

# Parasites gastro-intestinaux de *Microcebus murinus* de la forêt littorale de Mandena, Madagascar

Brigitte M. Raharivololona<sup>1</sup>

Département d'Anthropologie et de Biologie Évolutive  
Faculté des Sciences B.P. 906  
Université d'Antananarivo  
Antananarivo 101, Madagascar  
E-mail: raharivololonabrigitte@yahoo.fr

## RÉSUMÉ

Ce travail avait pour but de décrire les parasites gastro-intestinaux du lémurien *Microcebus murinus* de la forêt littorale fragmentée de Mandena et d'évaluer l'analyse des parasites basée sur des échantillons de fèces. Des matières fécales au nombre de 427 provenant de 169 individus de *M. murinus* vivant dans cinq fragments de forêt ont été analysées. Trois individus de *M. murinus* ont été sacrifiés et autopsiés en vue d'une identification des vers parasite qui ont pondu chaque type d'œuf trouvé dans les excréments et afin de voir leurs localisations dans le tube digestif de l'animal. *Microcebus murinus* héberge neuf espèces de parasites gastro-intestinaux dont six nématodes avec une espèce non-identifiée d'Ascarididae, une espèce de Subuluridae du genre *Subulura*, une espèce de l'ordre des Strongylida et du genre *Trichuris* (Trichuridae), deux espèces d'Oxyuridae dont l'une est du genre *Lemuricola* et l'autre reste encore non-identifiée, deux cestodes appartenant au genre *Hymenolepis* (Hymenolepididae) et un protozoaire de l'ordre des Coccidia. Comparés à toutes les études déjà faites auparavant sur les parasites gastro-intestinaux de *M. murinus*, les parasites hébergés par les microcèbes de Mandena appartiennent à d'autres espèces que celles qui étaient déjà connues pour infester cette espèce de lémurien. De cette étude, je suggère que le nombre d'œufs et de larves de *Subulura* sp. trouvés dans les matières fécales pourrait refléter l'intensité de l'infestation des microcèbes par cette espèce de parasite.

## ABSTRACT

So far parasitological studies were concentrated on large primates such as apes and monkeys. This is probably due to epidemiological interest because apes, which are genetically closer to humans, are known to be a reservoir of certain pests and diseases fatal to humans and vice versa. Prosimian gastrointestinal parasites are less studied. The goal of this project was to assess and describe the gastro-intestinal parasites of the lemur species *Microcebus murinus* from the littoral forest fragments of Mandena, southeastern Madagascar. In addition I wanted to evaluate the utility of determining gastro-intestinal parasite loads based on fecal samples. From April 2003 to October 2005, a total of 427 fecal samples from 169 different individuals of *M. murinus* from five forest fragments were

analyzed to assess the parasite species richness of this lemur species based on parasite larvae and egg morphology. Three individuals of *M. murinus* were also sacrificed in order to look for adult worms for identification and confirmation of parasite species, and to localize their gastro-intestinal parasites in the digestive tract. Screening all fecal samples by using the modified technique of the McMaster flotation, I noted that *Microcebus murinus* harbored nine different forms of intestinal parasites, and six of them were nematodes: a member of the Ascarididae family, one species of the Subuluridae family represented by the genus *Subulura*, an unidentified Strongylida, a species of the genus *Trichuris* (Trichuridae), two forms of the Oxyuridae family, one from the genus *Lemuricola* and the other still unidentified. For the Plathelminthes, two cestodes of the genus *Hymenolepis* (Hymenolepididae) were found and one species of Protozoa, belonging to the Coccidia order. These gastro-intestinal parasites of *M. murinus* from Mandena have not been described as parasites of *M. murinus* yet. The cestode infection of this lemur deserves special attention because no study has reported lemurs infected by cestodes up to now. Adult worms of the *Trichuris* species were found in the caecum. I localized *Lemuricola* worms in the caecum and large intestine. *Subulura* worms were more abundant in the caecum than in the small and large intestine. A large number of *Subulura* larvae has been observed in the caecum. As exemplified by the data on *Subulura* sp. worms in the digestive tract of *M. murinus*, the number of nematode parasite eggs and larvae found in the feces are correlated with the intensity of infection in the digestive tract.

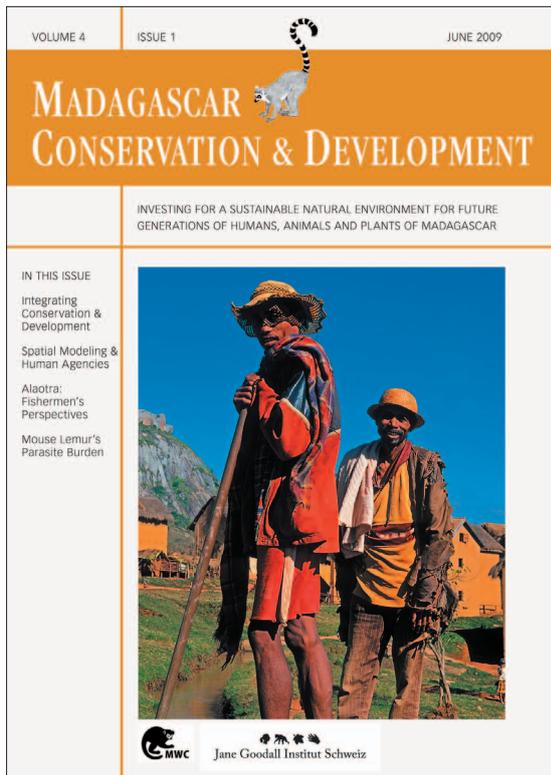
MOTS CLEF : *Microcebus murinus*, infestation parasitaire, morphologie, nématodes, cestodes, protozoaires.

KEYWORDS: *Microcebus murinus*, parasites, lemurs, primates, Nematoda, Cestoda, Protozoa.

## INTRODUCTION

Madagascar est connu comme l'un des pays les plus riches en biodiversité dans le monde avec un taux d'endémicité très élevé (Mittermeier et al. 2004). Cette biodiversité concerne toutes les catégories du vivant, y compris les parasites. Or ces derniers peuvent affecter la survie et la reproduction de l'hôte par des effets pathologiques et indirectement par modification des

<sup>1</sup> Département d'Écologie Animale et de Conservation, Université de Hambourg, Biozentrum Grindel, Martin-Luther-King Platz 3, D-20146 Hambourg, Allemagne.



Madagascar Conservation & Development is the journal of Madagascar Wildlife Conservation (MWC) and the Jane Goodall Institute (JGI Switzerland). It is produced in these institutions' own responsibility.

All the Issues and articles are freely available at <http://www.mwc-info.net/en/services/journal.htm>

Contact Journal MCD  
 info@journalmcd.net for general inquiries MCD  
 funding@journalmcd.net for supporting the journal

Journal Madagascar Conservation & Development  
 Institute and Museum of Anthropology  
 University of Zurich  
 Winterthurerstrasse 190  
 CH-8057 Zurich, Switzerland



contact@mwc-info.net for general inquiries

Postfach 2701  
 CH-8021 Zürich, Switzerland

Logement 11, Cité Andohaniato  
 Antananarivo 101, Madagascar



info@janegoodall.ch for general inquiries JGI

Jane Goodall Institute Schweiz  
 Postfach 2807  
 8033 Zürich  
 Switzerland

conditions physiologiques de l'hôte (Chandra et Newberne 1977, Boyce 1990, Dobson et Hudson 1992, Hudson et al. 1992, Coop et Holmes 1996). Une sévère parasitose peut provoquer une hémorragie, une immuno-dépression, un avortement spontané chez les femelles, des malformations congénitales chez le jeune et des décès (Chandra et Newberne 1977, Despommier et al. 1995). Pour une meilleure protection de la biodiversité, il est important de considérer l'étude des agents pathogènes dont les parasites.

Beaucoup d'études ont été faites sur les parasites gastro-intestinaux des singes sauvages d'Afrique (McGrew et al. 1989, Ashford et al. 1990, 2000, Lilly et al. 2002), des babouins également en Afrique (Appleton et al. 1986, Eley et al. 1989, Müller-Graf et al. 1997, Hahn et al. 2003) et des singes hurleurs américains (Stuart et al. 1990, 1998, Stoner 1996). Les parasites gastro-intestinaux affectant les autres taxons de primates restent cependant moins connus (Stuart et al. 1993, Gillespie et al. 2004, 2005). Baer (1935) a fait des études sur quelques helminthes de lémuriens et d'autres auteurs ont aussi déployé des efforts pour étudier les parasites gastro-intestinaux de ces primates, mais surtout sur les nématodes (ex. Chabaud et Choquet 1955, Chabaud et Brygoo 1956, Chabaud et Petter 1958, 1959, Chabaud et al. 1961a, 1961b, 1964, 1965, Petter et al. 1972). Hugot, Morand, Gardner et Baylac ont spécifiquement orienté leurs travaux de recherche sur la phylogénie des oxyures (Nematoda) des lémuriens (Hugot 1998, Hugot et Baylac 2007, Hugot et al. 1995, 1996). Randriamiadamanana (1998) et Rasambainarivo (2008) ont aussi réalisé des études sur les parasites des lémuriens mais celles-ci ont été effectuées sur des animaux en captivité dans des parcs zoologiques. Irwin et Raharison (soumis) ont résumé l'état actuel de nos connaissances sur les parasites de lémuriens. Peu d'études ont inventoriés les parasites de lémuriens vivant en liberté (Junge et Louis 2002, 2005, 2007, Junge et Sauther 2006, Raharivololona 2006, Raharivololona et al. 2007, Schwitzer et al. soumis).

