

## INVENTAIRE BIOLOGIQUE DE LA FORET DE TSINJOARIVO, AMBATOLAMPY.

Par

Steven M. GOODMAN<sup>1, 2</sup>, Daniel RAKOTONDRAVONY<sup>3</sup>, Marie Jeanne RAHERILALAO<sup>3</sup>, Domoïna RAKOTOMALALA<sup>3</sup>, Achille P. RASELIMANANA<sup>2</sup>, Voahangy SOARIMALALA<sup>3</sup>, Jean-Marc DUPLANTIER<sup>4</sup>, Jean-Bernard DUCHEMIN<sup>5</sup>, J. RAFANOMEZANTSOA<sup>3</sup>

## I - INTRODUCTION

Les dernières forêts du Plateau Central sont mal connues, la plupart du temps fragmentées, et font partie des habitats naturels les plus menacés de l'île. De plus, compte tenu du fait que cette région géographique représente près de 50 % de la surface terrienne de Madagascar, le problème de la destruction de la forêt et la perte consécutive en matière de biodiversité sont globalement d'autant plus accentuées que dans les autres régions de l'île. Au cours de la dernière décennie, plusieurs inventaires biologiques ont été réalisés sur le Plateau Central qui ont clairement montré que grâce aux habitats naturels restants une riche diversité biologique est toujours maintenue (Stephenson *et al.*, 1994 ; Langrand & Wilmé, 1997 ; Goodman *et al.*, 1998a ; Rakotondravony & Goodman, 1998 ; Vallen, 1999 ; Goodman & Rakotondravony, sous presse ; Ratsirarson & Goodman, en prép.).

Afin d'élaborer des plans pour la protection des aires naturelles restantes du Plateau Central, il est particulièrement crucial de savoir quels sont exactement les organismes qui sont rencontrés dans cette région et quelles sont les conditions qui prévalent dans les dernières forêts naturelles. C'est avec cette optique à l'esprit que nous avons démarré un projet pour inventorier de multiples blocs forestiers restants sur le Plateau Central. De plus, compte tenu du niveau de la fragmentation de l'habitat dans cette région, d'excellents sites d'études ont permis d'appréhender les effets de l'isolement des forêts sur une variété d'organismes (Langrand & Wilmé, 1997 ; Vallen, 1999 ; Andrianarimisa *et al.*, sous presse ; Goodman & Rakotondravony, sous presse ; Wilmé *et al.*, sous presse). Dans ce rapport, nous présentons les résultats d'un inventaire mené dans deux sites différents de la forêt à l'est de Tsinjoarivo (Ambatolampy).

## II - SITES D'ETUDES

Du 6 au 22 janvier 1999, nous avons réalisé un inventaire des reptiles, des amphibiens, des micro-mammifères (rongeurs et lipotyphlans), des primates et des oiseaux dans deux sites de la forêt à l'est de Tsinjoarivo. Les sites d'étude ont été choisis de façon à inclure un premier fragment forestier isolé d'assez grande taille mais non relié au grand bloc principal étendu et un second situé au sein du bloc principal. Ceci nous a permis d'appréhender les effets de la fragmentation de la forêt sur différents groupes de vertébrés terrestres. Le cas de figure idéal aurait consisté à retenir deux sites à une même altitude mais la topographie accidentée de la région de Tsinjoarivo ne nous permit pas de faire correspondre parfaitement les niveaux d'altitude des deux sites d'études.

Les coordonnées des deux sites sont :

- Province d'Antananarivo, à 10 km (vol d'oiseau) au sud-est de Tsinjoarivo, Forêt de Mahatsinjo, Andasivodihazo, 19°40,8'S 47°46,2'E, 1550 m. Ce bloc forestier est totalement isolé des autres zones forestières depuis plusieurs décennies et couvre une superficie d'environ 220 à 260 ha.
- Province d'Antananarivo, à 16,2 km (vol d'oiseaux) au sud-est de Tsinjoarivo, Forêt d'Ankilahila, à côté de la Rivière Andrimbololo, 19°42,4'S, 47°50,1'E, 1400 m. Ce milieu fait partie du grand bloc forestier situé entre les régions de Tsinjoarivo et au Sud de Moramanga. Au cours de la dernière décennie, le couvert forestier a reculé par suite des pratiques de cultures sur brûlis qui se sont soldées par une mosaïque de zones dégradées. Dans la limite de ce que nous pouvons déterminer, ce site fait toujours partie du grand bloc forestier.

L'inventaire du site de Mahatsinjo s'est déroulé dans une bande d'altitude de  $\pm 75$  m à partir du campement centré à 1550 m, alors qu'à Ankilahila nous avons échantillonné jusqu'à 100 m au-dessus du campement (1400 m) mais pas en dessous.

<sup>1</sup> Field Museum of Natural History, Roosevelt Road at Lake Shore Drive, Chicago, Illinois 60605, U.S.A.

<sup>2</sup> WWF, Aires Protégées, BP 738, Antananarivo (101), Madagascar.

<sup>3</sup> Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, BP 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo (101), Madagascar.

<sup>4</sup> Programme RAMSAR, ORSTOM, B.P. 434, Antananarivo (101), Madagascar.

<sup>5</sup> Institut Pasteur de Madagascar, BP 1276, Antananarivo (101), Madagascar.





### III - DESCRIPTION DE LA COMMUNAUTE BOTANIQUE LOCALE

Madagascar est classiquement divisé en six domaines phytogéographiques : les domaines de l'Est, du Centre, de l'Ouest, du Sud, des Hautes Montagnes et du Sambirano (Koechlin *et al.*, 1974). Le domaine du Centre comprend l'ensemble du Plateau Central situé entre 900 ou 1000 et 2000 m d'altitude où dominent des formations herbeuses secondaires bien que quelques grands blocs et reliques de forêts sempervirentes subsistent toutefois. La forêt de Tsinjoarivo se trouve à la limite orientale de la région centrale, juste au sommet de la falaise orientale.

Le grand bloc de forêt restant dans la région de Tsinjoarivo, à la limite de l'escarpement oriental, que nous avons inventorié se trouve à environ 15 km à l'est du village de Tsinjoarivo et au nord de la Rivière Onive. En se basant sur des photographies aériennes de 1967 ainsi que de 1991 (GTZ, 1996), la grande forêt naturelle qui existe à l'est de Tsinjoarivo était contiguë à celle qui se trouve au sud de Moramanga, au moins au cours de cette période. Il existe à l'ouest de ce grand bloc forestier, un certain nombre de petits fragments qui ont été isolés du bloc principal depuis au moins 1967.

