes Rendus Palevol*, 5: 953-962.
- Goodman, S. M., Vasey, N. & Burney D. A. 2007.** Description of a new species of subfossil shrew tenrec (Afrosoricida: Tenrecidae: *Microgale*) from cave deposits in southeastern Madagascar. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 120: 367-376.
- Goodman, S. M., Raheiarisena, M. & Jansa, S. A. Sous presse.** A new species of *Eliurus* Milne Edwards, 1885 (Rodentia: Nesomyinae) from the Réserve Spéciale d'Ankarana, northern Madagascar. *Bonner Zoologisches Beiträge*.
- Grandidier, G. 1928.** Description d'une nouvelle espèce de *Nesomys*, le *N. lambertoni*, G. Grand. *Bulletin de l'Académie Malgache*, nouvelle série, 11: 95-99.
- Hilgartner, R. D. 2005.** Some ecological and behavioural notes on the shrew tenrec *Microgale* cf. *longicaudata* in the dry deciduous forest of western Madagascar. *Afrotherian Conservation Newsletter*, 3: 3-5.
- Humbert, H. 1965.** Description des types de végétation. Dans *Notice de la carte de Madagascar*, eds. H. Humbert & G. Cours Darné. *Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut Français de Pondichéry*, hors série, 6:46-78.
- Jansa, S. A. & Carleton, M. D. 2003.** Systematics and phylogenetics of Madagascar's native rodents. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 1257-1265. The University Chicago Press, Chicago.
- Jansa, S. A., Soarimalala, V., Barker, F. K. & Goodman, S. M. 2008.** Morphometric variation and phylogeographic structure in *Macrotarsomys bastardi* (Rodentia: Nesomyidae), an endemic Malagasy dry forest rodent. *Journal of Mammalogy*, 89: 316-324.
- Jenkins, P. D. & Goodman, S. M. 1999.** A new species of *Microgale* (Lipotyphla, Tenrecidae) from isolated forest in southwestern Madagascar. *Bulletin of Natural History Museum, London (Zoology)*, 65: 155-164.
- Livingstone, D. A. 1978.** Late Quaternary climatic change in Africa. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 6: 249-280.
- 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.
- Magurran, A. E. 1988.** *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton.
- Musser, G. G. & Carleton, M. D. 2005.** Superfamily Muroidea. In *Mammal species of the World. A taxonomic and geographical reference*, 3<sup>rd</sup> edition, eds. D. E. Wilson & D. M. Reeder, pp. 894-1531. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Nicoll, M. E. 1985.** Responses to Seychelles tropical forest seasons by a litter-foraging mammalian insectivore, *Tenrec ecaudatus*, native to Madagascar. *Journal of Animal Ecology*, 54: 71-88.
- Nicoll, M. E. 2003.** *Tenrec ecaudatus*, tenrec. In *The natural history of Madagascar*, eds. Goodman S. M. & J. P. Benstead, pp. 1283-1286. The University Chicago Press, Chicago.
- Olson, L. E. & Goodman, S. M. 2003.** Phylogeny and biogeography of tenrecs. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 1235-1241, The University Chicago Press, Chicago.
- Olson, L. E., Goodman, S. M. & Yoder, A. D. 2004.** Illumination of cryptic species boundaries in long-tailed shrew tenrecs (Mammalia: Tenrecidae; *Microgale*), with new insights into geographic variation and distributional constraints. *Biological Journal of Linnean Society*, 83: 1-22.
- Raharivololona, B. M. 1996.** *Impact de l'exploitation sélective de la forêt et la variation saisonnière sur la composition de la population de rongeurs et insectivores dans une forêt sèche de l'Ouest de Madagascar*. Mémoire DEA, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Raheiarisena, M. & Goodman, S. M. 2006.** Les petits mammifères non-volants dans l'extrême Nord de

- Madagascar (Loky-Manambato, Analamerana et Andavakoera). Dans Inventaires de la faune et de la flore du nord de Madagascar dans la région Loky-Manambato, Analamerana et Andavakoera, eds. S. M. Goodman & L. Wilmé. *Recherches pour le Développement, Série Sciences Biologiques*, 23: 175-230.
- Rakotondravony, D., Randrianjafy, V. & Goodman, S. M. 2002.** Evaluation Rapide de la Diversité Biologique des Micromammifères de la Réserve Naturelle Intégrale d'Ankarafantsika. Dans Une Evaluation Biologique de la Réserve Naturelle Intégrale d'Ankarafantsika, Madagascar, eds. L. E. Alonso, T. S. Schulenberg, S. Radilofe & O. Missa. *RAP Bulletin of Biological Assessment* (Conservation International, Washington, D.C.), 23: 83-87.
- Randrianjafy, R. V. 2003.** *Contribution à l'étude de biologie de conservation de la communauté micromammalienne d'Ankarafantsika*. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Sabatier, M. & Legendre, S. 1985.** Une faune à rongeurs et chiroptères Plio-Pléistocènes de Madagascar. *Actes du 100ème Congrès national des Sociétés savantes, Montpellier, Section des Sciences*, 6: 21-28.
- Schatz, G. E. 2000.** Endemism in the Malagasy tree flora. Dans *Diversité et Endémisme à Madagascar*, eds. W. R. Lourenço & S. M. Goodman, pp. 1-9. Mémoires de la Société de Biogéographie, Paris.
- Shi, G. R. 1993.** Multivariate data analysis in palaeoecology and palaeobiogeography – A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 105: 199-234.
- Soarimalala, V. & Goodman, S. M. 2004.** Les Rodentia, Lipotyphla et Carnivora de la forêt de Mikea. Dans Inventaire floristique et faunistique de la forêt de Mikea: Paysage écologique et diversité biologique d'une préoccupation majeure pour la conservation, eds. A. P. Raselimanana & S. M. Goodman. *Recherches pour le Développement, Série Sciences Biologiques*, 21: 69-80.
- Soarimalala, V. & Goodman, S. M. sous presse.** New distributional records of the recently described and endangered shrew tenrec *Microgale nasoloi* (Tenrecidae: Afrosoricida) from central western Madagascar. *Mammalian Biology*.
- Soarimalala, V., Ramanana, L. T., Ralison, J. M. & Goodman, S. M. 2007.** Les petits mammifères non-volants du « Couloir forestier d'Anjozorobe-Angavo ». Dans Inventaires de la faune et de la flore du couloir forestier d'Anjozorobe-Angavo, eds. S. M. Goodman, A. P. Raselimanana & L. Wilmé. *Recherches pour le Développement, Série Sciences Biologiques*, 24: 141-182.
- Sorg, J.-P., Ganzhorn, J. U. & Kappeler, P. M. 2003.** Forestry and research in the Kirindy Forest / Centre de Formation Professionnelle Forestière. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M. Goodman, & J. P. Benstead, pp. 1512-1519. The University of Chicago Press, Chicago.
- Stephenson, P. J. 2003.** Lipotyphla (ex Insectivora): *Geogale aurita*, large-eared tenrec. In *The natural history of Madagascar*, eds. S. M Goodman & J. P. Benstead, pp. 1265–1267. The University of Chicago Press, Chicago.
- Straka, H. 1996.** Histoire de la végétation de Madagascar oriental dans les derniers 100 millénaires, pp. 37-47. Dans *Biogéographie de Madagascar*, ed. W. R. Lourenço. ORSTOM, Paris.
- UICN. 2007.** 2007 UICN Red List of threatened species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Téléchargé le 5 mai 2008.
- Wilmé, L., Goodman, S. M. & Ganzhorn, J. U. 2006.** Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. *Science*, 312: 1063-1065.