

Hémoparasites des chauves-souris à Madagascar

Raharimanga V¹, Arieu F¹, Cardiff SG², Goodman SM³, Tall A¹, Rousset D¹, Robert V^{1,4}

RESUME : Cette étude évalue la prévalence et la densité parasitaire des hémoparasites chez 440 chauves-souris appartenant à 14 espèces, et collectées sur 5 sites répartis dans différents milieux bioclimatiques de Madagascar. 93 (21%) chauves-souris se sont révélées positives à l'examen microscopique d'un frottis sanguin, avec par ordre de fréquence Haemoproteidae (15,7% des 440 chauves-souris), microfilaires (7,0%) et Trypanosoma (0,7%). Ces 93 chauves-souris appartiennent à seulement 4 espèces; et 92 d'entre elles (99%) appartiennent à la famille des Vespertilionidae. Ces quatre espèces présentant des parasites sont endémiques de la région malgache : *Miniopterus manavi* pour Haemoproteidae (38% des 129 individus), microfilaires (23%) et Trypanosoma (2%); *Myotis goudoti* pour Haemoproteidae (24% des 68 individus) et microfilaires (1%); *Miniopterus gleni* pour Haemoproteidae (23% des 13 individus); et *Triaenops furculus* pour Haemoproteidae (4% des 28 individus). Le portage parasitaire n'est pas lié au sexe des chauves-souris. Chez *Miniopterus manavi*, les individus les plus lourds ont une prévalence de microfilaires nettement supérieure; et parmi les individus parasités, les plus lourds sont ceux qui ont la plus forte charge microfilarienne. Dix espèces de chauve-souris (avec 202 individus examinés) se sont révélées négatives à l'examen microscopique des hémoparasites. Cette étude est la première à mettre en évidence des hémoparasites chez les chauves-souris malgaches; elle soulève nombre de questions relatives à la distribution de ces parasites par espèces et familles de chauve-souris, à leur pathogénicité, et à leur mode de transmission vectorielle.

Mots-clés : Hémoparasite - Chauves-souris - Haemoproteidae - Microfilarie - Trypanosoma - Madagascar.

ABSTRACT : "Haemoparasites of bats in Madagascar" : This study aims to evaluate the prevalence and density of haemoparasites in wild malagasy bats. Among the 440 bats, belonging to 14 species sampled in 5 localities in different bio-climatic zones of the island, 93 (21%) showed at least 1 haemoparasite with, by order of frequency, Haemoproteidae (15,7% of 440 bats), microfilariae (7,0%) and Trypanosoma (0,7%). Among these 93 bats, 92 (99%) belonged to the family Vespertilionidae. Four bat species, all endemic to the Madagascar region (Madagascar and Comoros), were found to harbour parasites : *Miniopterus manavi* with Haemoproteidae (38% of 129 individuals), microfilariae (23%) and Trypanosoma (2%); *Myotis goudoti* with Haemoproteidae (24% of 68 individuals) and microfilariae (1%); *Miniopterus gleni* with Haemoproteidae (23% of 13 individuals); and *Triaenops furculus* with Haemoproteidae (4% of 28 individuals). The sex of bats was not linked to parasite prevalence. Within *Miniopterus manavi*, those individuals with greater weight also had a higher prevalence of microfilariae; and within the individuals harbouring microfilariae the greatest weights corresponded to the highest density of microfilariae. Ten bat species (with 202 individuals examined) were negative for any haemoparasite. This study is the first to provide evidence of haemoparasites in Malagasy bats; it provides interesting insights, especially concerning the parasite distribution per bat species and families, the pathogenicity of this type of parasitism and the parasite transmission by arthropod vectors.

Key-words : Haemoparasite - Bats - Haemoproteidae - Microfilaria - Trypanosoma - Madagascar.

INTRODUCTION

Les espèces de chauve-souris correspondent à près de 20% des espèces de mammifères. Elles appartiennent à l'ordre des Chiroptera (du grec *cheiros* : main et *pteros* : aile). On distingue deux sous-ordres : les Megachiroptera, de taille moyenne à grande, à yeux relativement gros, principalement

frugivores; et les Microchiroptera, de taille petite à moyenne, à yeux relativement petits mais à système d'écholocation très performant, mangeant en plein vol une grande variété d'arthropodes. Les Microchiroptera sont beaucoup plus hétérogènes que les Megachiroptera sur le plan systématique : on en comptabilise 17 familles pour le monde *versus* 1 seule (Pteropodidae) pour les Megachiroptera.

On distingue trois types de lieux de repos pour les chauves-souris : les arbres, les grottes et rochers, et les habitations humaines. A Madagascar, les habitats privilégiés sont les grottes (ex : Ankarana, Bemaraha, Namoroka, Sarodrano) et les forêts [1,2].

¹ Groupe de recherche sur le paludisme, Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274 - Antananarivo 101 - Madagascar.

