



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
FACULTE DES SCIENCES  
**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE**



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE



*Latimeria chalumnae*

MEMOIRE  
POUR L'OBTENTION DU  
**Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A.)**

Formation Doctorale : *Sciences de la vie*  
Option : *Biologie, Ecologie et Conservation Animales*

**INVENTAIRE ET ETUDE MORPHOLOGIQUE DES  
MYRMELEONTIDES (Insectes – Neuroptères) DANS LA  
REGION DE BEZA MAHAFALY, MADAGASCAR.**

Présenté par :

Mr RAZANAJAONARIVALONA Elysé Hugo

Devant le JURY composé de :

Président : Monsieur RAKOTOMANANA Hajanirina  
Professeur  
Rapporteur : Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide  
Maître de conférences  
Examineurs : Madame OLIARINONY Ranalison  
Maître de conférences  
Monsieur RAKOTOMALALA Zafimahery  
Maître de conférences

Soutenu publiquement le : 18 Octobre 2011.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous ne saurions nous taire devant l'intelligence et les aides si précieuses, aussi bien pédagogique et morales que matérielles, de près ou de loin, que vous nous avez apportées dans la réalisation de ce livre. Aussi, tenons-nous à exprimer nos sincères et vifs remerciements.

Tenons-nous à remercier vivement les personnes suivantes qui nous ont aidés, chacune à sa façon, à la réalisation de ce mémoire :

- Monsieur RAKOTOMANANA Hajanirina, Professeur

*Un grand merci pour le grand honneur que vous nous faites d'accepter d'être le Président du jury de ce mémoire, nous vous adressons nos profonds respects.*

- Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide, Maître de conférences

*Malgré vos multiples occupations, vous avez partagé votre temps à nous encadrer et à nous guider avec compétence ce présent travail. Nous vous témoignons nos sincères et profondes gratitude.*

- Madame OLIARINONY Ranalison, Maître de conférences

- Monsieur RAKOTOMALALA Zafimahery, Maître de conférences

*Vous nous faites un grand honneur de siéger parmi les membres de jury. Nous vous en sommes reconnaissants.*

- Monsieur RATSIRARSON Joelisoa, Doctorat, HDR

- Docteur Alison Richard

- Monsieur Steven M. Goodman, Doctorat, HDR

- Docteur Bruno Michel, CIRAD/IER, Centre Régional de Recherche Agronomique, France

- Docteur Norman Penny, CAS California

*Vos supports nous ont beaucoup aidés à préparer et réaliser ainsi, à terminer ce travail. Nous vous adressons nos vifs remerciements.*

- Fondation CLAIBORNE / ORTENBERG

- Toute l'équipe de CAS Madagascar

- Gebhard Fitz, toute l'équipe de Beza Mahafaly

*Nous adressons également nos vifs remerciements.*

## RESUME

La présente étude a été entreprise pour inventorier les espèces de Myrmeleontidés, des familles de l'ordre de Neuroptères, de cinq habitats (forêt galerie, forêt sèche, savane, savane temporairement inondée et zones de cultures) dans la région de Beza Mahafaly. Trois méthodes d'inventaires ont été pratiquées : fouille systématique, piégeages par piège malaise et par piège lumineux. Pendant 143 jours et 268 nuits-pièges du 22 septembre 2004 au 11 juin 2005, trois familles de Neuroptères ont été recensées : Myrmeleontidés, Ascalaphidés et Chrysopidés. Au total, 12 espèces de Neuroptères ont été inventoriées dont les Myrmeleontidés sont au nombre de sept (7), les Ascalaphidés comptent trois (3) espèces et les Chrysopidés sont les dernières avec deux (2) espèces. Seule, *Palpares pardaloides* (Myrmeleontidés) est endémique de Madagascar. Par rapport aux efforts entrepris, les espèces recensées n'étaient pas abondantes dans l'ensemble des sites. L'affinité bioécologique de toutes ces espèces trouvées permet de dire que les milieux ouverts sont préférentiellement leurs habitats naturels. Dix (10) espèces, à l'exception de *Myrmeleon validus* et *M. obscurus* (dans la forêt galerie), ont été recensées dans les savanes et zones de cultures mais, toutes fréquentent la strate herbacée. Les Neuroptères ont une importance biologique (proies, prédateurs, agents bio-contrôles) non négligeable. Protéger les Myrmeleontidés nécessite surtout une protection des leurs habitats naturels contre la destruction sur brulis. Une extension de la conservation doit concerner aussi les milieux ouverts tels que les savanes.