Dans la présente étude, j'ai examiné les parasites gastro-intestinaux de *Microcebus murinus* vivant en totale liberté dans la forêt littorale de Mandena. Le but était d'inventorier, de décrire et de localiser toutes les espèces de parasites gastro-intestinaux (helminthes et protozoaires) infestant cet animal et aussi d'examiner si l'infestation parasitaire pouvait être mesurée par le nombre d'œufs et de larves présents dans les matières fécales. L'objectif de ce travail n'était pas de procéder à une étude morphologique complète des parasites mais de fournir les caractères significatifs appréciables sur les échantillons en vue d'une diagnose. La première partie de cet article correspond à une mise à jour des identifications préliminaires des parasites de microcèbes déjà publiées (Raharivololona 2006) et dans la deuxième partie je présente une corrélation entre l'infestation parasitaire et le nombre d'œufs et de larves dans les matières fécales.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

**ESPÈCE ÉTUDIÉE.** *Microcebus murinus* est un petit lémurien nocturne pesant 60 g environ (Rasoloarison et al. 2000). Il est arboricole et omnivore. Sa nourriture est composée d'invertébrés, de fruits, de fleurs, de gommes, de nectar et de petits amphibiens et reptiles. L'animal cherche sa nourriture en solitaire mais il dort en groupe pendant le jour (Mittermeier et al. 2006).

**SITE D'ÉTUDE.** Cette étude a été effectuée dans la forêt littorale fragmentée de Mandena qui se trouve à 12 km au nord-est de Tolagnaro (Fort-Dauphin), dans le sud-est de Madagascar. L'altitude du site est comprise entre 0 et 20 m, centré sur le point 47° 00' E, 24° 57' S. La forêt est sempervirente avec des arbres de 10 à 15 m de hauteur et un sous-bois dense. La pluviométrie annuelle est de 1540 mm en moyenne dans les zones à proximité de Tolagnaro et la saison sèche est difficile à distinguer. Les différents fragments de forêt sont numérotés de M1 à M20. Les captures ont été faites dans les cinq fragments M5, M13, M15, M16 et M20 (Ganzhorn et al. 2007, Vincelette et al. 2007) (Figure 1).

**CAPTURE DES ANIMAUX.** Les captures ont été faites à l'aide de pièges Sherman utilisés dans les parcelles permanentes pré-établies dans les différentes zones d'étude en suivant les procédures standard (Ramanamanjato et Ganzhorn 2001). Les pièges étaient appâtés d'une tranche de banane et installés dans 40 ou 50 localités dans chaque parcelle permanente des cinq fragments de forêt pendant quatre nuits successives par mois. Dans chaque localité, deux pièges ont été posés dont un sur le sol et un autre ficelé sur une branche d'arbre à 1,5 m au dessus du sol. Tous les animaux capturés ont été mesurés, pesés, sexés et marqués avec un transpondeur sous-dermique. Ils ont ensuite été relâchés à l'endroit même de leur capture.

Les périodes de capture se sont déroulées d'avril à octobre 2003, en mai 2004, de mi-octobre à mi-novembre 2004 et de juillet à octobre 2005. Petra Lahann, Nina Rüdél et Jörg Schüller ont fourni d'autres échantillons provenant d'animaux capturés entre novembre 2003 et mars 2004, ainsi qu'en juin et en juillet 2003.

**PRÉSERVATION DES MATIÈRES FÉCALES ET IDENTIFICATION DES PARASITES.** Les fèces fraîchement expulsées par les animaux dans les pièges, dans les sacs ou aux endroits où ils ont été libérés, ou encore pendant toutes les opérations réalisées sur eux (mesure, pesée, etc.) ont été collectées et préservées dans des tubes contenant du formol à 4%. La technique de flottaison de McMaster modifiée (Sloss et al. 1994) a été utilisée pour les analyses coprologiques qualitatives et quantitatives car c'est une méthode classique pour évaluer le nombre de vers (ex. Gulland et al. 1993, Paterson et al. 1998, Coltman et al. 1999, Cassinello et al. 2001). Pour cela, 300 mg de matières fécales ont été triturées et mélangées avec 4,5 ml de solution d'iodure de potassium dont la densité est de 1,5 g/ml. Cette méthode est une procédure standard déjà utilisée (Meyer-Lucht et Sommer 2005, Schad et al. 2005). Après avoir filtré le mélange avec une passoire à petite maille, nous avons pris la solution recueillie à l'aide d'une pipette et rempli les deux cellules de la lame de McMaster. Avec l'objectif x10 du microscope, nous avons compté le

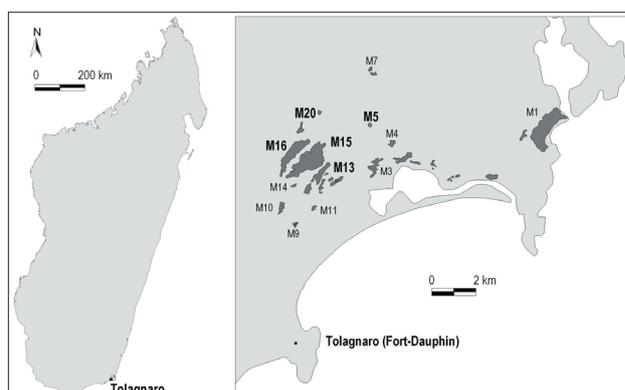


FIGURE 1. Sites d'études au sud-est de Madagascar.

nombre de chaque type d'œuf de parasite et de larves présents dans les deux cellules. Les œufs, larves et oocystes ont été mesurés avec un oculaire micrométrique et photographiés à différents grossissements (x100, x400, x600). L'identification des parasites est fondée sur la morphologie, la taille, la structure interne des œufs et des oocystes. Elle a été faite en se référant aux travaux de Chabaud et Petter (1958, 1959), Chabaud et ses collaborateurs (Chabaud et al. 1964, 1965), Hugot et ses collaborateurs (Hugot et al. 1996) et d'Euzéby (1981). Je tiens à signaler qu'actuellement, toutes mes collections (microcèbes et vers parasites) sont déposées au Laboratoire de Primatologie et de Biologie Évolutive, Département d'Anthropologie et de Biologie Évolutive, Université d'Antananarivo, Madagascar.

**DISTINCTION ENTRE VRAIS PARASITES ET PARASITES ACCIDENTELS.** Comme *Microcebus murinus* vit dans la forêt, il peut être continuellement infesté par des parasites d'autres animaux qui vivent en sympatrie avec lui, de sorte que certains des parasites mentionnés ci-dessus pourraient être des parasites accidentels. Pour appréhender cette question, j'ai procédé à l'expérience suivante. Quelques individus (connus pour être infestés par plusieurs espèces de parasites après les analyses coprologiques) ont été isolés dans des cages pendant quatre nuits successives, avec un seul animal par cage, pour pouvoir distinguer les vrais parasites des parasites accidentels de l'animal. Toutes les précautions avaient été prises pour minimiser les risques de contamination de l'animal venant de l'extérieur. Les fèces produites par l'animal pendant la nuit ont été collectées pour une analyse coprologique. Mais avant tout, un examen de la durée du passage des aliments dans le tube digestif de *M. murinus* était nécessaire, de sorte que nous avons coloré en rouge les tranches de banane avant de les donner à l'animal le soir vers 2000h. En contrôlant les cages très tôt le matin (vers 0500h), les boules de fèces évacuées par l'animal pendant la nuit étaient colorées en rouge. La même opération a été répétée la deuxième nuit en donnant à l'animal des bananes non colorées. Aucune trace de colorant rouge n'a plus été observée sur les excréments évacués pendant la deuxième nuit. Il est donc certain que le passage des aliments dans le tube digestif de *M. murinus* dure moins de 24 heures. De ce fait, nous avons pu conclure qu'à partir de la deuxième nuit de captivité, tous les œufs présents dans les matières fécales de l'animal pouvaient être considérés comme appartenant à un vrai parasite de l'animal.

Après toutes les analyses coprologiques il est plus que probable que les œufs observés à plusieurs reprises dans les matières fécales appartiennent à de vrais parasites de l'animal.

**RECONNAISSANCE DES VERS PARASITE.** L'identification des parasites est plus fiable si on se base sur les caractères des vers adultes. Grâce à l'autorisation (n° 157 /MINENV.EF/SG/DGEF/DPB/SCBLF/RECH du 13 juillet 2005) délivrée par le Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts Malgache, je me suis résignée à sacrifier trois individus de *Microcebus murinus* dans la forêt de Mandena, seule alternative permettant une identification des vers parasites dans leurs tubes digestifs. Pour cela, parmi les animaux tenus en captivité pendant quatre nuits successives, trois ont été sacrifiés dont les matières fécales contenaient des œufs de plusieurs espèces de parasite. Ces trois individus avaient été capturés en 2005, respectivement le 23 juillet dans la parcelle M16, le 2 août dans la parcelle M13 et le 10 août dans la parcelle M15.

Après ouverture de la partie ventrale de l'animal, nous avons enlevé le tube digestif complet et ficelé ses deux extrémités pour éviter la fuite des vers ou des larves. Il a été ensuite conservé dans de l'alcool à 70° pour être analysé au laboratoire. Il a été sectionné en sept parties pour déterminer la localisation des vers, depuis l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin, le cæcum, le côlon jusqu'au rectum. Chaque ver collecté dans les différentes sections a été monté entre lame et lamelle en y versant quelques gouttes de solution de Lactophénol d'Aman pour permettre une identification sous le microscope. Avec l'analyse des matières fécales de l'animal déjà faite sur le terrain et en se référant à la littérature, nous avons pu attribuer les œufs aux espèces de parasites.

Je tiens à signaler que les œufs observés à plusieurs reprises dans les matières fécales ont aussi été considérés comme appartenant à de vrais parasites de l'animal, même en l'absence de vers lors de l'autopsie des trois animaux, car certaines espèces de parasites sont connues pour migrer dans les muqueuses intestinales (Euzéby 1981).

**ANALYSE STATISTIQUE.** Le nombre d'œufs et de larves par gramme de matière fécale est le nombre de ces derniers trouvés dans les deux cellules de la lame de Mc Master multiplié par 50. Le test de corrélation de Spearman dans SPSS 9.0 a été utilisé pour étudier la corrélation entre le nombre de vers femelles trouvés dans les tubes digestifs et le nombre de leurs œufs et larves dans un gramme de fèces.