² Columbia University, Department of Ecology, Evolution, and Environmental Biology, 1200 Amsterdam Avenue, New York, NY 10027, Etats Unis.

³ Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, Etats Unis, et World Wildlife Fund for Nature, BP 738 - Antananarivo 101 - Madagascar.

⁴ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR-77 (paludisme afrotropical).

On s'accorde à l'heure actuelle sur la présence à Madagascar de 7 familles regroupant 30 espèces réparties en 17 genres [1,3]. Dix-neuf espèces ayant un statut d'endémiques ont des affinités africaines (10 espèces), asiatiques (6) ou incertaines (3). Les espèces non endémiques sont essentiellement d'origine africaine [1,4].

Les auteurs ayant travaillé sur les hémoparasites de chauve-souris s'accordent sur le caractère partiel de nos connaissances dans ce domaine. Les principaux parasites déjà observés dans le sang des chauves-souris sont les suivants :

- *Hepatocystis*, *Plasmodium*, *Polychromophilus*, *Bioccala*, *Dionisia*, *Biguetiella*, sont des genres de la famille des Haemoproteidae, classe des Haemosporida, et *Babesia*, genre de la famille des Babesiidae, ordre des Piroplasmida; tous ces parasites appartiennent aux Protozoaires Apicomplexa;

- microfilaires, stades embryonnaires de filaires, vivant libres dans le sang;

- *Trypanosoma*, Protozoaires Euglénobiontes, flagellés, libres dans le sang.

A notre connaissance, une seule étude s'est intéressée aux hémoparasites de chauve-souris à Madagascar [5]. Cinquante *Tadarida (Chaerophon) pumila* (famille des Molossidae) ont été prélevés en juillet 1987 et janvier 1988 à Antatabe, vers Anjiro (approximativement à 45 km à vol d'oiseau à l'Est d'Antananarivo). Les frottis sanguins, colorés au Giemsa, examinés (selon une méthode et avec une sensibilité non précisées) n'ont révélé "aucun parasite sanguin (filaires, *Plasmodium*,...)"

MATERIEL ET METHODES

Cette étude s'est déroulée de novembre 2001 à mai 2003 (tableau I). Les chauves-souris ont été capturées dans des sites naturels où elles sont abondantes. Cette collecte a été organisée au cours de plusieurs missions d'inventaire de la faune malgache, organisées conjointement par le World Wildlife Fund for Nature (WWF) et l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM). Les sites de captures, au nombre de 5, sont principalement localisés dans l'Ouest du pays et à faible altitude (≤ 200 m) (figure 1). L'identification des espèces de chauves-souris a été réalisée en suivant la nomenclature et la classification indiquée dans Eger & Mitchell [1]. Des filets à oiseaux ou des pièges-harpes ont été mis en place en fin d'après-midi dans le sous-bois ou au débouché de grottes, à proximité constante d'un spécialiste du piégeage.

Le prélèvement sanguin a été pratiqué au niveau du cœur, parfois en intracardiaque avec une seringue à insuline. Ces animaux ont été sacrifiés dans le cadre d'un projet différent.

Un frottis sanguin a été réalisé en duplicates pour chaque chauve-souris, à partir d'une goutte de sang non calibrée. Les lames ont été séchées à l'air libre, fixées au méthanol, et colorées selon le procédé rapide RAL 555 (kit réactif RAL, Bordeaux, Technopolis, France). Chaque lame a été examinée au microscope selon la procédure de Raharimanga *et al.* [6] : au grossissement 100, la lame est examinée pendant 5 minutes, puis au grossissement 1000, la lame est examinée pendant 20 minutes. Pour les parasites unicellulaires, la parasitémie est exprimée sur la base de 40 000 érythrocytes examinés et 6.10^6 érythrocytes / μ l de sang. Pour les microfilaires, la parasitémie est exprimée en 4 classes réparties de la façon suivante : classe 0 pour 0 microfilarie pour 100 champs microscopiques au grossissement 100, classe + pour 1 à 9 microfilaires; classe ++ pour 10 à 24 microfilaires; classe +++ pour ≥ 25 microfilaires. La densité seuil entre les classes + et ++ a été estimée à 2 500 microfilaires par μ l de sang, et entre les classes ++ et +++ à 6 250.

L'infection à Haemoproteidae se caractérise par la présence du parasite à l'intérieur des érythrocytes (figures 2 à 5). Une filariose se caractérise par la présence de microfilaires, stade larvaire libre dans le sang (figure 6). L'infection à *Trypanosoma* se caractérise par la présence du parasite sous sa forme flagellée dans la circulation sanguine (figure 7).