**Mots clés :** Beza Mahafaly, Insectes, Neuroptères, Myrmeleontidés, Inventaires.

## **ABSTRACT**

This study has been done to make an inventory of the different species of Myrmeleontidae, one family of Neuroptera, in five different environments (gallery forest, dry forest, savanna, temporary flooded savanna and farming fields) in the Special Reserve of Beza Mahafaly. Three inventory methods have been applied : systematic excavation, malaise trapping, and luminous trap. After 143 days and 258 trap-nights of 22<sup>nd</sup> september 2004 to 11<sup>th</sup> june 2005, three families of Neuroptera (Myrmeleontidae, Chrysopidae and Ascalaphidae) have been found. In total, seven (7) species of Myrmeleontidae, three (3) species of Ascalaphidae and two (2) species of Chrysopidae, which only one is endemic from Madagascar (*Palpares pardaloides*), have been inventoried. Comparing to the undertaken efforts, species are not abundant in all the sites. Concerning bio-ecological affinity of the discovered species, the open areas are the natural environment of 10 species, except *Myrmeleon validus* and *M. obscurus* (gallery forest) but, all live in the herbaceous stratum. The Neuroptera are biologically important (preys, predators and bio-control agents) and can't be neglected. Protecting the Myrmeleontidae needs the protection of their natural environment at first, especially against the fire destruction. The protection and conservation biodiversity concern also the open surroundings, the open area like savanna.

**Keywords :** Beza Mahafaly, Insects, Neuroptera, Myrmeleontidae, Inventory.

## **LISTE DES FIGURES**

<b><u>Figure 1</u></b> : Localisation de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly.....	02
<b><u>Figure 2</u></b> : Diagramme ombrothermique de la région de Beza Mahafaly.....	04
<b><u>Figure 3</u></b> : Végétation dans la région de Beza Mahafaly.....	06
<b><u>Figure 4</u></b> : Faunes de Beza Mahafaly.....	07
<b><u>Figure 5</u></b> : Sites d'étude.....	09
<b><u>Figure 6</u></b> : Arrangement systématique et schéma du cycle évolutif des Myrmeleontidés.....	10
<b><u>Figure 7</u></b> : Schéma du dispositif de la zone d'inventaire des Myrmeleontidés.....	11
<b><u>Figure 8</u></b> : Schéma du filet fauchoir.....	11
<b><u>Figure 9</u></b> : Schéma du piège malaise .....	12
<b><u>Figure 10</u></b> : Schéma du piège lumineux .....	12
<b><u>Figure 11</u></b> : Schéma des antennes et du thorax des Myrmeleontidés.....	13
<b><u>Figure 12</u></b> : Système de Comstock et Neddham.....	14
<b><u>Figure 13</u></b> : Mensuration d'individus des Myrmeleontidés.....	15
<b><u>Figure 14</u></b> : Courbes cumulatives de l'inventaire des Neuroptères à Beza Mahafaly.....	19
<b><u>Figure 15</u></b> : Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly.....	20
<b><u>Figure 16</u></b> : Antennes des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly.....	24
<b><u>Figure 17</u></b> : Thorax des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly.....	25
<b><u>Figure 18</u></b> : Ailes antérieures des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly.....	26
<b><u>Figure 19</u></b> : Ailes postérieures des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly.....	27
<b><u>Figure 20</u></b> : Dimorphisme sexuel chez <i>Palpares pardaloides</i> et <i>Cueta pallens</i> .....	28
<b><u>Figure 21</u></b> : Schéma général de la distribution des Myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly.....	33
<b><u>Figure 22</u></b> : <i>Cueta pallens</i> pratiquant le système de camouflage par homochromie.....	34
<b><u>Figure 23</u></b> : Distribution verticale des Myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly.....	35
<b><u>Figure 24</u></b> : Distribution des Neuroptères dans chaque site.....	36
<b><u>Figure 25</u></b> : Distribution chronologique des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly.....	36
<b><u>Figure 26</u></b> : Larves des Myrmeleontidés collectées dans la région de Beza Mahafaly.....	38
<b><u>Figure 27</u></b> : Morphologie d'identification d'une larve des Myrmeleontidés et trou-piège.....	39