## RÉSULTATS

Neuf espèces de parasites gastro-intestinaux ont été recensées chez les *Microcebus murinus* vivant dans la forêt littorale de Mandena, à savoir huit helminthes et une espèce de protozoaire. L'helminthofaune comprend six nématodes dont une espèce non-identifiée d'Ascarididae, *Subulura* sp., une espèce de l'ordre des Strongylida, un *Trichuris* sp., deux espèces d'Oxyuridae du genre *Lemuricola* pour l'une et d'un genre non identifié pour l'autre ainsi que deux espèces de cestodes appartenant au genre *Hymenolepis*. Le protozoaire est une coccidie. La taxinomie d'Anderson (2000) a été utilisée pour classifier les nématodes et celle d'Euzéby (1981) pour les cestodes. La systématique de Neveu-Lemaire (1942) a été adoptée pour classifier les protozoaires.

### DESCRIPTION DES PARASITES GASTRO-INTESTINAUX NEMATODA

Ordre Ascaridida  
Famille Ascarididae  
Genre non identifié  
Espèce non identifiée

Des œufs d'Ascarididae ont été recensés dans les matières fécales. L'espèce n'a pas encore été identifiée à cause de l'absence de vers adultes dans le tube digestif des animaux autopsiés et par manque de références bibliographiques portant sur le sujet.

Œufs : Les œufs sont dépourvus d'ornements polaires et ne renferment pas un embryon vermiforme mais une morula qui ne remplit pas la totalité de la coque. Ils sont généralement ellipsoïdaux et rarement ronds. La coque est épaisse et mamelonnée. Toutes ces structures sont des caractéristiques de la famille des Ascarididae. Les formes ellipsoïdales présentent quelques fois une inégalité des pôles. Les œufs sont de couleur marron et mesurent 28–65 µm / 20–45 µm (Figure 2).

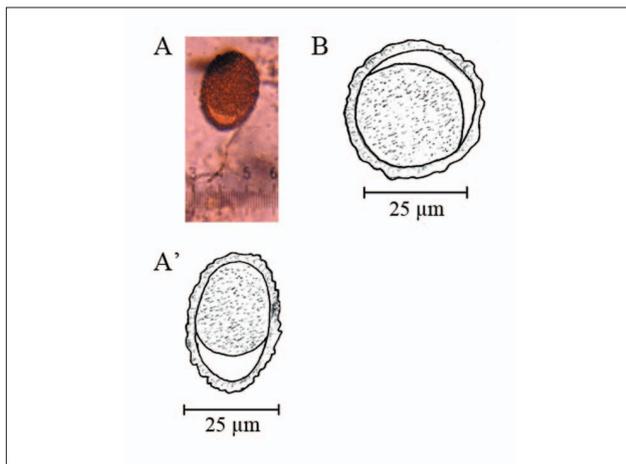


FIGURE 2. Œufs d'un Ascarididae non identifié (Nematoda) de couleur marron et une taille de 28–65 µm / 20–45 µm ; A photographie ; A', B schémas.

Ordre Ascaridida  
 Famille Subuluridae  
 Genre *Subulura*  
 Espèce non identifiée

Ce sont des petits vers blancs. Certaines caractéristiques morphologiques rappellent l'espèce *Subulura baeri* décrite par Chabaud et al. (1965) comme la bouche circulaire un peu plus grande que le diamètre interne de la capsule buccale, une capsule buccale circulaire mais avec une hauteur de 35 µm, un diamètre interne de 30 µm et un diamètre externe de 60 µm, des lobes périphériques des pièces pharyngées et des lobes chordaux dépourvus de dents et disposés en forme d'hélice, et enfin une absence d'ailes cervicales. Quelque fois des vers entiers de *Subulura* sp. étaient évacués dans les fèces des microcèbes.

Les trois individus de *M. murinus* sacrifiés sont infestés par *Subulura* sp. Cette espèce de parasite se localise dans l'intestin grêle, le cæcum et le gros intestin (Tableau 1).

La plus forte concentration des vers se trouve dans le cæcum. On en a aussi récolté dans l'intestin grêle et le gros intestin mais en plus faible nombre. Une présence massive de larves de *Subulura* sp. a aussi été observée dans le cæcum.

Mâle : La dimension du corps est de 9 à 12,3 mm de long et 250 à 290 µm de large (largeur maximale). L'œsophage est long d'environ 1 mm. Il existe un bulbe œsophagien plus large que le corps de l'œsophage. L'anneau nerveux et le pore excréteur

se situent respectivement à 150 µm et 375 µm de l'apex. La distance entre le centre de la ventouse et le cloaque est de 325 µm. La distance ventouse-pointe caudale est de 650 µm. La queue mesure 275 µm de long. Les deux spicules sont inégaux ; l'un mesure 375 µm et l'autre 510 µm (Figure 3A).

Femelle : La taille du corps est comprise entre 10 et 16,5 mm de long, et 370 et 510 µm de large (largeur maximale). La longueur de l'œsophage est de l'ordre de 1,5 mm. L'anneau nerveux, le pore excréteur et la vulve se trouvent à 170 µm, 400 µm et 5,5 mm de l'apex. La queue est longue de 1 mm (Figures 3B,C).

Œufs : Les œufs sont embryonnés. La coque est lisse et possède deux membranes dont l'extérieure peut s'altérer. La forme générale des œufs est ovoïde ou arrondie. La taille des œufs est de 50-85 µm / 45-70 µm (Figure 3D).

Ordre Strongylida  
 Famille inconnue  
 Genre non identifié  
 Espèce non identifiée

Je n'ai pas vu de vers adultes dans les tubes digestifs mais seulement des œufs dans les excréments. Comme il est difficile d'identifier les espèces de Strongylida en se basant sur les caractères des œufs, j'ai laissé l'identification au niveau de l'ordre dans la classification de ce parasite.

Œufs : Les œufs possèdent les caractéristiques générales des œufs de Strongylida, sans ornements et avec un embryon vermiforme, ils sont régulièrement ovoïdes, rarement ellipsoïdes, la coque est lisse et mince. Cette dernière présente parfois l'apparence d'une double membrane, les pôles sont larges et égaux ; et l'embryon est plus ou moins développé. Les œufs sont longs de 40 à 75 µm et larges de 25 à 45 µm (Figure 4).

Ordre Enoplida  
 Famille Trichuridae  
 Genre *Trichuris*  
 Espèce non identifiée

Des vers adultes de ce genre de parasite ont été trouvés dans le tube digestif d'un microcèbe. Ils sont reconnaissables par la partie rétrécie du corps plus mince et plus longue que la partie élargie, le mâle à extrémité caudale enroulée et pourvu d'un spicule enveloppé d'une gaine.

L'ouverture du tube digestif d'un microcèbe autopsié nous a permis d'identifier la localisation de ce parasite dans

TABEAU 1. Localisation des vers adultes de *Subulura* sp. dans le tube digestif de *Microcebus murinus* et infestation des animaux.

N° d'identification de <i>M. murinus</i>	Sexe	Date de capture	Fragments	Localisation des vers	Nombre de vers mâles	Nombre de vers femelles	Nombre total de vers
00-0633-B614	Mâle	2 VIII 2005	M13	Intestin grêle	1	3	4
				Cæcum	8	27	35
				Gros intestin	3	9	12
Nombre total des vers					12	39	51
00-0611-9347	Mâle	10 VIII 2005	M15	Cæcum	40	145	185
				Gros intestin	2	3	5
				Nombre total des vers			
00-0214-4A21	Femelle	23 VII 2005	M16	Intestin grêle	0	2	2
				Cæcum	105	262	367
				Gros intestin	3	8	11
Nombre total des vers					108	272	380

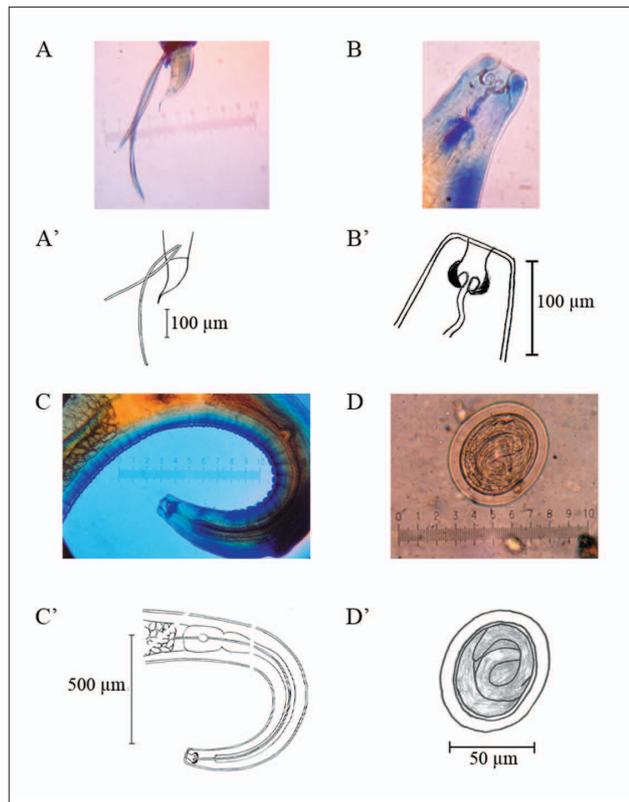


FIGURE 3. *Subulura* sp. (Nematoda) : A spicules du mâle (photographie) ; A' spicules du mâle (schéma) ; B tête de la femelle, vue latérale (photographie) ; B' tête de la femelle, vue latérale (schéma) ; C extrémité antérieure de la femelle, vue latérale (photographie) ; C' extrémité antérieure de la femelle, vue latérale (schéma) ; D œuf (photographie) ; D' œuf (schéma).

le cæcum. Cet individu est un mâle adulte capturé le 10 août 2005 dans le fragment M15 et identifié sous le numéro 00-0611-9347. L'infestation de l'animal est très faible car on n'a vu que trois individus de *Trichuris* sp. dans l'intestin de l'animal dont un mâle adulte et deux femelles adultes.