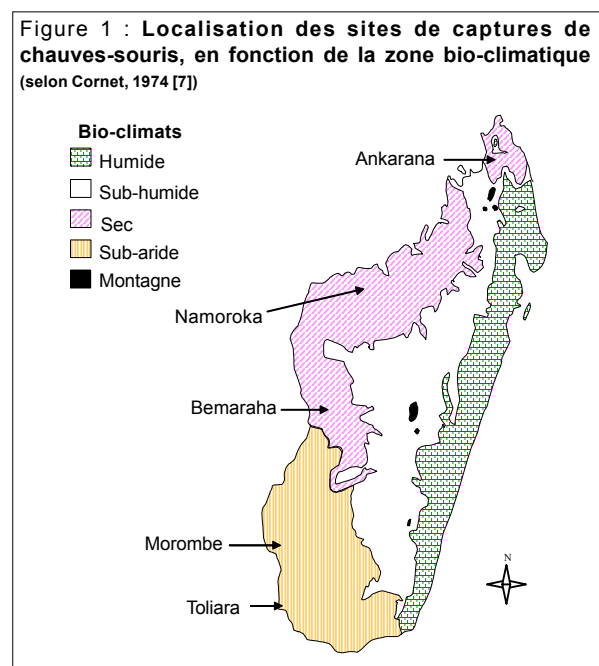


Tableau I : Sites, dates et altitudes des captures de chauves-souris

Sites de capture	Dates	Altitudes (mètres)	Nombre de chauves-souris
Ankarana	11 au 19 mai 2003	100	77
Bemaraha	22 nov. au 4 déc. 2001	100	117
Namoroka	8 au 16 oct. 2002	200	122
Morombe	15 au 25 fév. 2002	10	20
Toliara	7 au 9 mai 2002	10	104
Total			440

Figure 2 : Haemoproteidae. *Miniopterus manavi*, Namoroka (code SMG-13052)

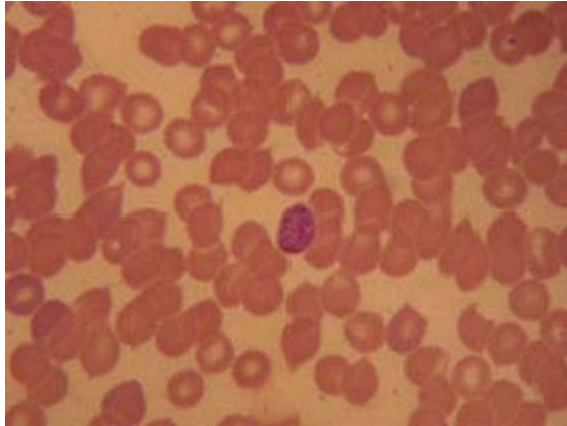


Figure 3 : Haemoproteidae. *Myotis goudoti*, Namoroka (code SMG-13061)

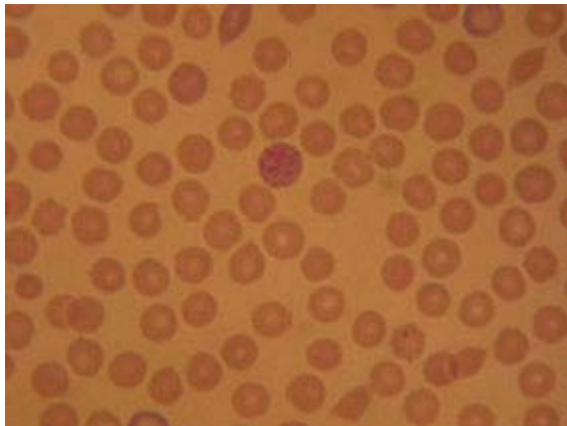


Figure 4 : Haemoproteidae. *Miniopterus manavi*, Namoroka (code SMG-13057)

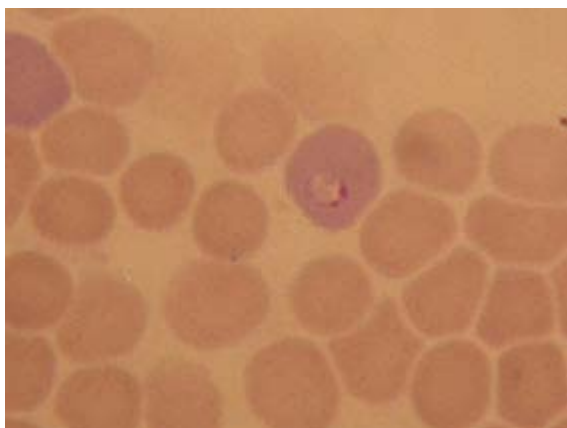


Figure 5 : Haemoproteidae. *Miniopterus manavi*, Namoroka (code SMG-13077)