Selon le degré de perturbation on a 3 types de milieu : formation "primaire" (peu dégradées), forêt dégradée et végétation secondaire avec une tendance vers le fourré et les pseudo-steppes. L'agriculture sur-brûlis (système itinérant) est la principale forme de pression qui pèse sur la forêt. Il est important de noter qu'une forêt réellement primaire n'existe probablement pas dans cette région, les actions et la présence de l'homme peuvent être retrouvées sur toute cette zone.

Rainiberiaka (1997) a étudié le couvert végétal et la flore de la forêt de Tsinjoarivo. L'un de ses sites d'étude se trouvait dans la forêt intacte près de Beanana, dans le même bloc de forêt contiguë que notre site d'Ankilahila. La Forêt de Beanana est caractérisée par des peuplements denses de bambous (*Bambusa capitatus*), des arbres émergents à plus de 16 m de haut et 60 cm de dhp de *Weinmannia eriocarpa*, *Ocotea* sp. et *Eugenia jambolana*. La strate arborée supérieure entre 8 et 16 m de haut est composée de *Tambourissa rota*, *Weinmannia eriocarpa*, *Ocotea* sp., *Ravensara lucida* et *Campylospermum deltoideum*. La strate inférieure entre 1 et 8 m montre une grande variété d'arbres, de fougères arborescentes et de palmiers. Les espèces les plus fréquentes dans la strate herbacée du sous-bois (moins de 1 m de hauteur) sont : *Peperomia* sp., *Pleopeltis excavata*, *Maranta arundinacea*, *Huperzia abtusifolia*, *Cyperus flabeliformis* et *Dianella ensifolia*.

#### Climatologie (d'après Donque, 1975 et Rainiberiaka, 1997)

Le climat est caractérisé par deux saisons distinctes : une chaude et humide (octobre à avril) et une froide et plus sèche (mai à septembre) au cours de laquelle les précipitations se présentent sous forme de crachins hivernaux. La pluviométrie moyenne annuelle se situe aux environs de 1350 mm et il pleut en moyenne 102 jours par an. Le mois de décembre est le mois le plus arrosé alors que le mois de juin semble être le plus sec. La température moyenne annuelle est de 16,3°C, la moyenne annuelle des maxima est de 21,9°C et celle des minima de 10,7°C. La période la plus chaude se situe entre novembre et janvier.

### IV - METHODES

Les méthodologies suivies pour inventorier les vertébrés de ces deux sites de la forêt à l'est de Tsinjoarivo sont conformes à celles que nous avons utilisées pendant près de 10 ans lors des inventaires biologiques à Madagascar.

**Reptiles et Amphibiens** -- L'inventaire a été conduit au cours de la période pendant laquelle la plupart des reptiles et des amphibiens sont en pleine activité de reproduction. Trois méthodes principales ont été utilisées : 1) fouille systématique des lieux de refuge, 2) observation directe le long d'un itinéraire échantillon pendant le jour et la nuit, et 3) piégeage par utilisation de "pitfall" ou trou-pièges avec une barrière en plastique.

La fouille systématique des lieux de refuge consiste à inspecter tout endroit susceptible de constituer un lieu où un animal pourrait se réfugier. Elle concerne en particulier les espèces à biotope végétal et à microhabitat particuliers. Ces refuges comprennent les bois morts en décomposition, le dessous des écorces sèches, les axes foliaires de *Pandanus*, de palmier et de *Ravenala*, les feuilles mortes au pied d'un arbre, et l'humus.

L'observation directe a été effectuée le long des pistes ou des sentiers déjà aménagés au sein du site ou encore le long des ruisseaux. Les recherches ont lieu de jour mais aussi de nuit et une lampe frontale est alors utilisée.



Les trou-pièges ("pitfall") consistent en une ligne de 11 seaux en plastique (15l, 275 mm de profondeur, 290 mm de diamètre supérieur interne, et 220 mm de diamètre inférieur interne), enfoncés dans le sol jusqu'à leur bord supérieur. Les seaux sont placés en ligne et sont distants de 10 m les uns des autres. Une bande en plastique de 100 m de long et de 50 cm de hauteur est dressée verticalement le long de la ligne en passant par le centre de chaque seau. La base de la bande plastique (environ 5 cm) est recouverte de sol et de litière et joue ainsi un parfait rôle de barrière. Cette barrière sert à guider les animaux vers les seaux. Le fond de chaque seau est percé de plusieurs petits trous pour permettre l'écoulement de l'eau. Trois lignes de trou-piège ont été mises en place dans chaque site. Parmi ces trois lignes, une était placée dans la vallée, une sur le versant et la dernière sur la crête. L'ensemble du dispositif a été laissé en place pendant six jours consécutifs. Le contrôle a lieu deux fois par jour, le matin de bonne heure avant 6 h et l'après-midi après 16 h.

**Micro-mammifères** -- La faune de petits mammifères de Madagascar est composée de deux groupes distincts. Les rongeurs sont représentés par deux sous-familles dans la famille des Muridae : les Nesomyinae, endémiques de Madagascar et les Murinae qui comprennent les rongeurs introduits appartenant aux genres *Rattus* et *Mus*. Le deuxième groupe est représenté par les Lipotyphla ou "insectivores", qui comprennent deux familles différentes, celle des Tenrecidae et celle des Soricidae.

Les petits mammifères ont été étudiés en utilisant deux méthodes pour capturer les individus vivants que sont les trou-pièges (décrit ci-dessus) et les pièges standard (National et Sherman). Ces derniers ont été utilisés dans un ratio de 4 Sherman pour 1 National dont deux lignes au sein même de la forêt (n=100 pièges). Les pièges étaient appâtés avec du beurre de cacahuète. Le contrôle des pièges était effectué au lever du jour et à la fin de l'après-midi, les appâts étant remplacés au cours de cette seconde visite. Un piège en place pour une durée de 24 heures est considéré comme un "nuit-piège". Les lignes de pièges installées dans des habitats extérieurs à la forêt ou sur la lisière forestière furent utilisées dans le cadre d'une étude portant sur les ectoparasites et les maladies des petits mammifères rencontrés dans ces habitats mais les résultats de ces dernières lignes ne sont pas présentés ici. L'information relative aux lémuriers observés au cours de l'étude a été présentée ailleurs (Goodman & Schütz, sous presse).