Mâle : Nous avons pris les mesures principales qui nous donnent une longueur totale d'environ 25 mm, une longueur de la région œsophagienne de 14 mm, une longueur de l'arrière-corps de 11 mm, un rapport entre la longueur de l'œsophage et celle de l'arrière corps de 1,27. La largeur du corps est de 30 µm au niveau de la tête, de 190 µm à la fin de l'œsophage, de 405 µm à l'arrière-corps (la partie la plus large du corps) et de 75 µm à l'extrémité caudale. La longueur du spicule est de 1 mm et sa largeur à la base de 50 µm (Figure 5A).

Femelle : Les mensurations de la femelle donne une longueur totale d'environ 27 mm, une longueur de la région œsophagienne de 16,5 mm, une longueur de l'arrière corps de 10,5 mm, un rapport entre la longueur de l'œsophage et celle de l'arrière-corps de 1,57. La largeur du corps est de 35 µm au niveau de la tête, de 200 µm à la fin de l'œsophage, de 475 µm à l'arrière corps (largeur maximale) et de 175 µm à l'extrémité caudale. La longueur de l'utérus est de 6,25 mm et la distance entre la vulve et le début de l'intestin de 150 µm (Figure 5B).

Œufs : Les œufs ne sont pas segmentés et sont pourvus de deux bouchons polaires transparents et saillants. La coque est lisse et les deux côtés sont très convexes. L'œuf est de couleur marron et mesure 80-100 µm / 38-44 µm (Figure 5C).

Ordre Oxyurida  
 Famille Oxyuridae  
 Genre *Lemuricola*  
 Espèce non identifiée

Des vers de ce genre de parasite ont été observés dans le tube digestif d'un individu mâle adulte et d'une femelle adulte de microcèbe. Les vers ont été reconnus par la queue très effilée et très longue de la femelle, la bouche triangulaire limitée par trois petites lèvres, l'œsophage pourvu d'une dilatation prébulbaire et d'un bulbe subsphérique valvulé et la présence d'une vésicule cuticulaire céphalique.

Chez le microcèbe mâle, capturé le 10 août 2005 dans le fragment M15 et portant le numéro 00-0611-9347, j'ai trouvé une femelle de *Lemuricola* sp. dans le cæcum et deux femelles de *Lemuricola* sp. dans le gros intestin. Chez le microcèbe femelle, capturé le 23 juillet 2005 dans le fragment M16 et identifié sous le numéro 00-0214-4A21, j'ai collecté une femelle de *Lemuricola* sp. dans le gros intestin (Tableau 2).

Femelle : Le corps est blanc et long d'environ 0,9 mm à 1,5 mm. Sa largeur maximale est comprise entre 90 µm et 180 µm. Les autres mensurations faites sur le corps sont la longueur totale de l'œsophage de 200 µm avec un corpus de 145 µm, l'isthme de 5 µm et le bulbe de 50 µm. L'anneau nerveux, le pore excréteur et la vulve se situent respectivement à 50 µm, 250 µm et 400 µm de l'apex. L'extrémité antérieure présente une vésicule céphalique striée dans sa portion postérieure. La queue est longue de 220 µm (Figures 6A,B).

Œufs : Les œufs sont non embryonnés. La coque est lisse, fine et à double membrane. Les deux pôles ne présentent pas d'ornementation polaire, sont égaux et étroits. Les deux côtés sont convexes. Les œufs sont oblongs, symétriques avec une taille de 75-105 µm/30-45 µm (Figure 6C).

Ordre Oxyurida  
 Famille Oxyuridae  
 Genre non identifié  
 Espèce non identifiée

Des œufs appartenant probablement à une autre espèce d'Oxyuridae ont aussi été décelés dans les matières fécales de *M. murinus*. Ce parasite reste encore non identifié car on n'a vu ni des vers adultes ni des larves dans les tubes digestifs des animaux sacrifiés.

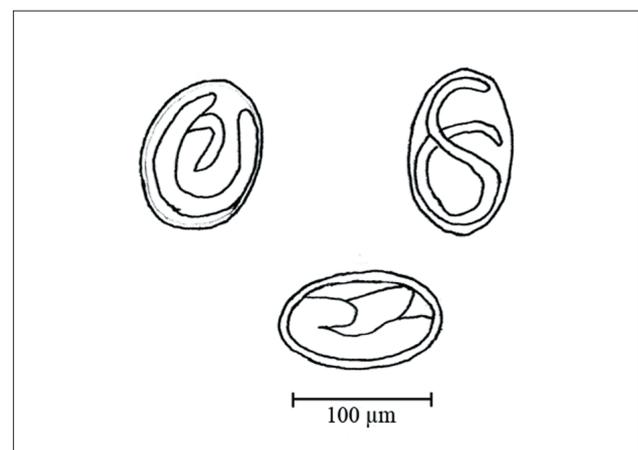


FIGURE 4. Œufs d'un Strongylida (Nematoda) de 40 à 75 µm x 25 à 45 µm schémas de trois œufs différents.

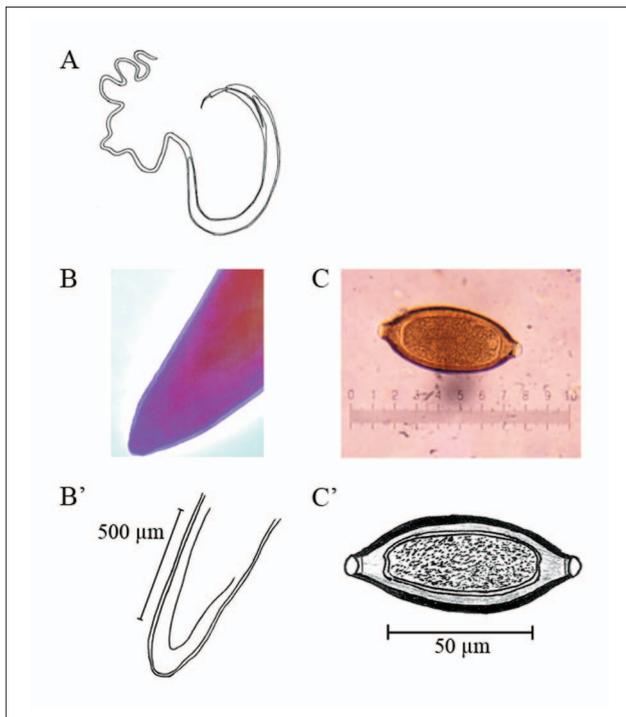


FIGURE 5. *Trichuris* sp. (Nematoda) : A mâle (schéma) ; B extrémité postérieure de la femelle (photographie) ; B' extrémité postérieure de la femelle (schéma) ; C œuf (photographie) ; C' œuf (schéma).

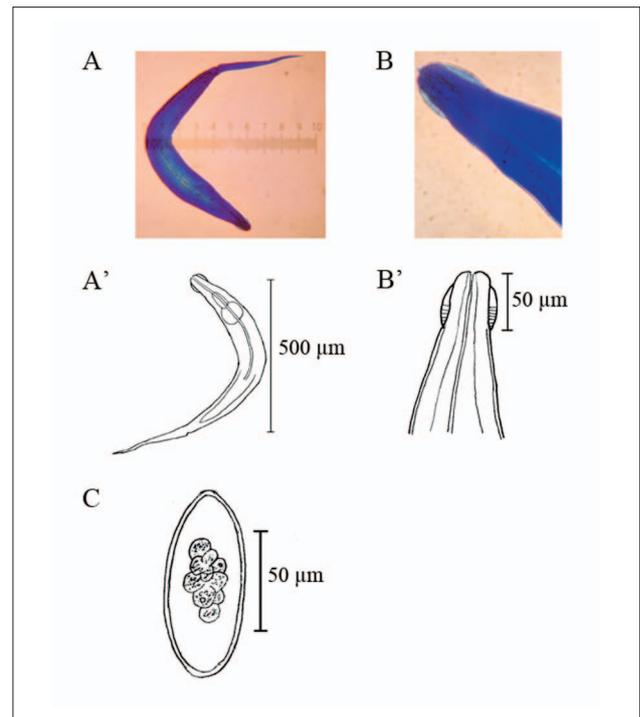


FIGURE 6. *Lemuricola* sp. (Nematoda) : A femelle (photographie), A' femelle vue latérale (schéma) ; B tête de la femelle (photographie) ; B' tête de la femelle (schéma) ; C' œuf (schéma).

Œufs : Les œufs ne possèdent pas d'ornements polaires et ils ne sont pas embryonnés. Ils sont constitués par une morula ou des blastomères, qui ne remplissent pas la totalité des œufs, à l'intérieur. La coque est lisse avec une seule membrane ou apparemment plutôt une double membrane. Les deux pôles sont étroits et égaux. Les œufs sont ovoïdes et asymétriques (l'un des deux côtés est aplati ou légèrement convexe, caractéristique des œufs d'Oxyuridae). Ils sont de couleur marron clair et mesurent 60-80 µm / 20-40 µm (Figure 7).

CESTODA

Les vers récoltés dans les tubes digestifs de *M. murinus* appartiennent au genre *Hymenolepis* car ils possèdent un rostre qui est probablement rétractile, des ventouses lisses, des pores génitaux unilatéraux et des proglottis toujours plus larges que longs du scolex jusqu'à la partie terminale du ver.

Ordre Cyclophyllidea

Famille Hymenolepididae

Genre *Hymenolepis*

Espèce non identifiée (sp1)

Quatre vers d'*Hymenolepis* sp1 ont été récoltés dans l'intestin grêle du microcèbe mâle adulte n° 00-0633-B614, capturé le 2 août 2005 dans le fragment M13. Ils sont de couleur blanche et mesurent 3 à 3,3 cm de long et 1,4 à 1,7 mm de

large (largeur maximale). Les vers possèdent un petit rostre. Le scolex est très petit avec des ventouses circulaires dépourvues de crochets. Le cou est invisible, soit très court et rétractile ou complètement absent. Les proglottis sont toujours plus larges que longs du scolex jusqu'à l'extrémité postérieure du ver. Le long du corps, la taille des anneaux varie de 30 à 250 µm de long et 300 µm à 1,7 mm de large. Les premiers anneaux sont très courts, les suivants sont beaucoup plus larges que longs et les derniers sont plus ou moins étroits (Figure 8A). Quelquefois des fragments d'*Hymenolepis* sp1 étaient évacués dans les fèces des microcèbes.