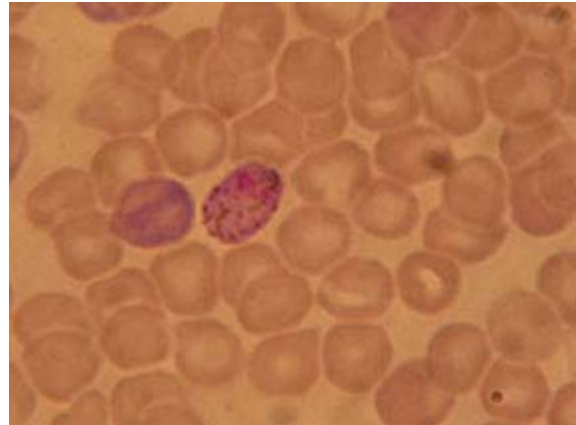
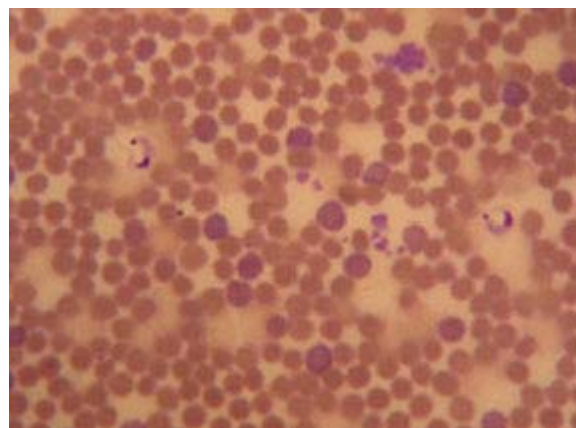


Figure 6 : Microfilaire. *Miniopterus manavi*, Ankarana (code SMG-13703)



Figure 7 : *Trypanosoma*. *Miniopterus manavi*, Namoroka (code SMG-13057)



RESULTATS

Au total, 452 spécimens sanguins de chauves-souris ont été collectés. Douze se sont révélés illisibles; les présents résultats portent donc sur 440 chauves-souris. Ces chauves-souris appartiennent à deux sous-ordres, 5 familles, 11 genres et 14 espèces (tableau II).

Tableau II : Nombre et prévalence des hémoparasites de chauve-souris à Madagascar

Espèce	Sous-ordre	Famille	n	Haem (%)	Microf (%)	Tryp (%)
<i>Eidolon dupreanum</i> *	Meg	Pteropodidae	3	0	0	0
<i>Rousettus madagascariensis</i> *	Meg	Pteropodidae	33	0	0	0
<i>Emballonura atrata</i> *	Mic	Emballonuridae	2	0	0	0
<i>Hipposideros commersoni</i>	Mic	Hipposideridae	23	0	0	0
<i>Triaenops furculus</i> *	Mic	Hipposideridae	28	1 (4)	0	0
<i>Triaenops rufus</i> *	Mic	Hipposideridae	41	0	0	0
<i>Myotis goudoti</i>	Mic	Vespertilionidae	68	16 (24)	1 (1)	0
<i>Miniopterus gleni</i>	Mic	Vespertilionidae	13	3 (23)	0	0
<i>Miniopterus manavi</i> *	Mic	Vespertilionidae	129	49 (38)	30 (23)	3 (2)
<i>Mormopterus jugularis</i> *	Mic	Molossidae	25	0	0	0
<i>Otomops madagascariensis</i> *	Mic	Molossidae	23	0	0	0
<i>Tadarida leucogaster</i> *	Mic	Molossidae	9	0	0	0
<i>Tadarida leucostigma</i>	Mic	Molossidae	42	0	0	0
<i>Chaerephon ov. sp.</i> *	Mic	Molossidae	1	0	0	0
Total			440	69	31	3

* : endémique, Meg : Megachiroptera, Mic : Microchiroptera
Haem : Haemoproteidae, Microf : Microfilaire, Tryp : Trypanosoma

L'examen microscopique des frottis a révélé 93 chauves-souris sur 440 (21%) parasitées par au moins un hémoparasite, avec par ordre de fréquence 69 Haemoproteidae (15,7% des 440 chauves-souris), 31 microfilaires (7,0%) toujours très courtes, et 3 *Trypanosoma* (0,7%). Sur ces 93 chauves-souris, 92 (99%) appartiennent à la famille des Vespertilionidae.

Ce parasitisme est réparti de façon très hétérogène entre espèces de chauve-souris. Seules quatre espèces ont été observées avec au moins un parasite. *Miniopterus manavi* est l'espèce la plus parasitée et la seule à héberger les trois groupes de parasites Haemoproteidae, microfilaires et *Trypanosoma*. *Myotis goudoti* est une espèce parasitée par Haemoproteidae et microfilaires. Quant à *Miniopterus gleni* et *Triaenops furculus*, elles sont parasitées uniquement par Haemoproteidae (tableau II). Ces quatre espèces présentant des parasites sont endémiques de la région malgache (Madagascar et Comores).

Les associations parasitaires paraissent distribuées au hasard, sans associations ni exclusions préférentielles (tableau III).