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b><u>Tableau 1</u></b> : Richesse spécifique en Neuroptères et en Myrmeleontidés dans tous les sites....	18
<b><u>Tableau 2</u></b> : Abondance relative des espèces dans chaque site d'étude .....	21
<b><u>Tableau 3</u></b> : Abondance des Myrmeleontidés suivant le type du milieu.....	22
<b><u>Tableau 4</u></b> : Comparaison de la longueur de l'abdomen, de l'aile antérieure et postérieure et du corps entre <i>Palapares pardaloides</i> et <i>Cueta pallens</i> mâles et femelles.....	29
<b><u>Tableau 5</u></b> : Comparaison entre longueur d'abdomen et longueur d'ailes antérieure de <i>P. Pardaloides</i> et <i>Cueta pallens</i> .....	29
<b><u>Tableau 6</u></b> : Sex-ratio de <i>Palpares pardaloides</i> dans chaque site.....	30
<b><u>Tableau 7</u></b> : Sex-ratio de <i>Cueta pallens</i> dans chaque site.....	31
<b><u>Tableau 8</u></b> : Comparaison sur la distribution de <i>Palpares pardaloides</i> , <i>Cueta pallens</i> et <i>Neuroleon</i> sp. selon le type du milieu.....	32
<b><u>Tableau 9</u></b> : Valeurs moyennes des grandeurs physiques du trou-piège des larves des Myrmeleontidés.....	37

## **LISTE DES ANNEXES**

<b><u>Annexe I</u></b> : Fossiles de Neuroptères (Harun, 2009).....	i
<b><u>Annexe II</u></b> : Données météorologiques de la région de Betioky Sud.....	i
<b><u>Annexe III</u></b> : Données météorologiques de la région de Beza Mahafaly.....	ii
<b><u>Annexe IV</u></b> : Fiche de relevé floristique dans les sites d'étude.....	ii
<b><u>Annexe V</u></b> : Fiche d'inventaire d'insectes dans les sites d'étude.....	iii
<b><u>Annexe VI</u></b> : Différents types d'habitats dans les sites d'étude .....	iii
<b><u>Annexe VII</u></b> : Classification de l'ordre des Neuroptères.....	iv
<b><u>Annexe VIII</u></b> : Schéma d'une larve des Myrmeleontidés.....	iv
<b><u>Annexe IX</u></b> : Complexe gonarcus - paramères.....	iv
<b><u>Annexe X</u></b> : Transformation des variables par Logarithme Népérien.....	v
<b><u>Annexe XI</u></b> : Famille des Ascalaphydés et Chrysopidés.....	vi
<b><u>Annexe XII</u></b> : Système de camouflage des Myrmeleontidés par homotypie et homochromie.....	vii
<b><u>Annexe XIII</u></b> : Ailes des <i>Palpares pardaloides</i> .....	vii
<b><u>Annexe XIV</u></b> : Typologie des sols dans les forêts ; modes de cultures traditionnelles.....	vii
<b><u>Annexe XV</u></b> : Occupation du sol dans la région de Beza Mahafaly.....	viii

# **SOMMAIRE**

<b>I – INTRODUCTION.....</b>	<b>01</b>
<b>II – PRESENTATION DU MILIEU D’ETUDE.....</b>	<b>02</b>
<b>II – 1. MILIEU PHYSIQUE.....</b>	<b>02</b>
1 – Situation géographique.....	02
2 – Géologie.....	03
3 – Relief et topographie.....	03
4 – Climat.....	03
5 – Hydrographie.....	04
<b>II – 2. MILIEU BIOLOGIQUE.....</b>	<b>04</b>
1 – Végétation.....	04
2 – Faunes de Beza Mahafaly.....	07
<b>II – 3. SITES D’ETUDE.....</b>	<b>08</b>
<b>III – MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>10</b>
<b>III – 1. MATERIELS BIOLOGIQUES.....</b>	<b>10</b>
<b>III – 2. METHODOLOGIE.....</b>	<b>10</b>
1 – Inventaire des Myrmeleontidés.....	11
a. <i>Observation directe</i> .....	11
b. <i>Piégeage par piège malaise</i> .....	12
c. <i>Piégeage par piège lumineux</i> .....	12
2 – Nombre d’individu des Myrmeleontidés.....	12
3 – Morphologie des Myrmeleontidés.....	13
a. <i>Observation des spécimens</i> .....	13
b. <i>Mensuration d’individus de Myrmeleontidés</i> .....	15
4 – Distribution des Myrmeleontidés.....	15
5 – Saisonnalité des Myrmeleontidés.....	15
<b>III – 3. TRAITEMENT DES DONNEES.....</b>	<b>15</b>
1 – Outils d’analyse pour le nombre d’espèce des Myrmeleontidés.....	15
2 – Outils d’analyse pour l’abondance des Myrmeleontidés.....	16