**Oiseaux** -- Pour les oiseaux, des observations générales et des captures au moyen de filets ont été effectuées le long des sentiers. Si des points d'écoute ont été réalisés au cours de cet inventaire, les résultats ne sont pas présentés ici. Les observations générales concernent tous les oiseaux vus ou entendus au cours de marches se déroulant sans itinéraire fixe.

Un nombre total de 10 filets de 12-m de long chacun a été mis en place, jour et nuit, dans la forêt pendant cinq journées consécutives. La poche inférieure d'un filet a été suspendue à près de 20 cm au-dessus du sol. Ils ont été contrôlés au moins toutes les heures à partir du lever du soleil jusqu'à une heure après le coucher du soleil. Les résultats de capture sont exprimés par le nombre d'individus par filet et par jour, décrit sous le terme "filet-jour". Cette méthode est employée pour noter la présence des espèces discrètes et de sous-bois. Le taux de capture permet également de déterminer un indice d'abondance relative qui peut être utilisé pour comparer la densité des espèces d'oiseaux d'un site à l'autre. Pour les espèces malgaches du genre *Phyllastrephus* nous suivons la révision récente proposée par Fjeldsa et al. (sous presse), en les plaçant dans le genre *Berneria*.

**Echantillons** -- Des spécimens d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens et de micro-mammifères ont été récoltés pour servir d'échantillons de référence ainsi que pour vérifier les déterminations faites en forêt. Les échantillons récoltés ont été déposés et catalogués au Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo et au Field Museum of Natural History, Chicago, Etats Unis.

## V - CONNAISSANCES ANTERIEURES SUR LA FAUNE DE LA REGION DE TSINJOARIVO

Entre avril 1929 et mai 1931, la Mission Zoologique Franco-Anglo-Américaine (MZFAA) a mené un inventaire de grande envergure des oiseaux sur la quasi totalité de Madagascar au cours duquel des collections de mammifères ont également été réalisées. Le 17 Mai 1929, une partie de l'équipe de la MZFAA s'est rendue à Tsinjoarivo en voiture (Rand, 1932, p. 236) pour une journée. Les mentions suivantes de Rand (Rand, 1936, p. 163) décrivent leur itinéraire :

"Eastward to Tsinjoarivo (altitude about 1000 meters) the country was much like that from Tananarive to Lamandraka. One passed over grasslands, then through heath and bracken to the humid forest on the edge of the eastern slopes. Here the forest was largely secondary bush that had obtained a considerable height, with a few scattered trees towering above it. The brush was very dense and tangled and very green."



Sur la base du rapport de la MZFAA (Rand, 1936) et des spécimens rapportés par l'expédition qui sont conservés dans les musées suivants : The Natural History Museum (Londres), The American Museum of Natural History (New York) et Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris), peu de spécimens d'oiseaux furent récoltés par le groupe de la MZFAA au cours de leur bref passage à Tsinjoarivo et il est fort probable que le groupe n'ait jamais atteint le grand bloc de forêt à l'est du village.

Des études systématiques portant sur les petits mammifères malgaches conservés dans les collections des musées d'histoire naturelle avec des effectifs importants de Madagascar ont été publiés récemment par Carleton et Schmidt (1990) pour les rongeurs et MacPhee (1987) pour le genre *Microgale*. Aucune de ces études ne fait référence à des spécimens originaires de la région de Tsinjoarivo.

Dans le contexte d'un Projet de Développement Forestier Intégré dans la région du Vakinankaratra (PDFIV) poursuivi par la GTZ, entre le 16 mai et le 3 juin 1997 une équipe de scientifiques a poursuivi un inventaire biologique sur trois sites à l'est de Tsinjoarivo (Rakotondraparany, 1997). Les groupes étudiés incluaient les reptiles, les amphibiens, les insectes, les mammifères (lémuriens, lipotyphlans et rongeurs) et les oiseaux. Le premier site retenu par l'équipe se trouvait dans la forêt d'Ankilahila le long de la Rivière Andrindrimbolo (identique à notre deuxième site d'étude), et leur second site à Ankazomena, à la limite occidentale du grand bloc forestier (environ 19°42'S, 47°47'E).

## VI - RESULTATS

**Reptiles et Amphibiens** -- Au total, nous avons recensé 45 espèces dont 27 d'amphibiens et 18 de reptiles lors de cet inventaire. Le nombre cumulé journalier des espèces répertoriées est donné par le Tableau 1. Pour chaque site on a inventorié respectivement: site de Mahatsinjo: 19 espèces d'amphibiens et 13 espèces de reptiles; site d'Ankilahila: 13 espèces d'amphibiens et 12 espèces de reptiles (Tableau 2). On note une différence notable dans la composition spécifique entre les deux sites. Dix-neuf espèces recensées au sein de la forêt de Mahatsinjo ne sont pas rencontrées dans la forêt d'Ankilahila alors que 13 espèces propre à cette dernière ne sont pas recensées dans celle d'Ankilahila. Parmi les espèces recensées, cinq ont été fréquemment rencontrées sur la lisière forestière: *Heterixalus betsileo*, *Mabuaya boettgeri*, *Zonosaurus aenus*, *Z. ornatus*, et *Liopholidophis sexlineatus*.

*Amphiglossus melanurus* et *A. punctatus* n'ont été capturées que par la méthode des trou-pièges. Grâce à cette méthode, 12 individus appartenant à trois espèces (*A. macrocercus*, *A. melanurus* et *A. punctatus*) ont été capturés pendant 396 jour-pièges, soit un taux de capture de 3,0%.

**Micro-mammifères** -- Comme d'autres études l'avaient préalablement montré, les trou-pièges représentent un excellent moyen pour recenser les petits mammifères, notamment les lipotyphlans. Sur les deux sites, le nombre cumulé d'espèces nouvelles atteignait un plateau avant le terme de la période de capture. Ce plateau avait été atteint après 4 nuits de collecte dans les trou-pièges à Mahatsinjo et après trois nuits à Ankilahila (Tableau 3). Ainsi, compte tenu du fait que l'inventaire se poursuivait pendant plusieurs jours après ce plateau, nous estimons que la mesure de la richesse spécifique des lipotyphlans traduit bien la diversité réelle des deux sites étudiés.