Tableau III : Nombre et prévalence des infections simples et mixtes chez les chauves-souris à Madagascar

	<i>Miniopterus manavi</i> (%)	<i>Myotis goudoti</i> (%)	Autres espèces (%)	Total
Haemoproteidae	39 (30,2)	16 (23,5)	4 (1,6)	59
Microfilaire	21 (16,3)	1 (1,5)	0	22
Trypanosoma	2 (1,6)	0	0	2
Haemoproteidae + microfilaire	9 (7,0)	0	0	9
Microfilaire + Trypanosoma	0	0	0	0
Haemoproteidae + Trypanosoma	1 (0,8)	0	0	1
Haemoproteidae + microfilaire + Trypanosoma	0	0	0	0
Sans parasites	57 (44,2)	51 (75,0)	239 (98,4)	347
Total	129	68	243	440

Parasitisme chez *Miniopterus manavi*

Cette espèce présente les plus fortes prévalences parasitaires de toutes les chauves-souris observées dans cette étude (tableau II).

La répartition des individus parasités entre localités et dates de collectes montre une prévalence en Haemoproteidae et en microfilaires supérieures dans le Bemaraha par rapport à Namoroka ($p=0,042$ par test exact de Fischer pour Haemoproteidae et $p<10^{-4}$ pour les microfilaires) (tableau IV). Aucune différence significative n'a été observée entre les sexes des chauves-souris ($p=0,36$ par test exact de Fischer pour Haemoproteidae et $p=0,67$ pour microfilaires) (tableau IV). Sur les 6 femelles observées gravides (toutes à Namoroka les 14 et 15 octobre 2002) deux individus se sont avérés porteurs d'Haemoproteidae à des densités de 1650 et 1950/ μ l de sang, toutes sont négatives en microfilaires.

Le poids moyen des individus de cette espèce est 5,21 g ($n=114$). Le portage d'Haemoproteidae n'est pas significativement lié au poids : le poids moyen des individus négatifs en Haemoproteidae est 5,20 g ($n=69$), celui des positifs est 5,21 g ($n=45$; $p=0,81$ par test U de Mann-Whitney), et celui des plus fortes charges parasitaires est 5,04 g ($n=17$ pour les individus avec $\leq 3000/\mu$ l ; $p=0,59$ par test U de Mann-Whitney par rapport aux 80 individus négatifs).

A l'inverse, il apparaît que le portage de microfilaires est associé à un poids supérieur et que les individus avec les plus fortes charges parasitaires sont les plus lourds : le poids moyen des individus négatifs en microfilaires est 4,94 g ($n=85$), celui des positifs est 5,98 g ($n=29$; $p<10^{-4}$ par test U de Mann-Whitney). Les individus positifs se répartissent de la façon suivante : ceux de la classe + pèsent en moyenne 5,43 g ($n=9$), ceux de la classe ++ 5,88 g ($n=5$) et ceux de la classe +++ 6,35 g ($n=15$) (H de

Kruskall-Wallis = 23,36; dll=3; $p < 10^{-4}$).

Les 49 individus avec au moins un Haemoproteidae à l'examen microscopique présentent une densité parasitaire (/µl de sang) moyenne de 4 728, médiane de 1 500, et maximale de 37 440. Les 30 individus avec au moins un microfilaire à l'examen microscopique se répartissent en 10 individus pour la classe +, 5 pour la classe ++ et 15 pour la classe +++. Les 3 individus avec au moins un *Trypanosoma* à l'examen microscopique présentent des parasitémies (/µl de sang) de 150, 720 et 2 100.

Tableau IV : **Prévalence des infections parasitaires chez *Miniopterus manavi* en fonction du site et de la date de capture d'une part, et du sexe des chauves-souris d'autre part**

		n	Haem	Microf	Tryp
Morombe	15 au 25 fév. 2002	4	0	0	0
Toliara	7 au 9 mai 2002	14	3	1	2
Ankarana	11 au 19 mai 2003	10	4	1	0
Namoroka	8 au 16 oct. 2002	41	12	3	1
Bemaraha	22 nov. au 4 déc. 2001	60	30	25	0
Mâles		64	27	16	2
Femelles		64	21	13	1
Sexes indéterminés		1	1	1	0
Total		129	49	30	3

Parasitisme chez *Myotis goudoti*

Cette espèce de chauve-souris semble moins parasitée que *Miniopterus manavi* ($p=0,055$ par test exact de Fischer pour la prévalence en Haemoproteidae, soit une valeur proche du seuil de signification).

La répartition des individus de *Myotis goudoti* parasités entre localités et dates de collectes d'une part, et sexes d'autre part ne présente pas de différence significative ($p > 0,99$ par test exact de Fischer en comparant la prévalence en Haemoproteidae entre Namoroka et Bemaraha; $p=0,77$ par test exact de Fischer en comparant la prévalence en Haemoproteidae entre mâles et femelles) (tableau V). Aucune femelle de cette espèce de chauve-souris n'a été capturée gravide.