Œufs : L'œuf contient un embryon hexacante dont les 6 crochets se positionnent par paires. La coque est peu épaisse et lisse. La présence des filaments polaires n'est pas très nette. Les œufs sont généralement ellipsoïdes et de couleur vert clair. Ils ont une longueur de 55 à 70 µm et une largeur de 35 à 55 µm (Figure 8B).

Ordre Cyclophyllidea

Famille Hymenolepididae

Genre *Hymenolepis*

Espèce non identifiée (sp2)

C'est un cestode brun très clair, long d'environ 11 cm et large de 0,3 cm. Un seul individu a été trouvé dans l'intestin grêle du microcèbe femelle adulte n° 00-0214-4A21, capturé

TABLEAU 2. Localisation des vers adultes de *Lemuricola* sp. dans le tube digestif de *Microcebus murinus* et infestation des animaux.

N° d'identification de <i>M. murinus</i>	Sexe	Date de capture	Fragments	Localisation des vers	Nombre de vers mâles	Nombre de vers femelles	Nombre total de vers
00-0611-9347	Mâle	10 VIII 2005	M15	Cæcum	0	1	1
				Gros intestin	0	2	2
00-0214-4A21	Femelle	23 VII 2005	M16	Gros intestin	0	1	1

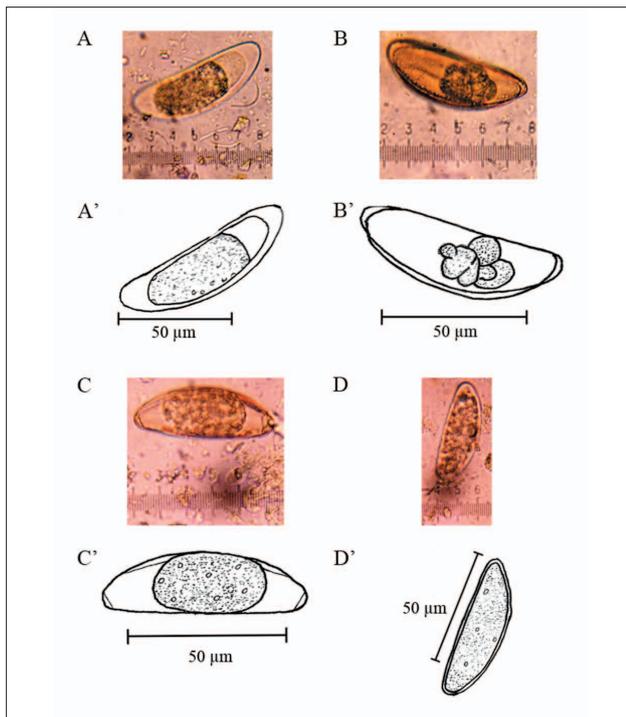


FIGURE 7. Oxyuridae (Nematoda) : A – D œufs d’Oxyuridae d’espèces différentes ou de la même espèce mais à des stades différents (photographies) ; A’ – D’ œufs d’Oxyuridae d’espèces différentes ou de la même espèce mais à des stades différents (schémas).

le 23 juillet 2005 dans le fragment M16. Il est à signaler que le ver occupait pratiquement le diamètre de l’intestin grêle. Le scolex est très petit et globuleux. Il est pourvu d’un rostre demi-sphérique et possède des ventouses circulaires lisses. Le cou est très long et mince par rapport au scolex. Les anneaux sont toujours plus larges que longs du scolex à la partie terminale du ver. Comme *Hymenolepis* sp1, les premiers proglottis sont très courts ; les suivants s’agrandissent progressivement en largeur et en longueur tout en restant plus larges que longs et en se rétrécissent dans la partie postérieure du ver (Figures 9A,B,C).

Œufs : L’œuf possède un embryon hexacante et les six crochets se placent deux à deux à l’intérieur. Il est dépourvu de filaments polaires. La coque est lisse et très épaisse car elle est constituée d’une double membrane. Les œufs sont arrondis, de couleur marron foncé et mesurent 50 à 70 µm de diamètre (Figure 9D).

PROTOZOA

Ordre Coccidia

Famille non identifiée

Genre non identifié

Espèce non identifiée

L’oocyste présente les caractéristiques d’un coccidie avec un protoplasme granuleux renfermant partiellement ou entièrement l’intérieur de l’oocyste et forme ovoïde ou sphérique. Ces oocystes ont une coque lisse et mince. Ils possèdent deux membranes. Ils sont de couleur marron et de taille 10-30 µm/10-25 µm (Figure 10).

CORRÉLATION ENTRE L’INFESTATION PARASITAIRE ET LE NOMBRE D’ŒUFS ET DE LARVES DANS LES MATIÈRES FÉCALES. Pour étudier cette corrélation, je n’ai pu considérer que *Lemuricola* sp. et *Subulura* sp. car seules ces deux espèces de parasite se sont avérées infester plus

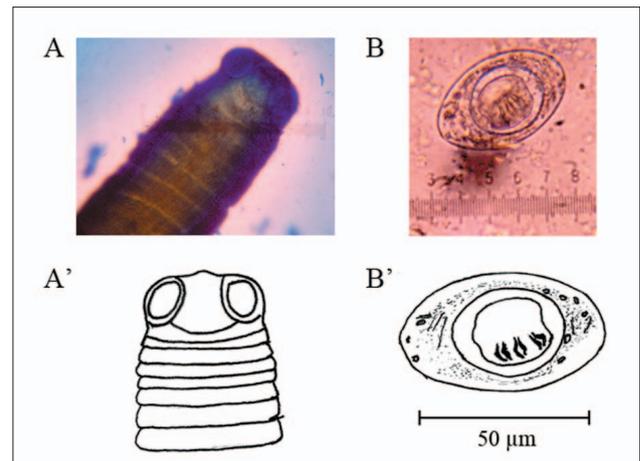


FIGURE 8. *Hymenolepis* sp1 (Cestoda) : A adulte, photographie scolex et fragment de strobile ; A’ adulte, schéma scolex et fragment de strobile ; B œuf (photographie) ; B’ œuf (schéma).

d’un individu sur les trois microcèbes sacrifiés (Tableau 3). Même si le test statistique montre qu’il existe une parfaite corrélation positive entre le nombre de vers femelles de *Subulura* sp. trouvés dans les tractus digestifs des trois microcèbes et le nombre d’œufs et de larves évacués par ces derniers dans chaque gramme de matière fécale (coefficient de corrélation de Spearman  $r_s = 1$  ;  $P < 0,05$  ;  $N = 3$ ), il me semble délicat de généraliser trop vite cette observation car elle correspond au résultat d’une seule étude. Si le parasite a un cycle saisonnier, on peut imaginer des fluctuations dans l’année. On sait aussi que l’hôte peut influencer la ponte de ses parasites. Cette étude suggère donc que cette corrélation peut exister. Par contre, aucune association n’a été constatée entre les deux variables chez *Lemuricola* sp.

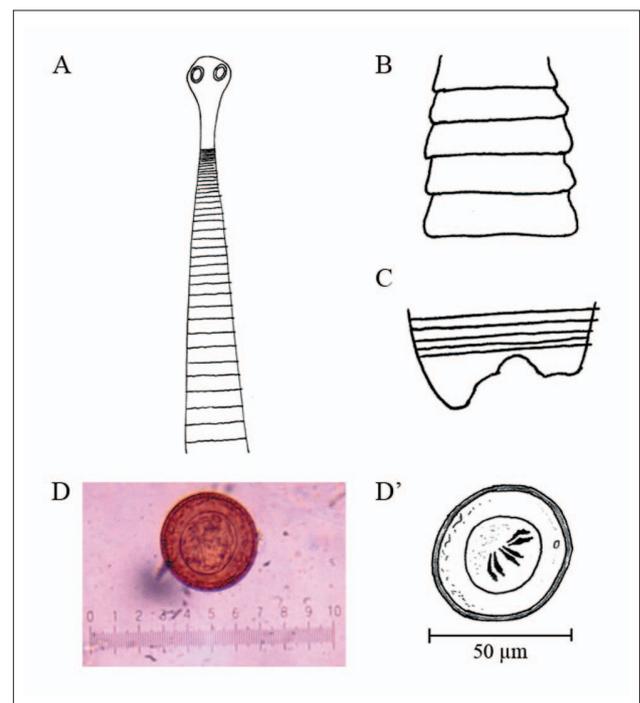


FIGURE 9. *Hymenolepis* sp2 (Cestoda) : A adulte (schéma) ; B Fragment de strobile (schéma) ; C Extrémité postérieur (schéma) ; D œuf (photographie) ; D’ œuf (schéma).

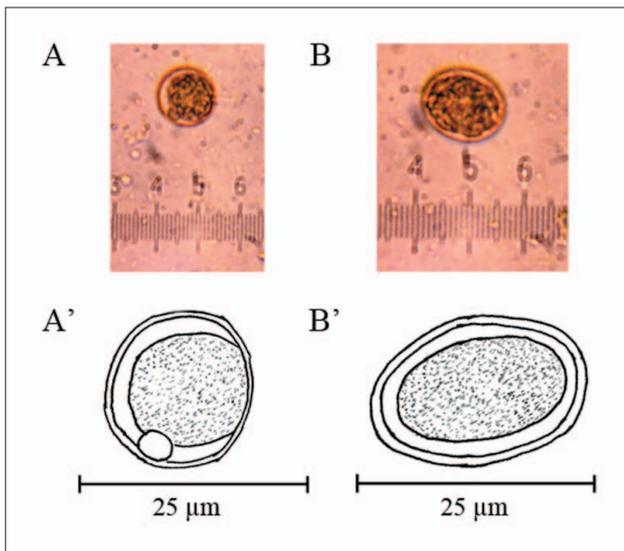


FIGURE 10. Oocystes de Protozoa, Coccidia. A, B formes différentes (photographies) ; A' B' (schémas).