Un nombre total de 11 espèces de lipotyphlans a été capturé avec les seaux enterrés à Ankilahila et 10 espèces à Mahatsinjo (Tableau 4). Le succès de capture à Ankilahila avec les trou-pièges était double de celui relevé à Mahatsinjo.

Bien que les succès de capture avec les pièges standards fussent quasiment identiques sur les sites d'Ankilahila et de Mahatsinjo (Tableau 5), 13 espèces de petits mammifères ont été capturées à Ankilahila contre 6 espèces à Mahatsinjo. A Mahatsinjo *Rattus rattus* représentait près de 50% des animaux capturés, alors qu'il ne totalisait que 15 % dans la forêt d'Ankilahila. Dans les deux sites, le succès de capture de *Microgale dobsoni* était élevé (par rapport aux autres espèces endémiques) et presque égal à celui de *Rattus rattus*.

Dans la forêt de Mahatsinjo un total de 13 espèces de petits mammifères a été capturé dans les pièges standards et les seaux enterrés, y compris des individus de *Hemicentetes semispinosus* qui ont été obtenus dans les pièges placés dans les zones ouvertes et à la lisière de la forêt, ainsi que capturés par des villageois. Parmi ces 13 espèces, neuf appartenaient au genre *Microgale* et deux étaient des rongeurs (un introduit). Des spécimens de *Suncus murinus*, espèce introduite sur l'île, ont été récoltés dans des zones non forestières, autour de hameaux entourant la forêt de Mahatsinjo.



En comparaison, 20 espèces de petits mammifères ont été capturés à Ankilahila et un *Tenrec ecaudatus* a été observé. Sur ces 21 espèces de mammifères relevées sur le site, 10 appartiennent au genre *Microgale* et sept sont des rongeurs (deux introduits). Ainsi un nombre total de 23 espèces de petits mammifères terrestres (à l'exception des primates) a été relevé au cours de notre inventaire sur lesquelles 16 sont des lipotyphlans (y compris 11 espèces de *Microgale* et *Suncus murinus*) et sept espèces de rongeurs (dont deux introduites). La population riveraine nous fournit des détails sur un mammifère aquatique rencontré sur certaines portions de la Rivière Onive qui correspondent parfaitement à la description de *Limnogale mergulus*. Nous n'avons pu mettre en évidence cette espèce lors de nos collectes. Rakotondraparany (1997) a rapporté 12 espèces de rongeurs et de lipotyphlans sur cette zone, toutes retrouvées pendant notre étude.

**Oiseaux** -- Un nombre total de 57 espèces d'oiseaux ont été observées dans celle de Mahatsinjo contre 62 espèces dans la forêt d'Ankilahila (Tableau 6). En ne considérant que les espèces forestières, l'écart entre les deux forêts se creuse et il est de 46 espèces (81 %) à Mahatsinjo contre 55 espèces (89 %) à Ankilahila.

Au cours de 50 "filet-jours" cumulés, 54 oiseaux appartenant à 20 espèces et 64 individus appartenant à 18 espèces ont été respectivement capturés dans les forêts de Mahatsinjo et d'Ankilahila, y compris 19 espèces forestières pour Mahatsinjo et 18 espèces forestières pour Ankilahila. Il n'y a pas beaucoup de variation entre les deux sites si on tient compte de la richesse spécifique. Cependant, l'abondance des individus forestiers était élevée dans la forêt d'Ankilahila (64 individus, soit 100 % des oiseaux capturés dans ce site, contre 53 individus, soit 98 % pour la forêt de Mahatsinjo). Le taux de réussite des filets était de 1,1 oiseaux par filet-jour à Mahatsinjo et de 1,3 oiseaux par filet-jour à Ankilahila.

Sur les 27 espèces d'oiseaux capturées, 8 (31 %) n'ont été capturées qu'à Mahatsinjo (*Newtonia amphichroa*, *Onus rutilus*, *Mystacornis crossleyi*, *Foudia madagascariensis*, *Zosterops maderaspatana*, *Streptopelia picturata*, *Bernieria xanthophrys* et *Copsychus albospecularis*) et 6 (24%) n'ont été capturées qu'à Ankilahila (*Bernieria zosterops*, *Dicrurus forficatus*, *Atelornis pittoides*, *Leptopterus viridis*, *Neodrepanis coruscans* et *Hypsipetes madagascariensis*).

Rakotondraparany (1997) avait rapporté 65 espèces d'oiseaux de la zone de Tsinjoarivo, y compris dans la forêt d'Ankilahila. Les seules espèces forestières qu'il rapportait de ce dernier site et que nous n'avons pas relevées au cours de notre inventaire sont : *Brachypteracias leptosomus*, *Bernieria (Phyllastrephus) tenebrosus* et *Hypositta corallirostris*. *B. tenebrosus* est une espèce peu connue bien qu'en considérant les données disponibles, elle semble être nettement liée aux forêts de plus basse altitude (Langrand, 1995a). De plus, comme aucune mention n'a été faite de *B. xanthophrys* pour ce site, nous soupçonnons fort que les deux espèces aient pu être confondues.

Au cours de la mission de reconnaissance dans la forêt de Tsinjoarivo à la fin décembre 1998, un seul individu de *Tyto soumagnei* a été observé à près de 1450 m d'altitude le long d'un versant au-dessus de la Rivière Ankazomena sur un sentier menant vers Antsahabe.

## VII - ANALYSES ET DISCUSSION

**Reptiles et Amphibiens** -- Il ressort des résultats de l'inventaire de la forêt de Tsinjoarivo que celle-ci est riche du point de vue de l'herpétofaune. Le nombre d'espèces de reptiles et d'amphibiens (45 espèces) est comparable avec celui enregistré dans d'autres sites situés à la même altitude. En utilisant les mêmes techniques d'inventaire, on a recensé : 48 espèces à la Réserve Spéciale (RS) d'Ambohitantely (une aire protégée du Haut Plateau Central composée d'îlots forestiers isolés de tout grand bloc forestier) dont 28 espèces d'amphibiens et 20 espèces de reptiles (1300-1600 m) (Vallen, 1999; Nussbaum, in litt.); 43 espèces au Parc National (PN) d'Andringitra dont 29 espèces d'amphibiens et 14 espèces de reptiles (1200-1700 m) (Raxworthy & Nussbaum, 1996); 38 espèces à la RS d'Anjanaharibe-Sud dont 21 espèces d'amphibiens et 17 espèces de reptiles (1200-1600 m) (Raxworthy et al., 1998); et à Andranomay : 47 espèces dont 24 amphibiens et 23 reptiles (1300 m) (Raselimanana, 1998).