Le poids moyen des individus de cette espèce est 5,51 g ($n=54$), (extrêmes : 4,1-9,9). Le portage d'Haemoproteidae n'est pas associé à une variation de poids (5,54 g pour les 40 individus négatifs versus 5,44 g pour les 14 individus positifs; $p=0,29$ par test U de Mann-Whitney). A l'inverse, le portage de microfaires (comme chez *Miniopterus manavi*) semble lié à un poids important : la seule chauve-souris positive en microfaires à l'examen microscopique pesait 8,6 g, soit le poids maximum observé à une seule exception près ($p=0,10$ par test U de Mann-Whitney, $n=54$); cette chauve-souris ayant une microfilarémie relativement faible (classe +).

Les 16 individus avec au moins un Haemoproteidae à l'examen microscopique présentent une densité parasitaire (/µl de sang) moyenne de 1 320, médiane de 675, et maximale de 7 200. La densité parasitaire chez cette espèce de chauve-souris est statistiquement différente de celle de *M. manavi* ($p=0,048$ par le test U de Mann-Whitney pour les 65 individus des deux espèces avec au moins un parasite).

Tableau V : **Prévalence des infections parasitaires chez *Myotis goudoti* en fonction du site et de la date de capture d'une part, et du sexe des chauves-souris d'autre part**

		n	Haem	Microf	Tryp
Toliara	7 au 9 mai 2002	20	5	1	0
Ankarana	11 au 19 mai 2003	13	2	0	0
Namoroka	8 au 16 oct. 2002	8	3	0	0
Bemaraha	22 nov. au 4 déc. 2001	27	6	0	0
Mâles		25	5	0	0
Femelles		40	10	1	0
Sexes indéterminés		3	1	0	0
Total		68	16	1	0

Parasitisme chez les autres espèces de chauve-souris

La prévalence d'Haemoproteidae chez *Miniopterus gleni* est assez importante (23%). Elle n'est pas statistiquement différente de celle observée chez *M. manavi* ($p=0,37$ par test exact de Fischer) ni chez *M. goudoti* ($p > 0,99$). Les 3 *Miniopterus gleni* parasités ont été collectés le 8 octobre 2002 dans le tsingy de Namoroka (1 individu) et le 18 mai 2003 dans le tsingy de l'Ankarana (2 individus) avec des densités parasitaires (/µl de sang) respectives de 150, 750 et 1 050.

La prévalence d'Haemoproteidae chez *Triaenops furculus* est assez faible (3,6%). Elle est statistiquement différente de celle observée chez *M. manavi* ($p=0,0002$ par test exact de Fischer) et chez *M. goudoti* ($p=0,042$). Cette espèce de Microchiroptera est la seule non-Vespertilionidae à avoir été observée parasitée, chez un seul individu femelle capturé le 7 mai 2002 à Toliara (Grotte d'Ambanilia-3,7 km SSE Sarodrano) et uniquement par Haemoproteidae à une densité de 1750 /µl de sang.

DISCUSSION

Cette étude aborde le vaste domaine des hémoparasites dans l'ordre des Chiroptera. Comme on aurait pu s'en douter initialement, cette première approche exploratoire se heurte à la foisonnante biodiversité malgache et pose peut-être plus de

questions qu'elle n'apporte de réponse. Les faits marquants sont les suivants :

- existence d'une répartition hétérogène des hémoparasites entre espèces et surtout entre familles de chauves-souris;

- l'existence d'une relation positive entre portage de microfilières et poids.

Parmi les 93 chauves-souris trouvées avec au moins un hémoparasite, 92 appartiennent à la famille des Vespertilionidae. Y a-t-il une caractéristique de la biologie de cette famille qui expliquerait à la fois l'abondance des parasites et leur diversité spécifique? Dans certaines localités, comme dans l'Ankarana, les dortoirs de *Miniopterus manavi*, *M. gleni*, *Mormopterus jugularis*, *Myotis goudoti*, *Triaenops furculus*, *T. rufus*, *Rousettus madagascariensis* et *Hipposideros commersoni* sont observés dans la même grotte. En principe donc, le risque d'exposition aux vecteurs de parasites sanguins est similaire pour toutes ces espèces. Peut-être la position préférentielle des Vespertilionidae à proximité de l'ouverture de la grotte se traduit-elle en termes de sur-exposition aux vecteurs (au moins par rapport aux Hipposiderosidae dont les dortoirs sont observés plus profondément dans la grotte)? La famille des Vespertilionidae est peu exigeante en matière de dortoirs, dont la taille va de petite (quelques individus) jusqu'à très grande (plus 5 000 individus), rencontrés dans les arbres morts en forêt, dans les abris sous roches ou dans les grottes. Les individus de cette famille, quel que soit le lieu de collecte à Madagascar, sont fortement parasités. Il est donc raisonnable de suggérer une susceptibilité particulière de cette famille aux hémoparasites, au moins dans le contexte malgache. Cette susceptibilité est-elle liée à une alimentation particulière chez cette famille [8]?