3 – Outils d’analyse pour la morphologie des Myrmeleontidés.....	16
a. <i>Pour les caractères morphologiques externes</i> .....	16
b. <i>Pour les comparaisons morphologiques</i> .....	16
4 – Outils d’analyse pour la distribution des Myrmeleontidés.....	17
5 – Outils d’analyse de la saisonnalité des Myrmeleontidés.....	17
<b>IV – RESULTATS ET INTERPRETATIONS</b> .....	<b>18</b>
1 – Diversité des Myrmeleontidés.....	18
2 – Abondance des espèces de Myrmeleontidés.....	21
a. <i>Abondance relative des Myrmeleontidés dans chaque site</i> .....	21
b. <i>Abondance des Myrmeleontidés suivant le type de milieu</i> .....	21
3 – Morphologie des Myrmeleontidés.....	22
a. <i>Descriptions morphologiques</i> .....	22
b. <i>Longueur de l’abdomen, du corps et des ailes des Myrmeleontidés</i> .....	28
c. <i>Sex-ratio</i> .....	30
4 – Distribution des Myrmeleontidés.....	31
a. <i>Distribution horizontale selon le type d’habitat</i> .....	31
b. <i>Distribution verticale des Myrmeleontidés</i> .....	34
5 – Saisonnalité des Myrmeleontidés.....	36
6 – Larves des Myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly.....	37
<b>V– DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>40</b>
<b>V– 1. DISCUSSION</b> .....	<b>40</b>
1 – Nature des habitats dans la région de Beza Mahafaly.....	40
2 – Diversité des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly.....	41
3 – Milieux d’abondance des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly.....	42
4 – Clés d’identification des Myrmeleontidés.....	43
5 – Distributions horizontale et verticale des Myrmeleontidés.....	44
6 – Climat et chronologie avec la distribution des Myrmeleontidés.....	45
<b>V – 2. RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>46</b>
1 – Valeurs biologiques des Neuroptères.....	46

2 – Beza Mahafaly et la conservation.....	47
<b>VI– CONCLUSION.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>51-54</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>i-viii</b>

## I - INTRODUCTION

Les Neuroptères, du grec "neuron" (nerf, faisceau fibreux) et "ptera" (aile), sont des insectes ptérygotes. Ils ont une taille de 2 mm à 120 mm de long, munis de quatre ailes (Scudder et Cannings, 2007) formées par plusieurs nervures ressemblant à une ramification étendue des interconnexions neuroniques du système nerveux (Meyer, 2005). Dans le monde, environ 6500 espèces (Aspöck *et al.*, 1980) appartenant à 201 genres (Scudder et Cannings, 2007) et 21 familles de Neuroptères ont été répertoriés dont les Myrmeleontidés demeurent les plus importantes avec plus de 1200 espèces (Stange, 2004). Elle-même comporte cinq sous-familles (deux fossiles) et 14 tribus (Stange, 2004).

A Madagascar, les Myrmeleontidés présentent actuellement deux sous-familles, six tribus et approximativement 50 espèces (Stange, 2004). Ces Myrmeleontidés de Madagascar sont utilisées comme référence des clés de détermination en sous-familles, en genre et en espèce dans le monde (Stange, 2004). Malgré cela, cette famille se trouve peu étudiée. En particulier, ces insectes sont rares et ils sont souvent morphologiquement confondus avec les libellules et les demoiselles. Ce groupe est reconnaissable plutôt par ses larves que par les formes adultes. Avant la présente étude, très peu d'information existe sur les Myrmeleontidés de Madagascar. Dans le cas de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, cette étude constitue la première concernant cette famille. L'objectif principal de ce travail est de déterminer la diversité, l'abondance, la morphologie, la distribution et la saisonnalité des Myrmeleontidés dans cinq sites de la région de Beza Mahafaly. Aussi, l'étude essaie de comprendre les facteurs bioécologiques liés aux Myrmeleontidés dans cette région.