L'herpétofaune de Tsinjoarivo est principalement représentée par des espèces communes à la forêt de l'est. Cependant, nous avons identifié sept espèces endémiques (13 %) de la région du Plateau Central (800-1500 m d'altitude) qui sont *Mantidactylus ambohitombi*, *Boophis goudoti*, *B. rhodoscelis*, *Zonosaurus ornatus*, *Liopholidophis sexlineatus*, *Liopholidophis doliocercus* et *Liopholidophis grandidieri* (Raxworthy & Nussbaum, 1995; Cadle, 1996). Trois espèces de montagne (altitude supérieure à 1500 m) ont également été recensées dans la forêt de Tsinjoarivo : *Mantidactylus alutus*, *Calumma hilleniusi* et *Mabuya boettgeri* (5%) (Raxworthy & Nussbaum, 1995). Ces dernières espèces sont également rencontrées au sein de la forêt du Massif de l'Ankaratra. La forêt de Tsinjoarivo abrite donc une combinaison d'espèces des hauts plateaux et d'espèces de l'est. Ceci peut être attribué à la position géographique de la forêt.



En comparant les espèces trouvées dans la forêt de Mahatsinjo (dégradée et isolée -- 32 espèces) à celles de la forêt d'Ankilahila (formation assez intacte -- 26 espèces) on remarque que la forêt dégradée montre une herpétofaune plus riche. La différence peut être imputée à l'effort d'inventaire dans la mesure où deux chercheurs ont mené l'inventaire dans la forêt de Mahatsinjo alors qu'un seul chercheur le faisait dans la forêt d'Ankilahila. De plus, dans la forêt de Mahatsinjo on note la présence d'espèces colonisatrices des endroits ouverts (13 % -- *Zonosaurus ornatus*, *Mabuya aeneus*, *M. boettgeri*, et *Liopholidophis sexlineatus*) qui accroissent probablement le nombre d'espèces de la formation secondaire. On note aussi la présence de quelques espèces ubiquistes dans cette forêt de Mahatsinjo (*Mantidactylus betsileanus*, *M. biporus*, *M. femoralis*, *Boophis goudoti*, et *Z. aenus*) qui peut interférer dans la hausse de la richesse spécifique de ce site. Mais cette comparaison nous révèle aussi que du point de vue composition spécifique il y a beaucoup d'espèces propres à la formation primaire c'est-à-dire des espèces forestières que l'on ne retrouve pas dans la forêt dégradée. Le bilan à la fin du tableau 2 nous révèle nettement qu'il y a plus d'espèces forestières dans la forêt d'Ankilahila (39% contre 34% dans la forêt de Mahatsinjo). Parmi ces espèces forestières, on peut citer: *Amphiglossus punctatus*, *Lygodactylus cf. tolampyae*, *Uroplatus phantasticus* et *Liopholidophis dolicoercus*.

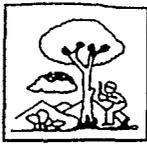
Lorsqu'en décembre 1995, J. Rafanomezantsoa était dans la forêt de Beanana à 18 km au sud-est de Tsinjoarivo, à une altitude de 1430 m, il a récolté un certain nombre d'espèces que nous n'avons pu relever au cours des inventaires à Mahatsinjo et Ankilahila. Ces espèces sont : *Mantidactylus madagascariensis*, *M. curtus*, *M. grandidieri*, *M. liber*, *Platypelis grandis*, *Plethodontohyla inguinalis*, *P. pseudonotosticta* et *Zonosaurus madagascariensis*. Des spécimens de tous ces taxons sont conservés au Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. D'autres espèces de reptiles et d'amphibiens ont été rapportées de la région de Tsinjoarivo (Rakotondraparany, 1997) qui n'ont pas été recensées au cours de notre inventaire. Nous n'avons pas procédé aux vérifications des déterminations et nous nous abstenons de reprendre ces résultats ici.

**Micro-mammifères** -- La diversité des petits mammifères des sites que nous avons étudiés était exceptionnellement élevée, à savoir 24 espèces, comprenant 17 lipotyphlans (11 espèces de *Microgale* spp. et une espèce introduite) et 7 espèces de rongeurs (deux introduites). En employant des techniques de suivi identiques dans des types de forêt orientale humide similaires et dans des zones d'altitude comparables, les niveaux de richesse spécifique suivants ont été calculés : Andringitra (1210-1625 m) -- total de 17 espèces de petits mammifères y compris 9 lipotyphlans et 8 rongeurs dont un introduit (Goodman & Carleton 1996, Goodman *et al.*, 1996) ; Anjanaharibe-Sud (1260-1550 m) -- 16 espèces de petits mammifères comprenant 9 lipotyphlans et 7 rongeurs dont un introduit (Goodman & Carleton, 1998 ; Goodman & Jenkins, 1998) ; Andohahela (1200-1500 m) -- 18 espèces de petits mammifères comprenant 12 espèces de lipotyphlans et 6 rongeurs dont un introduit (Goodman *et al.*, 1999 a, 1999 b) ; et la forêt d'Andranomay, District d'Anjozorobe (1300 m) -- 19 espèces de petits mammifères comprenant 12 lipotyphlans et 7 rongeurs dont un introduit (Goodman *et al.*, 1998b). A notre connaissance, la communauté de petits mammifères telle qu'elle a été documentée dans la Forêt de Tsinjoarivo est à ce jour la plus riche qui n'ait jamais été documentée à Madagascar. Il s'agit de la seule localité connue où les deux espèces du genre *Hemicentetes* sont sympatriques.

La communauté de lipotyphlan (Soricidae) la plus riche en espèces connue en Afrique tropicale est celle de la forêt de Dzanga-Sangha de la République Centre-Africaine avec 16 espèces sympatriques sur une aire de 35 km<sup>2</sup> (Ray & Hutterer, 1995). La communauté des lipotyphlan endémiques de Tsinjoarivo est aussi importante en nombre d'espèces à celle de Dzanga-Sangha, mais rassemblée sur une surface supérieure.