Chez *Miniopterus manavi* (de façon certaine) et chez *Myotis goudoti* (de façon probable) les individus avec des microfilières sont plus lourds, et l'importance de la charge en microfilières est fonction de l'importance du surpoids. A notre connaissance, cette observation originale est sans équivalent dans le domaine des interactions filaires/ chauves-souris. L'accroissement du poids des chauves-souris est-il lié à l'âge? Ceci irait dans le sens d'une augmentation parallèle de la masse corporelle et de l'exposition à l'infection filarienne. Cette hypothèse semble envisageable pour les jeunes adultes, mais ne semble pas compatible avec ce que l'on connaît de la biologie des chauves-souris, plutôt stables pour la masse corporelle à l'âge adulte. Cette question reste manifestement ouverte.

Au-delà de cet inventaire des hémoparasites des chauves-souris de Madagascar, essentiellement au niveau des familles de parasites, il reste à préciser le statut spécifique des parasites observés, et, dans la mesure du possible, le mode de transmission très certainement vectoriel, dans le contexte de Madagascar.

En conclusion, cette étude s'insère dans un programme de veille microbiologique initié au sein du Réseau International des Instituts Pasteur pour comprendre les mécanismes qui prévalent à l'apparition d'un contexte épidémique lié à un agent pathogène et à ses interactions avec des hôtes habituels ou exceptionnels dans des environnements particuliers.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Vola Razakarivony pour son aide sur le terrain. Des permis de recherche ont été accordés par les Eaux et Forêt et par l'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées. Ce travail a bénéficié d'un soutien financier de l'Institut Pasteur de Madagascar, l'Institut de Recherche pour le Développement, National Geographic Society (7402-03), Volkswagen Stiftung et WWF.

REFERENCES

- 1- **Eger JL, Mitchell L.** Chiroptera, bats. In : Goodman SM & Benstead JP, eds. Natural History of Madagascar. Chicago : the University of Chicago press, 2003 : 1287-1298.
- 2- **MacKinnon JL, Hawkins CE, Racey PA.** Pteropodidae, fruit bats, *fanihy, angavo*. In : Goodman SM & Benstead JP, eds. Natural History of Madagascar. Chicago : the University of Chicago press, 2003 : 1299-1302.
- 3- **Goodman SM, Cardiff SG.** A new species of *Chaerophon* (Molossidae) from Madagascar with notes on other members of the family. *Acta Chiropterologica*. (sous presse)
- 4- **Eger JL, Mitchell L.** Biogeography of the bats of Madagascar. In : Lourenço WL, Eds. Biogéographie de Madagascar. Paris : ORSTOM, 1996 : 321-328 (Colloques et séminaires).
- 5- **Cassel-Beraud AM, Fontenille D, Rabetafika L.** Etude bactérienne, virale et parasitaire d'une population de chauves-souris *Chaerophon pumila* à Anjiro, Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1989; **56** : 233-239.
- 6- **Raharimanga V, Soula F, Raherilalao MJ, Goodman SM, Sadones H, Tall A, Randrianarivelosia M, Raharimalala L, Duchemin JB, Arieu F, Robert V.** Hémoparasites des oiseaux sauvages à Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 2002; **68** : 90-99.
- 7- **Cornet A.** Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar, carte à 1/2 000 000 et notice. Paris : Editions ORSTOM ; 1974. Voir aussi (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/madagascar/maps/bc5tif.jpg>).
- 8- **Coggins JR.** Methods for the ecological study of bat endoparasites. In : Kuntz TH, Eds. Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Washington, Smithsonian Institution Press, 1988 : 475-489.

ANNEXE

Données brutes des lectures pour chaque chauve-souris positive pour au moins un hémoparasite (les valeurs numériques correspondent au nombre de parasites observés après 20 minutes d'examen microscopique au grossissement 1000).