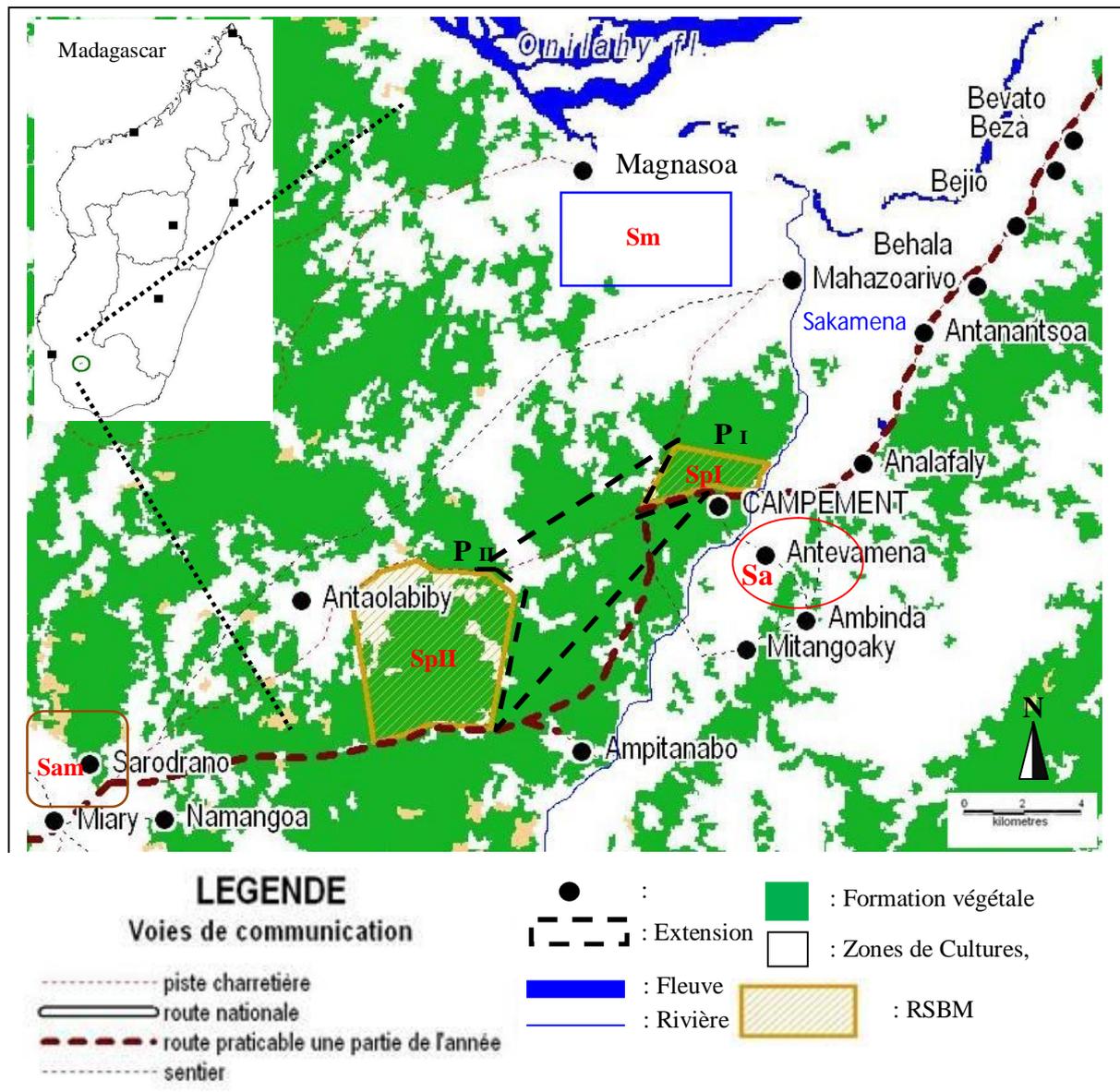
Le présent mémoire se subdivise en six parties : la première concerne l'introduction, la deuxième décrit les sites d'études, la troisième illustre les matériels et les méthodes utilisés, ainsi que les outils de traitement des données récoltées. La quatrième partie présente les résultats et les interprétations, suivie par la cinquième partie abordant les discussions et les recommandations. Enfin, la dernière partie conclut l'étude.

## II – PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

### II – 1. MILIEU PHYSIQUE

#### 1 - Situation géographique

Beza Mahafaly se trouve dans la région Atsimo Andrefana, district de Betioky sud, Commune rurale de Beavoaha et Fokontany de Mahazoarivo. Plus précisément, elle est située à 35 km au nord-est de Betioky sud, entre 23° 38' 60'' S et 23° 41' 20'' S ; 44° 32' 20'' E et 44° 34' 20'' E (Ratsirarson *et al.*, 2001).



**Figure 1** : Localisation de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Sa : site d'Antevamena ; Sam : site d'Ampeha ; Sm : site de Magnasoa ; SpI : site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcette I) ; SpII : site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcette II).  
Source : SIG – ESSA Forêt, 2003.

Sur la figure 1, la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly est constituée de trois parcelles continues : la première (PI, 80 ha), sur la berge de la rivière Sakamena ; la deuxième (PII, 520 ha), au sud-ouest de la première parcelle et une extension entre ces deux parcelles.