La richesse spécifique des lipotyphlans était légèrement plus importante dans le grand bloc forestier d'Ankilahila que dans la forêt isolée et fragmentée de Mahatsinjo. La principale différence relevée entre les lipotyphlans sur ces deux sites concernait la mesure de l'abondance relative basée sur le taux de capture des trou-pièges -- le taux dans la forêt d'Ankilahila était 2,5 fois plus important que celui de la forêt de Mahatsinjo. Tous les individus de *Microgale pusilla* capturés à Mahatsinjo ont été obtenus dans une ligne de seaux placée dans un marais sur la lisière forestière. Ce type d'habitat n'a pas été échantillonné à Ankilahila. A l'exception de cette espèce et de *Hemicentetes nigriceps*, tous les autres lipotyphlans capturés à Mahatsinjo ont également été obtenus à Ankilahila.

Dans la forêt de Mahatsinjo seules deux espèces de rongeurs ont été capturées dont une introduite, alors que sept espèces ont été relevées dans la Forêt d'Ankilahila dont deux introduites. Il y a également d'importantes différences dans les mesures d'abondances relatives des rongeurs entre les deux sites : 15 individus de rongeurs ont été capturés au cours de 600 nuit-pièges à Ankilahila avec un taux de succès par piège de 2,5 % (1,2 % sans les rongeurs introduits) et 27 individus de rongeurs pour le même nombre de nuit-pièges à Mahatsinjo se soldant par un taux de succès par piège de 4,5 % (0,5 % sans les rongeurs introduits). Ainsi, bien que l'abondance globale des rongeurs de la forêt de Mahatsinjo soit plus élevée que celle d'Ankilahila, la grande majorité des individus correspondent à des espèces introduites. Cependant, la richesse spécifique est nettement plus élevée dans le dernier site que dans le premier.



**Oiseaux** -- Si on compare l'avifaune de la forêt de Mahatsinjo à celle d'Ankilahila, on constate que les deux sites d'étude contiennent à peu près le même nombre total d'espèces (respectivement 57 et 62 espèces ; Tableau 6) même si les surfaces des deux sites sont différentes (celle de Mahatsinjo étant plus petite que celle d'Ankilahila). Ceci suggère que certains oiseaux pourraient migrer d'un site à un autre, les deux stations étudiées n'étant pas très éloignées. De récentes recherches sur quelques espèces d'oiseaux rencontrées dans le principal site de contrôle et dans des fragments forestiers isolés mais proches dans la RS d'Ambohitantely semblent indiquer qu'un échange génétique existe entre les populations (Andrianarimisa *et al.*, sous presse). Une autre possibilité pour expliquer les niveaux de richesse spécifique similaires entre les deux sites de Tsinjoarivo se trouve dans l'isolement des fragments qui n'ont pas été isolés depuis assez longtemps pour conduire à l'extinction locale de certaines espèces.

Les résultats de la forêt de Mahatsinjo montrent que 46 des 57 espèces (81%) sont forestières et ceux de la forêt d'Ankilahila montrent 55 espèces forestières sur 62 (89% ; Tableau 6). De plus, les résultats des piégeages aux filets fournissent une mesure relative de la densité des oiseaux de sous-bois : dans la forêt d'Ankilahila 64 individus ont été capturés au cours de 50 filet-jours (taux de capture de 1,3 oiseaux par filet-jour) alors que dans la forêt de Mahatsinjo, 54 individus ont été capturés en 50 filet-jours (1,1 oiseaux par filet-jour). Bien que la différence entre les taux de capture ne soit pas grande, il semble y avoir une tendance vers une densité plus importante d'oiseaux de sous-bois dans la forêt d'Ankilahila.

Une comparaison de l'avifaune connue de nos deux sites d'études dans la région de Tsinjoarivo avec celles d'autres sites inventoriés : près d'Ambositra dans la forêt d'Ankazomivady (1670 m), sur le versant est du Parc National d'Andringitra (1625 m), de la Réserve Spéciale d'Ambohitantely (1480 m) et de la forêt d'Andranomay dans le district d'Anjozorobe (1300 m), montre que la communauté d'oiseaux forestiers relevée dans la Forêt de Tsinjoarivo, et notamment celle de la forêt d'Ankilahila, est exceptionnellement riche (Tableau 6).

## VIII - CONCLUSION

Le reste du grand bloc forestier à l'est de Tsinjoarivo contient un nombre de plantes et d'animaux endémiques remarquables. Tous les groupes étudiés au cours de notre inventaire (herpétofaune, oiseaux et micro-mammifères) montrent un niveau de richesse spécifique élevé par rapport à d'autres sites du Plateau Central ou de la forêt humide orientale à des altitudes similaires.

Une explication de ce niveau de diversité exceptionnel peut se trouver dans le fait que la grande parcelle forestière à l'est de Tsinjoarivo (qui inclut notre site d'étude à Ankilahila) fait partie d'une grande aire forestière qui s'étend le long de l'arête orientale du Plateau Central et de l'escarpement oriental. Bien que cette zone soit complexe du point de vue topographique, la plupart des forêts subsistantes se retrouvent dans une bande d'altitude relativement étroite et montrent certainement une flore relativement homogène. La combinaison de la taille et de la connexion à des habitats naturels situés plus à l'est joue probablement un rôle important dans l'augmentation de la richesse spécifique.

Bien que nos inventaires de la forêt isolée de Mahatsinjo et de la forêt quasiment intacte d'Ankilahila ne soient pas très détaillés du point de vue expérimentation pour formuler des conclusions définitives, ils fournissent néanmoins de bons indices sur les effets de la fragmentation de la forêt sur les trois groupes étudiés.

**Mammifères** – Sur la base de récents travaux menés dans la Réserve Spéciale (RS) d'Ambohitantely (une aire protégée composée d'îlots forestiers qui ne sont pas en contact avec un grand bloc forestier) sur les effets de l'isolement de la forêt sur les populations de petits mammifères, plusieurs conclusions ressortent (Goodman & Rakotondravy, sous presse : non publié) :

- la richesse spécifique des rongeurs Nesomyinae d'Ambohitantely est nettement inférieure (même dans les grands fragments) à ce qui aurait pu être prévue en extrapolant les richesses spécifiques des forêts du Plateau Central ou le long de l'escarpement oriental à des altitudes similaires ;
- les Nesomyinae sont quasiment absents des plus petits fragments forestiers ;
- dans tous les sites inventoriés, quelque soit leur taille (le plus grand représentant environ 1250 ha), *Rattus rattus* a totalement colonisé la forêt. Ce rongeur introduit peut concurrencer et remplacer les rongeurs endémiques ;
- la diversité des lipotyphlans dans le plus grand fragment, le site de contrôle de 1250 ha, était comparable à celle relevée dans des systèmes forestiers étendus le long de l'escarpement oriental à des altitudes similaires ;
- dans les aires forestières de moins de 1250 ha la richesse spécifique des lipotyphlans montrait un net déclin.