## DISCUSSION

L'espèce non identifiée d'Ascarididae (Ascaridida) : je pense que cette espèce, que j'ai isolée mais pas encore identifiée, n'est pas *Ascaris petiti* connu pour infester *Daubentonia madagascariensis* par Chabaud et ses collaborateurs en 1964 car ce parasite semble être spécifique de cette espèce de lémurien (Chabaud et al. 1964).

*Subulura* sp. (Ascaridida, Subuluridae) : d'après les différentes mensurations faites sur les vers, l'espèce de *Subulura* des microcèbes de Mandena pourrait être différente de *Subulura baeri* décrite par Chabaud et al. en 1965 chez *Microcebus murinus* d'Ampijoroa et de *Subulura otolicni* trouvée chez *Cheirogaleus* sp. (Chabaud et Petter 1958). Les mesures effectuées sur les spécimens de Mandena sont plus petites que celles des deux autres à part la longueur de la queue du mâle et la largeur maximale du corps de la femelle. Le caractère le plus frappant est que les deux spicules des mâles des spécimens de Mandena sont inégaux alors que ceux des deux autres sont égaux.

D'après cette étude, on pourrait suggérer qu'il existe une corrélation positive entre le nombre de vers femelles de *Subulura* sp. trouvés dans le tractus digestif et le nombre de leurs œufs et larves évacués dans un gramme de matière fécale. Mais vu le nombre trop faible des animaux sacrifiés, la probabilité d'existence d'un cycle saisonnier chez ce parasite et de l'influence de l'hôte sur la ponte de ses parasites, il est difficile d'affirmer que l'intensité de l'infestation de *Subulura* sp. chez *Microcebus murinus* peut être mesurée par le nombre d'œufs et de larves présents dans un gramme

de fèces. L'espèce non identifiée de Strongylida : comme les œufs de Strongylida se ressemblent entre eux, il était difficile d'identifier cette espèce de parasite. Les espèces de Strongylida connues pour infester les lémuriens sont *Lemurostrongylus residuus* chez *Hapalemur griseus* (Chabaud et al. 1961a) et *Pararhabdonema longistriata* chez *Avahi laniger* (Kreis 1945), *Lepilemur ruficaudatus* (Chabaud et Choquet 1955), *Indri indri* (Chabaud et al. 1961a), *Lepilemur microdon*, *Varecia variegata*, *Eulemur fulvus*, *Eulemur albifrons*, *Propithecus coquereli* et *Avahi occidentalis* (Chabaud et al. 1965).

*Trichuris* sp. (Enoplida, Trichuridae) : en 1965, Chabaud et ses collaborateurs ont recensé *Trichuris lemuris* chez *Cheirogaleus major*, *Lemur macaco albifrons*, *Lemur macaco fulvus*, *Lemur mongoz*, *Lemur catta* et *Daubentonia madagascariensis* mais jamais chez *Microcebus murinus*. Le mâle de *Trichuris* sp. que j'ai observé est plus grand (25 mm/405 µm) que celui rencontré chez *Cheirogaleus major* (17,5 mm/300 µm) et la femelle est plus petite (27 mm/475 µm) que la femelle de *Trichuris lemuris* rencontrée chez *Daubentonia madagascariensis* (36 mm / 680 µm) (Chabaud et al. 1964). Dû au manque de références bibliographiques et au petit nombre de vers que nous avons collectés, nous ne pouvons pas affirmer que l'espèce de *Trichuris* chez *M. murinus* est *T. lemuris* bien qu'en considérant les différentes mensurations prises sur les vers, il est aussi probable que cette espèce de parasite des microcèbes de Mandena n'est autre que *T. lemuris*.

*Lemuricola* sp. (Oxyurida, Oxyuridae) : d'après la taille des vers, il est fort probable que l'espèce de *Lemuricola* de *Microcebus murinus* de la forêt de Mandena est différente des deux espèces de *Lemuricola* (*Lemuricola microcebi* et *Lemuricola* sp.) décrites par Hugot et ses collaborateurs en 1995 et de *Lemuricola contagiosus* décrit par Chabaud et Petter (1959). La femelle de *L. microcebi* mesure de 2,57 mm à 2,94 mm de long, celle de *L. contagiosus* a une longueur comprise entre 2,81 mm et 3,45 mm et la femelle de *Lemuricola* non identifiée par l'équipe de Hugot a une longueur de 2,23 mm à 2,55 mm. Les vers que j'ai récoltés sont plus courts.

Les œufs d'Oxyuridae ne se mélangent pas au bol fécal, ils restent tapissés sur le bord interne de l'anus (Euzéby 1981). L'inexistence de corrélation entre le nombre de vers femelles de *Lemuricola* sp. trouvés dans les tubes digestifs des microcèbes et le nombre de leurs œufs et larves dans un gramme de matière fécale pourrait être due à ce fait, ou à la taille réduite des échantillons, ou probablement à la périodicité de la ponte de cette espèce de parasite.

L'espèce non identifiée d'Oxyuridae (Oxyurida) : étant donné que *Microcebus murinus* a un régime alimentaire plutôt insectivore (Martin 1972, Mittermeier et al. 2006), il n'est pas surprenant de trouver des espèces de parasite à cycle évolutif

TABLEAU 3. Corrélation entre le nombre de vers femelles de *Lemuricola* sp., *Subulura* sp. trouvés dans les tubes digestifs et le nombre de leurs œufs et larves évacués dans un gramme de matière fécale.

Espèces de parasite	Numéro des individus infestés	Nombre de vers femelles	Nombre d'œufs et de larves par gramme de matière fécale
<i>Subulura</i> sp.	00-0633-B614	39	150
<i>Subulura</i> sp.	00-0611-9347	148	550
<i>Subulura</i> sp.	00-0214-4A21	272	1000
<i>Lemuricola</i> sp.	00-0611-9347	3	0
<i>Lemuricola</i> sp.	00-0214-4A21	1	50

indirect comme les Oxyuridae, dont l'hôte intermédiaire est probablement un insecte, dans leur fèces.

En comparant la forme et la taille des œufs du premier genre d'Oxyuridae (*Lemuricola*) sus-mentionné avec celles de ce dernier, une différence a été constatée. Le premier a un pôle plus large et une taille plus grande que le second. Les œufs de cette deuxième espèce d'Oxyuridae ressemblent à ceux des espèces de *Lemuricola* décrites par Chabaud et ses collaborateurs (1965). Il est alors probable que ces œufs appartiennent aussi au genre *Lemuricola*, mais tant qu'on n'a pas trouvé de vers adultes dans les tubes digestifs des animaux sacrifiés, il est plus prudent de maintenir l'identification au niveau de la famille dans la classification car il est difficile d'identifier les parasites à partir des œufs seulement.

Cestoda et Protozoa : il est important de mentionner qu'aucune recherche n'a signalé l'infestation de *Microcebus murinus* par des cestodes et des coccidies. Les espèces d'*Hymenolepis* ne sont probablement ni *H. nana*, ni *H. diminuta*.

En 1965, l'équipe de Chabaud a identifié trois espèces de parasites gastro-intestinaux chez *Microcebus murinus* avec *Subulura baeri* (Ascaridida, Subuluridae),

*Spirura diplocyphos* (Spirurida, Spiruridae) et *Rictularia lemuri* (Spirurida, Rictulariidae). Hugot et ses collaborateurs (1995) ont découvert *Lemuricola microcebi* (Oxyurida, Oxyuridae). Dans cette étude, j'ai recensé neuf autres espèces. Cette étude est donc une extension des recherches déjà faites auparavant sur les parasites des lémuriens. Aucune espèce de Spirurida n'a été décelée chez les microcèbes de Mandena.

Les trois espèces de parasites gastro-intestinaux décrites par Chabaud et ses collaborateurs (1965) proviennent de *Microcebus murinus* de différentes localités autres que Tolagnaro, à savoir *Subulura baeri*, *Spirura diplocyphos* chez *Microcebus murinus* d'Ampijoroa et *Rictularia lemuri* chez *Microcebus murinus murinus* de la région de Manakara. Hugot et al. (1995) ont trouvé *Lemuricola microcebi* chez *Microcebus murinus* en provenance des environs de Toliara. La systématique des microcèbes était encore confuse à l'époque. Actuellement, les espèces de microcèbes qui vivent à Ampijoroa sont *Microcebus ravelobensis* et *Microcebus murinus* (Zimmermann et al. 1998). Les microcèbes vivant aux alentours de Toliara sont *M. murinus* dans la forêt de Beza Mahafaly, Zombitse, Vohimena et Vohibasia, et *M. griseorufus* dans la forêt de Beza Mahafaly et Lamboharana (Rasoloarison et al. 2000). Le microcèbe vivant dans la région de Manakara est *Microcebus rufus*. Il est nécessaire de mentionner cette biogéographie des microcèbes car je n'ai pas vu les espèces de parasite décelées par Chabaud et ses collaborateurs dans les matières fécales de *M. murinus* de la forêt de Mandena. Il semble y avoir une variation géographique de la communauté des parasites qui pourrait être spécifique pour chaque espèce d'animal. Dans ce cas, l'identification des parasites pourrait aussi contribuer à la classification des espèces animales. Plusieurs auteurs ont déjà mis en évidence que les oxyures des primates sont spécifiques pour chaque espèce de primate (Cameron 1929, Sandosham 1950, Ingliis 1961, Brooks et Glen 1982, Hugot et al. 1996, Hugot 1998).