## 2 - Géologie

La région de Beza Mahafaly est une zone sédimentaire marquée par des affleurements schisto-gréseux des séries moyennes et inférieures au système de la Sakamena dans lesquels dominant les sédiments clastiques. Le socle est gréseux, et le sol sableux provient de la dégradation de la roche mère. En général, il existe deux types de sol aux alentours de Beza Mahafaly : les sols alluvionnaires (propices à l'agriculture) qui se rencontrent au bord de la rivière Sakamena et le sol ferrugineux tropical sur des matériaux d'origines gréseuses ou sol rocailleux à sable roux (Ratsirarson *et al.*, 2001).

## 3 - Relief et topographie

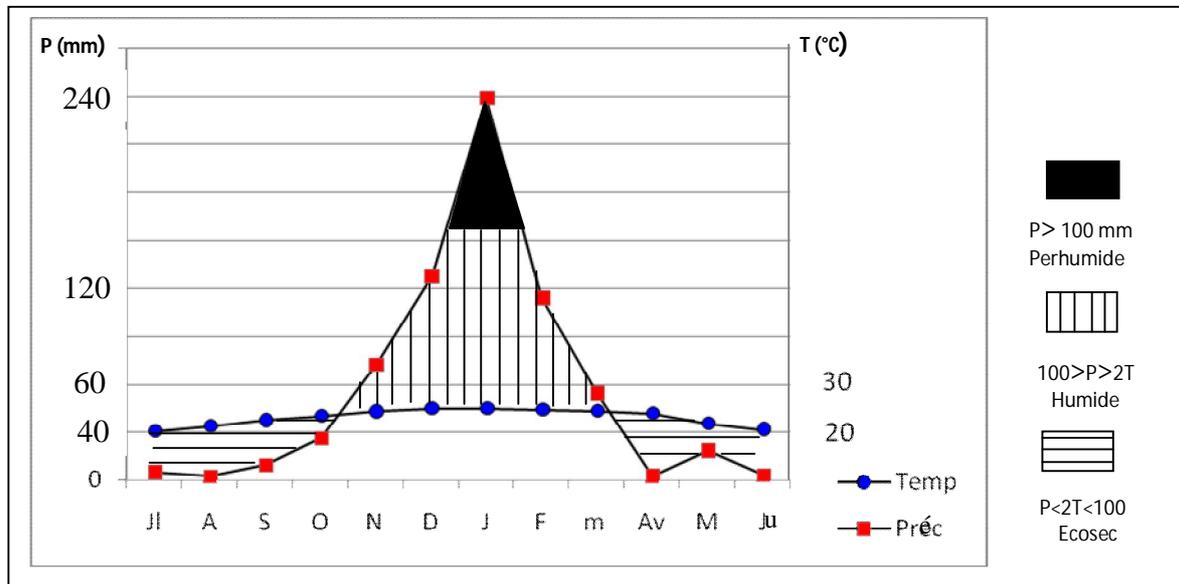
La région de Beza Mahafaly est dominée par une formation quaternaire à pente longitudinale et large interfluve dont la zone d'altération est moins profonde. Ce relief est relativement plat avec des successions des plateaux peu nivelés. L'altitude varie de 130 m à 170 m avec une pente faible ne dépassant pas 3 %. Sur les collines, cette pente peut atteindre 40 à 50 % et même devenir abrupt (Ratsirarson *et al.*, 2001).

## 4 - Climat

Beza Mahafaly est caractérisé par un climat de type tropical chaud et aride, à hiver frais de la partie sud de Madagascar (Ratsirarson *et al.*, 2001). Les données climatiques entre 1999 et 2005, enregistrées par l'équipe de recherche de Beza Mahafaly, ont permis d'obtenir le diagramme ombrothermique qui possède les caractéristiques suivantes (cf. figure 2) :

- une saison froide qui se situe entre le mois de mai et le mois d'août avec une température moyenne de 13,2 °C. La température absolue peut descendre jusqu'à 5 °C (Eboroke *et al.*, 1996). Une saison chaude, étendue entre le mois de septembre et le mois d'avril avec une température moyenne de 35,4 °C. Pendant cette période, la température absolue peut monter jusqu'à 43 °C (Eboroke *et al.*, 1996) mais, la température moyenne annuelle est de 26,03 °C ;
- Concernant la situation pluviométrique dans cette région, la période sèche ( $P < 2T$ ) dure sept mois sur douze (du mois d'avril au mois d'octobre) (Donque, 1975). La période de pluie se situe de novembre à mars ( $100 > P > 2T$ ). La précipitation est plus de 100 mm ( $P > 100$ ),

mais ne dépassant pas 160 mm normalement, pendant le mois de janvier. La pluviosité moyenne annuelle mesure 446,47 mm/an, répartie seulement sur 55 jours (Ratsirarson *et al.*, 2001).