Les résultats globaux de notre étude sur les petits mammifères dans les deux sites de la Forêt de Tsinjoarivo suivent les mêmes tendances que celles trouvées à Ambohitantely. Les Nesomyinae semblent particulièrement sensibles à la fragmentation de la forêt et la richesse spécifique du bloc de Mahatsinjo est nettement inférieure à celle d'Ankilahila. De plus, *Rattus rattus* est le rongeur dominant dans les captures du premier site. Les richesses spécifiques des lipotyphlans sont peu différentes entre les deux sites bien que la densité soit nettement plus élevée à Ankilahila (à Ambohitantely aucune différence notable n'a été enregistrée dans les taux de capture entre le grand site de contrôle et les petits fragments forestiers).

**Oiseaux** – Le grand bloc forestier dans lequel se trouvait notre site d'études à Ankilahila contient une avifaune forestière riche et diverse. Sur la base des comparaisons portées dans le Tableau 6, le seul autre site du Plateau Central avec une communauté d'oiseaux forestiers aussi riche est constitué par la forêt d'Andranomay, qui est importante du point de vue de la superficie et qui était connectée jusqu'à récemment à un grand bloc de forêt le long de l'escarpement oriental. Le nombre d'espèces strictement forestières rencontrées dans la RS d'Ambohitantely est bas comparé à ceux d'Ankilahila et d'Andranomay. Ceci constitue une autre preuve de l'importance de la taille et de la connexion pour le maintien de la diversité biologique. Dans le même cas de figure, le nombre d'oiseaux dépendants de la forêt est plus important dans la Forêt d'Ankilahila que dans celle de Mahatsinjo.

**Herpétofaune** – Les résultats de cet inventaire montrent que l'herpétofaune de la forêt de Tsinjoarivo est apparemment riche. Bien qu'il ressorte de notre inventaire que la forêt de Mahatsinjo est plus diversifiée en composition herpétofaunique, notons que parmi les espèces qu'elle héberge, un nombre non négligeable est réputé fréquenter les endroits ouverts et la lisière forestière, c'est l'effet probable de la fragmentation d'origine récente de ce bloc forestier: effet de lisière. Cependant, bien qu'herpétologiquement plus pauvre comparée à cette forêt de Mahatsinjo, la forêt d'Ankilahila présente quand même une affinité particulière en hébergeant plus d'espèces forestières que la forêt de Mahatsinjo. Les résultats de cet inventaire démontrent aussi que la forêt de Tsinjoarivo est apparemment riche en herpétofaune.

**Conclusion générale** – Les aires persistantes du grand bloc forestier à l'est de Tsinjoarivo sont soumises à une forte pression liée à l'augmentation de la population humaine locale, avec pour corollaire les besoins pressants en surfaces cultivées. La diversité biotique des vertébrés terrestres de la forêt de Tsinjoarivo est parmi les plus fortes enregistrées sur le Haut Plateau Central et partout ailleurs sur l'île. A moins que des mesures ne soient prises rapidement, les forêts de cette région vont à court terme soit disparaître, soit se fragmenter considérablement faisant perdre en retour à Madagascar et au reste du monde un aspect remarquable de son héritage naturel.

## REMERCIEMENTS

Nos recherches à Madagascar ont été autorisées par la Direction des Eaux et Forêts et la Commission Tripartite (Permit n°. 213/MEF/DGEF/DGDRF/SCB du 17 décembre 1998). Le travail de terrain a été réalisé avec le soutien de National Geographic Society (6336-98). Nous tenons aussi à remercier le Maire de Tsinjoarivo, M. Harison Rakotoariamana, M. Rachel dit Ledada Razafindravao, Madame Regina Laub-Fisher et M. Harald Schütz pour l'aide qu'ils nous ont apportée tout au long de cette mission et à Lucienne Wilmé pour son aide à la rédaction du manuscrit.

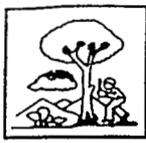
## BIBLIOGRAPHIE

Andrianarimisa, A. 1995. A record of the Sunbird-asity *Neodrepanis coruscans* in the Réserve Spéciale d'Ambohitantely. Working Group on Birds of the Madagascar Region Newsletter, 5(2): 8-9.

Andrianarimisa, A., Bachmann, L., Ganzhorn, J. U., Goodman, S. M., & Tomiuk, J. sous presse. Effects of forest fragmentation on genetic variation in endemic understory forest birds in central Madagascar. Journal für Ornithologie.

Cadle, J. E. 1996. Snakes of the genus *Liopholidophis* (Colubridae) from eastern Madagascar: new species, revisionary notes, and an estimate of phylogeny. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 154: 394-408.

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.



Donque, G. 1975. Contribution géographique a l'étude du climat de Madagascar. Nouvelle Imprimerie des Arts Graphiques, Antananarivo, 478 pp.

Fjeldsa, J., Goodman, S.M., Schulenberg, T. S. & Silkas, B. sous presse. Molecular evidence for relationships of Malagasy birds. In : Adams, N. & Slotow, R., eds. Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress, Durban, University of Natal.

Goodman, S. M. & Carleton, M. D. 1996. The rodents of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. pp. 257-283. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series n° 85.

Goodman, S. M. & Carleton, M. D. 1998. The rodents of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar. pp. 201-221. In: S. M. Goodman (ed.): A floral and faunal inventory of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series, n° 90.

Goodman, S. M., Carleton, M. D., & Pidgeon, M. 1999b. The rodents of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar. pp. 217-249. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series, n° 94.

Goodman, S. M., Duplantier, J.-M., Rakotomalaza, P. J., Raselimanana, A. P., Rasoloarison, R., Ravokatra, M., Soarimalala, V., & Wilmé, L. 1998. Inventaire biologique de la forêt d'Ankazomivady, Ambositra. Akon'ny Ala, 24: 19-32.