Comme *Microcebus murinus* partage le même habitat que beaucoup d'espèces animales (lézards, caméléons, oiseaux...), il n'est pas surprenant de trouver des œufs des parasites de ces derniers dans leurs fèces. L'animal pourrait les ingérer accidentellement par contamination de leur nourriture via les

excréments de ces animaux. J'ai trouvé des œufs d'*Enterobius* sp. (Oxyurida, Oxyuridae) dans les fèces de *M. murinus*, connu comme vrai parasite d'autres espèces de lémuriens (Chabaud et al. 1965) ; des œufs d'Heligmosominés (Strongylida, Heligmonellidae) qui ressemblent aux œufs d'Heligmosominés de *Rattus rattus* et un œuf de Trematoda (chez un seul microcèbe), connu pour infester les escargots.

La fragmentation de la forêt augmente sa fréquentation par les villageois riverains et les animaux domestiques. Le passage fréquent de l'Homme dans la forêt de Mandena pourrait expliquer la présence des œufs d'*Ascaris* sp. dans les matières fécales de *Microcebus murinus* (Raharivololona 2006). Quelques fois, les microcèbes descendent sur le sol. Ils sont alors exposés à une variété de parasites venant de l'Homme ou d'autres espèces terrestres. Ceci pourrait expliquer la présence d'œufs probablement d'Acanthocephala dans les fèces de deux individus de microcèbe. Ce parasite contamine les cochons (Euzéby 1981) qui passent fréquemment dans cette forêt.

## CONCLUSION

Neuf espèces de parasites gastro-intestinaux ont été recensées chez *Microcebus murinus* dans la forêt de Mandena. Il s'agit probablement de nouvelles espèces de parasites infestant ce petit lémurien nocturne. Cette étude suggère que l'infestation parasitaire par *Subulura* sp. pourrait être mesurée par le nombre d'œufs et de larves trouvés dans un gramme de matière fécale. Elle est une extension des travaux déjà effectués par beaucoup d'auteurs sur les parasites des lémuriens. Il est souhaité d'appliquer la génétique moléculaire dans l'identification exacte des espèces de parasites et aussi d'étudier l'impact du parasitisme sur l'hôte car certains parasites sont connus pour être fatals pour certains animaux.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à l'accord de collaboration entre l'Université d'Antananarivo (Département de Biologie Animale et Département d'Anthropologie et de Biologie Évolutive) et l'Université de Hambourg. Elle fait partie des travaux d'inventaire de la biodiversité et d'étude d'impact environnemental de la forêt littorale fragmentée menés par QIT Madagascar Minerals (QMM). Nous adressons nos plus vifs remerciements à Refaly Ernest pour son assistance dans les travaux de terrain ; à Manon Vincelette, Jean-Baptiste Ramanamanjato, l'Équipe du volet Environnement et autres personnels de QMM pour leurs assistances techniques et logistiques ; à Prof. Jörg U. Ganzhorn pour la supervision de ce travail, les étudiants et personnels du Département Écologie Animale et Conservation de l'Université de Hambourg ; à K. Rupp pour son appui avec les figures ; à Prof. Simone Sommer et Dr. Nina Schwensow de l'Institut für Zoo- und Wildtierforschung (Berlin) ; à Dr. Armand Rasoamiamanana, Chef du Département de Paléontologie de l'Université d'Antananarivo ; à Dr. Frédéric Arieu et le Service Paludisme de l'Institut Pasteur de Madagascar. Nous exprimons aussi notre profonde gratitude à Dr. Rakotondravao, Gervais Randrianarivo et le Département de Recherches Zootechniques et Vétérinaires/ FOFIFA pour leurs aides et assistances fructueuses dans les analyses des échantillons au laboratoire ; à Dr. Thomas R. Gillespie du Département de Zoologie de l'Université de Floride et Dr. J. P. Hugot du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris pour leurs gentilles dans le don de certains articles.

Notre sincère reconnaissance s'adresse à Prof. D. W. Büttner, Prof. Alain G. Chabaud, Dr. David Modrý, Dr. Odile Bain et Dr. Marie-Claude Durette Desset pour leurs conseils avisés. Je tiens vivement à remercier Margot Marsh Biodiversity Foundation, QMM, la Deutsche Forschungsgemeinschaft et le DAAD pour avoir supporté financièrement ce travail.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, R. C. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission. 2nd edition. CABI Publishing, New York.
- Appleton, C. C., Henzi, S. P., Whitten, A. & Byrne, R. 1986. The gastrointestinal parasites of *Papio ursinus* from the Drakensberg Mountains, Republic of South Africa. *International Journal of Primatology* 7: 449-456. (doi:10.1007/BF02693656)
- Ashford, R. W., Reid, G. D. F. & Butynski, T. M. 1990. The intestinal faunas of man and mountain gorillas in a shared habitat. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 84: 337-340.
- Ashford, R. W., Reid, G. D. F. & Wrangham, R. W. 2000. Intestinal parasites of the chimpanzee *Pan troglodytes*, in Kibale Forest, Uganda. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 94: 173-179. (doi:10.1080/00034980057518)
- Baer, J. G. 1935. Etude de quelques helminthes de lémuriers. *Revue Suisse de Zoologie* 42, 8: 275-291.
- Boyce, M. S. 1990. The red queen visits sage grouse leks. *American Zoologist* 30: 263-270. (doi:10.1093/icb/30.2.263)
- Brooks, D. R. & Glen, D. R. 1982. Pinworms and primates: A case study in coevolution. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 49: 76-85.
- Cameron, T. W. M. 1929. The species of *Enterobius* Leach, in primates. *Journal of Helminthology* 7: 161-182.
- Cassinello, J., Gomendio, M. & Roldan, E. R. S. 2001. Relationship between coefficient of inbreeding and parasite burden in endangered gazelles. *Conservation Biology* 15: 1171-1174. (doi:10.1046/j.1523-1739.2001.0150041171.x)
- Chabaud, A. G. & Brygoo, E. R. 1956. Description de *Rictularia lemuri* n. sp. (Nematoda: Thelazidae). *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar* 11, série A: 43-49.
- Chabaud, A. G. & Choquet, M. T. 1955. Deux nématodes parasites de lémurien. *Annales de Parasitologie* 30, 4: 329-338.
- Chabaud, A. G. & Petter, A. J. 1958. Les Nématodes parasites de lémuriers malgaches. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar* 12, série A: 139-158.
- Chabaud, A. G. & Petter, A. J. 1959. Les nématodes parasites de lémuriers malgaches. II. Un nouvel oxyure: *Lemuricola contagiosus*. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar* 13, série A: 127-132.
- Chabaud, A. G., Petter, A. J. & Golvan, Y. 1961a. Les nématodes parasites de lémuriers malgaches. III. Collection récoltée par M. et Mme Francis Petter. *Annales de Parasitologie* 36, 1-2: 113-126.
- Chabaud, A. G., Brygoo, E. R. & Petter, A. J. 1961b. Les nématodes parasites de lémuriers malgaches. IV. Description de deux nouveaux genres et observations sur *Protofilaria furcata* Chandler. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle* 33, 2e série 5: 532-544.
- Chabaud, A. G., Brygoo, E. R. & Petter, A. J. 1964. Les nématodes parasites de lémuriers malgaches. V. Nématodes de *Daubentonia madagascariensis*. *Vie et Milieu, Suppl.* n° 17: 205-212.
- Chabaud, A. G., Brygoo, E. R. & Petter, A. J. 1965. Les nématodes parasites de lémuriers malgaches. VI. Description de six espèces nouvelles et conclusions générales. *Annales de Parasitologie* 40, 2: 181-214.
- Chandra, R. K. & Newberne, P. M. 1977. Nutrition, Immunity and Infection. Plenum Press, New York.
- Coltman, D. W., Pilkington, J. G., Smith, J. A. & Pemberton, J. M. 1999. Parasite-mediated selection against inbred Soay sheep in a free-living, island population. *Evolution* 53: 1259-1267.
- Coop, R. L. & Holmes, P. H. 1996. Nutrition and parasite interaction. *International Journal for Parasitology* 26: 951-962. (doi:10.1016/S0020-7519(96)80070-1)
- Despommier, D. D., Gwazda, R. W. & Hotez, P. J. 1995. Parasitic Diseases. Springer-Verlag, New York.
- Dobson, A. P. & Hudson, P. 1992. Regulation and stability of a free-living host-parasite system: *Trichostrongylus tenuis* in red grouse. II: Populations models. *Journal of Animal Ecology* 61: 487-498.
- Eley, R. M., Strum, S. C., Muchemi, G. & Reid, G. D. F. 1989. Nutrition, body condition, activity patterns and parasitism of free-ranging baboons (*Papio anubis*) in Kenya. *American Journal of Primatology* 18: 209-219. (doi:10.1002/ajp.1350180304)
- Euzéby, J. 1981. Diagnostic Expérimental des Helminthoses Animales. Tome 1. Edition Informations Techniques des Services Vétérinaires, Ministère de l'Agriculture, Paris, France.
- Ganzhorn, J. U., Andrianasolo, T., Andrianjalahatra, T., Donati, G., Fietz, J., Lahann, P., Norscia, I., Rakotondranary, J., Rakotondratsima, B., Ralsion, J., Ramarokoto, R. E. A. F., Randriamanga, S., Rasarimanana, S., Rakotosamimanana, B., Ramanamanjato, J. B., Randria, G. F. N., Rasolofoharivelo, T. M., Razanahoera-Rakotomalala, M. R., Schmid, J. & Sommer, S. 2007. Lemurs in evergreen littoral forest fragments. In: Biodiversity, Ecology, and Conservation of Littoral Ecosystems in the Region of Tolagnaro (Fort Dauphin), Southeastern Madagascar, J. U. Ganzhorn, S. M. Goodman & M. Vincelette (eds.), pp 223-235. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Gillespie, T. R., Greiner, E. C. & Chapman, C. A. 2004. Gastrointestinal parasites of the guenons of western Uganda. *Journal of Parasitology* 90: 1356-1360.
- Gillespie, T. R., Greiner, E. C. & Chapman, C. A. 2005. Gastrointestinal parasites of the colobus monkeys of Uganda. *Journal of Parasitology* 91: 569-573.
- Gulland, F. M. D., Albon, S. D., Pemberton, J. M., Moorcroft, P. R. & Clutton-Brock, T. H. 1993. Parasite associated polymorphism in a cyclic ungulate population. *Proceedings of the Royal Society of London B* 254: 7-13.
- Hahn, N. E., Proulx, D., Muruthi, P. M., Alberts, S. & Altmann, J. 2003. Gastrointestinal parasites in free-ranging Kenyan baboons (*Papio cynocephalus* and *P. anubis*). *International Journal of Primatology* 24: 271-279. (doi:10.1023/A:1023092915171)
- Hudson, P. J., Dobson, A. P. & Newborn, D. 1992. Do parasites make prey vulnerable to predation: Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology* 61: 681-692.
- Hugot, J.-P. 1998. Phylogeny of neotropical monkeys: the interplay of morphological molecular, and parasitological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9: 408-413.
- Hugot, J.-P. & Baylac, M. 2007. Shape patterns of genital papillae in pinworms (Enterobiinae, Oxyurida, Nematoda) parasite of primates: A landmark analysis. *Infection, Genetics and Evolution* 7: 168-179.
- Hugot, J.-P., Morand, S. & Gardner, S. L. 1995. Morphology and morphometrics of three oxyurids parasitic in primates with a description of *Lemuricola microcebi* n. sp. *International Journal for Parasitology* 25: 1065-1075. (doi:10.1016/0020-7519(95)00021-S)
- Hugot, J.-P., Gardner, S. L. & Morand, S. 1996. The Enterobiinae subfam. nov. (Nematoda, Oxyurida) pinworm parasites of primates and rodents. *International Journal for Parasitology* 26: 147-159. (doi:10.1016/0020-7519(95)00108-5)
- Inglis, W. G. 1961. The oxyurids parasites (Nematoda) of primates. *Proceedings of the Zoological Society of London* 136: 103-122.
- Irwin, M. & Raharison, J.-L. soumis. A review of the endoparasites of the lemurs of Madagascar. *Malagasy Nature*.
- Junge, R. E. & Louis, E. E. 2002. Medical evaluation of free-ranging primates in Betampona Reserve, Madagascar. *Lemur News* 7: 23-25.
- Junge, R. E. & Louis, E. E. 2005. Preliminary biomedical evaluation of wild Ruffed Lemurs (*Varecia variegata* and *V. rubra*). *American Journal of Primatology* 66: 85-94. (doi:10.1002/ajp.20129)
- Junge, R. E. & Louis Jr., E. E. 2007. Biomedical evaluation of black lemurs (*Eulemur macaco macaco*) in Lokobe Reserve, Madagascar. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 38: 67-76.
- Junge, R. E. & Sauther, M. L. 2006. Overview on the health and disease ecology of wild lemurs: conservation implications. In: Lemurs: Ecology and Adaptation, L. Gould & M. L. Sauther (eds.), pp 423-440. Springer, New York.