**Figure 2** : Diagramme ombrothermique de la région de Beza Mahafaly (années : 1999-2005). T = Temp : température ; P = Préc : précipitation.

Source : Volet recherche de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly.

## 5 - Hydrographie

La vallée est traversée par une rivière temporaire appelée Sakamena qui borde la parcelle I dans la partie sud. Cette rivière est parmi les affluents du fleuve Onilahy qui se trouve à 10 km au Nord de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Aussi, la rivière Sakamena contient de nombreux affluents dont Andranotakatsy, Amboropotsy, Salohilava et Ehazoara (Ratsirarson *et al.*, 2001).

## II – 2. MILIEU BIOLOGIQUE

### 1 – Végétation

La Réserve Spéciale de Beza Mahafaly représente dans le domaine du Sud une zone où la richesse floristique est relativement bien conservée (Ramananjatovo, 1986). En général, les conditions écologiques du milieu confèrent à la végétation un caractère xérophile. Les plantes présentent différentes formes d'adaptation à la sécheresse (Crassulescence, pachycaulie, épines, caducité des feuilles). Par suite, diverses formations végétales et des nombreuses espèces endémiques peuvent être observées dans la région (Ralambonirainy, 1996) :

- **Forêt galerie** : ce type de forêt existe aux abords de la rivière Sakamena. On y rencontre deux strates bien distinctes : une strate supérieure arborée, composée de quelques arbres de grandes dimensions, dominée par *Tamarindus indica*, *Albizzia polyphylla*, *Quivisianthe papinae*, *Acacia royumae*, *Azima tetracantha*, *Enterospermum pruinatum*, *Xeromphis* sp., et une strate moyenne arbustive clairsemée, formée par *Euphorbia tirucallii*, *Acacia bellula*, *Acacia polyphylla*, *Grewia franciscana* et *Grewia grevei* (cf. figure 3a).
- **Forêt dense sèche** : formée par des plantes xérophytiques qui se trouvent sur les lieux plus secs, sur le sol sablo-limoneux avec affleurement de calcaires. On constate la présence des plantes adaptées à la longue saison sèche comme des espèces épineuses (*Alluaudia procera*, *Acacia bellula*), des espèces microphylles (*Cedrelopsis grevei*), des espèces à feuilles caduques (*Commiphora* spp.), des espèces à feuilles cladodes (*Euphorbia tirucallii*), des espèces crassulescentes (*Kalanchoe grandidieri*) et des espèces à tubercules (*Dioscorea* spp. (cf. figure 3b).
- **Forêt de transition** : Quand on s'éloigne des cours d'eau, une formation de transition se rencontre entre la forêt galerie et la forêt xérophytique. C'est une végétation plus ou moins dense d'arbustes de diverses tailles, à feuilles persistantes ou caduques (Ralambonirainy, 1996). Les essences qui s'y trouvent sont l'association des espèces entre les deux formations : *Salvadora angustifolia*, *Euphorbia tirucallii*, *Terminalia mantali*, *Tamarindus indica*, *Acacia bellula*, *Grewia grevei*, *Rhigozum madagascariensis*, *Commiphora marchandii*, *Cedrelopsis grevei*, *Grewia leucophylla*, *Crateva excelsa* et *Suregada* sp. (cf. figure 3c).

**Savanes** : Elles recouvrent surtout la région ouest, à 6 km, de Beza Mahafaly. Au Nord de la première parcelle, une savane temporairement inondée se localise entre le village Mahazoarivo et le village Magnasoa. A l'Est de la rivière Sakamena, à l'altitude de 160 m à 270 m, les savanes arbustives couvrent les collines. Des touffes d'arbustes (*Grewia grevei*, *Acacia* spp.) avec un tapis graminéen, dominé par *Heteropogon contortus*, constituent la flore de ce type de végétation.