Goodman, S. M. & Jenkins, P. D. 1998. The insectivores of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar. pp. 139-161. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series, no° 90.

Goodman, S. M., Jenkins, P. D., & Pidgeon, M. 1999a. The Lipotyphla (Tenrecidae and Soricidae) of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar. pp. 187-216. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series, n° 94.

Goodman, S. M. & Putnam, M. S. 1996. The birds of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. pp. 171-190. In: Goodman, S. M., ed. A floral and faunal inventory of the eastern side of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series, n° 85.

Goodman, S. M. & Rakotondravony, D. sous presse. The effects of forest fragmentation and isolation on insectivorous small mammals (Lipotyphla) on the Central High Plateau of Madagascar. Journal of Zoology, London.

Goodman, S. M., Rakotondravony, D., Olson, L. E., Razafimahatratra, E. & Soarimalala, V. 1998b. Les insectivores et les rongeurs, pp. 80-93. In: Rakotondravony, D. & Goodman, S. M., eds. Inventaire biologique Forêt d'Andranomay, Anjozorobe. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo, Recherches pour le Développement, Série Sciences biologiques, N° 13.

Goodman, S. M., Raxworthy, C. J. & Jenkins, P. A. 1996. Insectivore ecology in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. pp. 218-230. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: with reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series, n° 85.

Goodman, S. M. & Schütz, H. 1999. Observations of lemurs in the forest east of Tsinjoarivo, Ambatolampy. Lemur News 4: 14 - 16.

GTZ. 1996. Tsinjoarivo, carte des forêts, 1:25 000.

Koechlin, J., Guillaumet, J.-L. & Morat, P. 1974. Flore et Végétation de Madagascar. Cramer, Vaduz, Liechtenstein, 687 pp.

Langrand, O. 1995a. Guide des oiseaux de Madagascar. Delachaux et Niestlé, Lausanne.

Langrand, O. 1995b. The effects of forest fragmentation on bird species in Madagascar: a case study from Ambohitantely Forest Reserve on the Central High Plateau. Master of Science Thesis, University of Natal, Pietermaritzburg.

Langrand, O. & Wilmé, L. 1997. Effects of forest fragmentation on extinction patterns of the endemic avifauna on Central High Plateau of Madagascar. pp. 280-305. In: Goodman, S. M. & B. D. Patterson, eds. Natural change and human impact in Madagascar. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.



- MacPhee, R. D. E. 1987.** The shrew tenrecs of Madagascar: Systematic revision and Holocene distribution (Tenrecidae, Insectivora). *American Museum Novitates*, 2889:1-45.
- Rainiberiaka, A. R. M. 1997.** Analyses floristique et structurale des différents types de forêts à Tsinjoarivo-Ambatolampy (Typologie - utilisation locale des plantes). Mémoire de D.E.A. de Sciences Biologiques Appliquées. Option: Ecologie végétale, Université d'Antananarivo.
- Rakotondraparany, F. 1997.** Inventaire faunistique de la Forêt Naturelle de Tsinjoarivo-Ambatolampy. Projet de Développement Forestier Intégré dans la région du Vakinankaratra, GTZ, Antananarivo.
- Rakotondravony, D. & Goodman, S. M. ed. 1998.** Inventaire biologique Forêt d'Andranomay, Anjozorobe. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo, Recherches pour le Développement, Série Sciences biologiques, N° 13: 1-110.
- Rand, A. L. 1932.** Mission Franco-Anglo-Américaine à Madagascar. Notes de voyage. Oiseau et Revue Française d'Ornithologie, 2: 227-282.
- Rand, A. L. 1936.** The distribution and habits of Madagascar birds. A summary of the field notes of the Mission Zoologique Franco-Anglo-Américaine à Madagascar. Bulletin of the American Museum of Natural History, 72:143-499.
- Raselimanana, A. Ph. 1998.** La diversité de la faune de reptiles et d'amphibiens, pp 43-59. In: D. Rakotondravony & S. M. Goodman, eds. Inventaire biologique de la forêt d'Andranomay, Anjozorobe. Centre d'Information et de documentation Scientifique et technique. Recherche pour le développement, Série Sciences biologiques, n° 13.
- Ravokatra, M., Wilmé, L. & Goodman, S. M. 1998.** Les Oiseaux, pp. 60-79. In: Inventaire biologique, Forêt d'Andranomay, Anjozorobe. D. Rakotondravony & S. M. Goodman, eds. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo. Recherches pour le Développement, Série Sciences biologiques, n° 13.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1995.** Montane amphibian and reptile communities in Madagascar. *Conservation Biology*, 10: 750-756.
- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1996.** Amphibians and reptiles of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: A study of elevational distribution and local endemism, pp 158-170. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: with reference to elevational variation. *Fieldiana: Zoology, new series*, n° 85.
- Raxworthy, C. J., F. Andreone, R. A. Nussbaum, N. Rabibisoa, & H. Randriamahazo. 1998.** Amphibians and reptiles of the Anjanaharibe-Sud Massif, Madagascar: Elevational distribution and regional endemism, pp. 79-92. In: S. M. Goodman, ed. A floral and faunal inventory of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar: with reference to elevational variation. *Fieldiana: Zoology, new series*, n° 90.
- Ray, J. C. & Hutterer, R. 1995.** Structure of a shrew community in the Central African Republic based on the analysis of carnivore scats, with the description of a new *Sylvisorex* (Mammalia: Soricidae). *Ecotropica*, 1: 85-97.
- Stephenson, P. J., Randriamahazo, H., Rakotoarison, N. & Racey, P. A. 1994.** Conservation of mammalian species diversity in Ambohitantely Special Reserve, Madagascar. *Biological Conservation*, 69: 213-218.
- Vallen, D. 1999.** Consequences of degradation and fragmentation of the Malagasy rainforests on amphibian communities. Ph.D. thesis, Zoologisches Institut der Universität Bern.
- Wilmé, L. 1996.** Composition and characteristics of bird communities in Madagascar, pp. 349-362. In: Lourenço, W. R. (ed.): Biogéographie de Madagascar. Editions ORSTOM, Paris.
- Wilmé, L., Langrand, O. & Goodman, S. M. sous presse.** The effects of forest fragmentation on bird species abundance: a case study from the Central High Plateau. *Ostrich*.