- Kreis, H. A. 1945. Beiträge zur Kenntnis parasitischer Nematoden. XII. Parasitische Nematoden aus den Tropen. *Revue Suisse de Zoologie* 52: 551-596.
- Lilly, A. A., Mehlman, P. T. & Doran, D. 2002. Intestinal parasites in gorillas, chimpanzees, and humans at Mondika Research Site, Dzanga-Ndoki National Park, Central African Republic. *International Journal of Primatology* 23: 555-573. (doi:10.1023/A:1014969617036)
- Martin, R. D. 1972. A preliminary field study of the lesser mouse lemur (*Microcebus murinus* J. F. Miller 1777). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 9: 43-89.
- McGrew, W. C., Tutin, C. E. G., Collins, D. A. & File, S. K. 1989. Intestinal parasites of sympatric *Pan troglodytes* and *Papio* spp. at two sites: Gombe (Tanzania) and Mt. Assirik (Senegal). *American Journal of Primatology* 17: 147-155. (doi:10.1002/ajp.1350170204)
- Meyer-Lucht, Y. & Sommer, S. 2005. MHC diversity and the association to nematode parasitism in the yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*). *Molecular Ecology* 14: 2233-2243. (doi:10.1111/j.1365-294X.2005.02557.x)
- Mittermeier, R. A., Langrand, O., Lowry II, P. P., Schatz, G., Gerlasch, J., Goodman, S., Steininger, M., Hawkins, F., Raminosa, N., Ramilijaona, O., Andriamaro, L., Rasoloarison, R., Ganzhorn, J. U., Rajaobelina, S., Tattersall, I. & Meyers, D. M. 2006. Lemurs of Madagascar. 2<sup>nd</sup> Ed. Conservation International, Washington D. C.
- Müller-Graf, C. D. M., Collins, D. A., Packer, C. & Woolhouse, M. E. J. 1997. *Schistosoma mansoni* infection in a natural population of olive baboons (*Papio cynocephalus anubis*) in Gombe Stream National Park, Tanzania. *Parasitology* 115: 621-627.
- Neveu-Lemaire, M. 1942. *Précis de Parasitologie Vétérinaire*. 2<sup>ème</sup> édition. Vigot Frères, Paris.
- Paterson, S., Wilson, K. & Pemberton, J. M. 1998. Major histocompatibility complex variation associated with juvenile survival and parasite resistance in a large unmanaged ungulate population (*Ovis aries* L.). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95: 3714-3719.
- Petter, A. J., Chabaud, A. G., Delavenay, R. et Brygoo, E. R. 1972. Une nouvelle espèce de nématode du genre *Lemuricola*, parasite de *Daubentonia madagascariensis* Gmelin, et considérations sur le genre *Lemuricola*. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* 47: 391-398.
- Raharivololona, B. M. 2006. Gastrointestinal parasites of *Cheirogaleus* spp. and *Microcebus murinus* in the littoral forest of Mandena, Madagascar. *Lemur News* 11: 31-35.
- Raharivololona, B. M., Rakotondravao & Ganzhorn, J. U. 2007. Gastrointestinal parasites of small mammals in the littoral forest of Mandena. In: Biodiversity, Ecology, and Conservation of Littoral Ecosystems in the Region of Tolagnaro (Fort Dauphin), Southeastern Madagascar, J. U. Ganzhorn, S. M. Goodman & M. Vincelette (eds.), pp 247-258. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Ramanamanjato, J.-B. & Ganzhorn, J. U. 2001. Effects of forest fragmentation, introduced *Rattus rattus* and the role of exotic tree plantations and secondary vegetation for the conservation of an endemic rodent and a small lemur in littoral forests of southeastern Madagascar. *Animal Conservation* 4: 175-183. (doi:10.1017/S1367943001001202)
- Randriamiadamanana, M. 1998. Contribution au Diagnostic Coprologique du Parasite *Spirocerca lupi* chez les Lémuriens du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza. Mémoire d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Rasambainarivo, F. 2008. Contribution à l'Étude des Parasites des Lémuriens en Captivité: Comparaison entre deux Parcs Zoologiques. Thèse de doctorat, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Rasoloarison, R. M., Goodman, S. M. & Ganzhorn, J. U. 2000. Taxonomic revision of mouse lemurs (*Microcebus*) in the western portions of Madagascar. *International Journal of Primatology* 21: 963-1019. (doi:10.1023/A:100551129475)
- Sandosham, A. A. 1950. On *Enterobius vermicularis* (Linnaeus, 1758) and some related species from primates and rodents. *Journal of Helminthology* 24: 171-204.
- Schad, J., Ganzhorn, J. U. & Sommer, S. 2005. Parasite burden and constitution of major histocompatibility complex in the Malagasy mouse lemur, *Microcebus murinus*. *Evolution* 59: 439-450.
- Schwitzer, N., Clough, D., Zahner, H., Kaumanns, W., Kappeler, P. M. & Schwitzer, C. soumis. Parasite prevalence in blue-eyed black lemurs (*Eulemur flavifrons*) in differently degraded forest fragments. *Endangered Species Research*.
- Sloss, M. W., Kemp, R. L., & Zajak, A. 1994. *Veterinary Clinical Parasitology*. Iowa State University Press, Ames.
- Stoner, K. E. 1996. Prevalence and intensity of intestinal parasites in mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*) in northeastern Costa Rica: Implications for conservation biology. *Conservation Biology* 10: 539-546. (doi:10.1046/j.1523-1739.1996.10020539.x)
- Stuart, M. D., Greenspan, L. L., Glander, K. E. & Clarke, M. R. 1990. A coprological survey of parasites of wild mantled howling monkeys, *Alouatta palliata palliata*. *Journal of Wildlife Diseases* 26: 547-549.
- Stuart, M. D., Strier, K. B. & Pierberg, S. M. 1993. A coprological survey of parasites of wild muriquis, *Brachyteles arachnoides*, and brown howling monkeys, *Alouatta fusca*. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 60: 111-115.
- Stuart, M. D., Pendergast, V., Rumpfelt, S., Greenspan, L., Glander, K. & Clarke, M. 1998. Patterns of parasitism in wild howler monkeys, *Alouatta* spp., with observations from a long-term study of *Alouatta palliata* in Costa Rica. *International Journal of Primatology* 19: 493-512. (doi:10.1023/A:1020312506375)
- Vincelette, M., Dumouchel, J., Giroux, J. & Heriarivo, R. 2007. The Tolagnaro (Fort Dauphin) region: a brief overview of the geology, hydrology, and climatology. In: Biodiversity, Ecology and Conservation of littoral Forest Ecosystems in southeastern Madagascar, Tolagnaro (Fort Dauphin), J. U. Ganzhorn, S. M. Goodman & M. Vincelette (eds.), pp 9-17. Smithsonian Institution, Washington D. C.
- Zimmermann, E., Cepok, S., Rakotoarison, N., Zietemann, V. & Radespiel, U. 1998. Sympatric mouse lemurs in north-west Madagascar: A new rufous mouse lemur species (*Microcebus ravelobensis*). *Folia Primatologica* 69: 106-114. (doi:10.1159/000021571)