Code	Espèce	Haem	Micr	Tryp	Code	Espèce	Haem	Micr	Tryp
SMG-13018	<i>Miniopterus gleni</i>	1	0	0	SMG-12566	<i>Miniopterus manavi</i>	5	+	0
SMG-13744	<i>Miniopterus gleni</i>	5	0	0	SMG-12567	<i>Miniopterus manavi</i>	5	++	0
SMG-13746	<i>Miniopterus gleni</i>	7	0	0	SMG-12918	<i>Miniopterus manavi</i>	1	0	0
SMG-12383	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0	SMG-12923	<i>Miniopterus manavi</i>	8	0	0
SMG-12387	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0	SMG-12924	<i>Miniopterus manavi</i>	33	0	0
SMG-12388	<i>Miniopterus manavi</i>	10	0	0	SMG-12927	<i>Miniopterus manavi</i>	0	0	1
SMG-12389	<i>Miniopterus manavi</i>	0	++	0	SMG-12928	<i>Miniopterus manavi</i>	0	0	4
SMG-12390	<i>Miniopterus manavi</i>	76	0	0	SMG-12975	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0
SMG-12399	<i>Miniopterus manavi</i>	14	0	0	SMG-13020	<i>Miniopterus manavi</i>	10	0	0
SMG-12402	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0	SMG-13021	<i>Miniopterus manavi</i>	1	0	0
SMG-12414	<i>Miniopterus manavi</i>	0	++	0	SMG-13048	<i>Miniopterus manavi</i>	8	0	0
SMG-12415	<i>Miniopterus manavi</i>	10	+	0	SMG-13050	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0
SMG-12417	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0	SMG-13052	<i>Miniopterus manavi</i>	1	0	0
SMG-12418	<i>Miniopterus manavi</i>	28	+++	0	SMG-13053	<i>Miniopterus manavi</i>	3	0	0
SMG-12419	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13057	<i>Miniopterus manavi</i>	6	0	14
SMG-12420	<i>Miniopterus manavi</i>	145	0	0	SMG-13071	<i>Miniopterus manavi</i>	9	0	0
SMG-12421	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13074	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0
SMG-12422	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13077	<i>Miniopterus manavi</i>	6	0	0
SMG-12423	<i>Miniopterus manavi</i>	0	++	0	SMG-13142	<i>Miniopterus manavi</i>	40	0	0
SMG-12424	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13166	<i>Miniopterus manavi</i>	13	0	0
SMG-12425	<i>Miniopterus manavi</i>	11	+++	0	SMG-13168	<i>Miniopterus manavi</i>	11	0	0
SMG-12426	<i>Miniopterus manavi</i>	2	+++	0	SMG-13169	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0
SMG-12427	<i>Miniopterus manavi</i>	250	0	0	SMG-13170	<i>Miniopterus manavi</i>	0	++	0
SMG-12428	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13669	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0
SMG-12429	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0	SMG-13672	<i>Miniopterus manavi</i>	40	0	0
SMG-12430	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13673	<i>Miniopterus manavi</i>	41	0	0
SMG-12431	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13703	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0
SMG-12432	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-13714	<i>Miniopterus manavi</i>	20	0	0
SMG-12433	<i>Miniopterus manavi</i>	7	0	0	SMG-12397	<i>Myotis goudoti</i>	0	+	0
SMG-12446	<i>Miniopterus manavi</i>	119	0	0	SMG-12454	<i>Myotis goudoti</i>	4	0	0
SMG-12447	<i>Miniopterus manavi</i>	17	0	0	SMG-12470	<i>Myotis goudoti</i>	5	0	0
SMG-12449	<i>Miniopterus manavi</i>	2	+++	0	SMG-12471	<i>Myotis goudoti</i>	1	0	0
SMG-12450	<i>Miniopterus manavi</i>	3	+++	0	SMG-12480	<i>Myotis goudoti</i>	18	0	0
SMG-12451	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+++	0	SMG-12533	<i>Myotis goudoti</i>	1	0	0
SMG-12456	<i>Miniopterus manavi</i>	75	0	0	SMG-12906	<i>Myotis goudoti</i>	1	0	0
SMG-12459	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0	SMG-12910	<i>Myotis goudoti</i>	17	0	0
SMG-12460	<i>Miniopterus manavi</i>	125	0	0	SMG-13047	<i>Myotis goudoti</i>	2	0	0
SMG-12461	<i>Miniopterus manavi</i>	2	0	0	SMG-13059	<i>Myotis goudoti</i>	11	0	0
SMG-12462	<i>Miniopterus manavi</i>	21	0	0	SMG-13061	<i>Myotis goudoti</i>	8	0	0
SMG-12474	<i>Miniopterus manavi</i>	15	0	0	SMG-13064	<i>Myotis goudoti</i>	13	0	0
SMG-12476	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0	SMG-13122	<i>Myotis goudoti</i>	1	0	0
SMG-12529	<i>Miniopterus manavi</i>	120	0	0	SMG-13196	<i>Myotis goudoti</i>	48	0	0
SMG-12531	<i>Miniopterus manavi</i>	36	+	0	SMG-13676	<i>Myotis goudoti</i>	2	0	0
SMG-12535	<i>Miniopterus manavi</i>	157	0	0	SMG-13718	<i>Myotis goudoti</i>	7	0	0
SMG-12546	<i>Miniopterus manavi</i>	21	0	0	SMG-13741	<i>Myotis goudoti</i>	3	0	0
SMG-12554	<i>Miniopterus manavi</i>	7	0	0	SMG-12904	<i>Trienops furculus</i>	14	0	0
SMG-12555	<i>Miniopterus manavi</i>	0	+	0					

Haem : Haemoproteidae, Micr : Microfilaire, Tryp : Trypanosoma