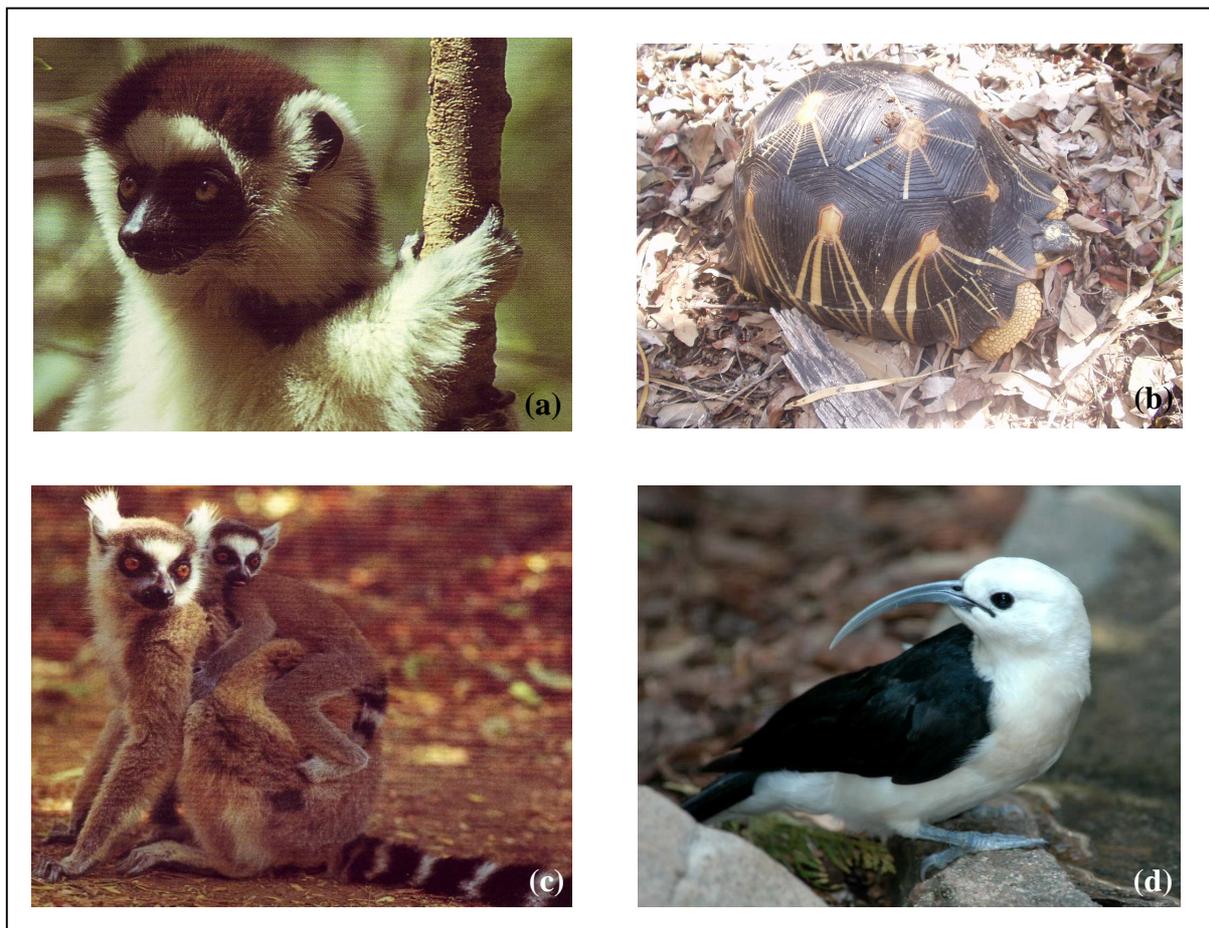


**Figure 3** : Végétation dans la région de Beza Mahafaly. (a) : Forêt galerie ; (b) : Forêt xérophytique ; (c) : Forêt de transition. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).

## 2 – Faunes de Beza Mahafaly

La région de Beza Mahafaly abrite des espèces faunistiques caractéristiques de la région « Atsimo Andrefana » de Madagascar (Ratsirarson *et al.*, 2001). Beza Mahafaly présente deux espèces de lémuriens diurnes (*Propithecus verreauxi verreauxi*, *Lemur catta*) (cf. figure 4a, 4c) et trois espèces nocturnes (*Lepilemur leucopus*, *Microcebus griseorufus*, *Microcebus murinus*).

Concernant les reptiles et les Amphibiens, Beza Mahafaly et ses alentours ont 15 espèces de serpent (Ophidiens), 18 lézards (Sauriens) et une espèce de crocodile (Crocodiliens). Citons spécialement la présence de deux espèces de tortues (Chéloniens) dont celle la plus connue est *Geochelone radiata* (cf. figure 4b) qui se trouve uniquement dans le Sud et Sud-ouest de Madagascar (Henkel et Schmidt, 2000).



**Figure 4** : Faunes de Beza Mahafaly. (a) : *Propithecus verreauxi verreauxi* (Photo : Garbutt) ; (b) : *Geochelone radiata* (Photo : Ranaivonasy Jeannin) ; (c) : *Lemur catta* (Photo : Garbutt) ; (d) : *Falculea palliata* (Photo : Bildgre).

L'avifaune de la région de Beza Mahafaly est riche de 102 espèces appartenant à 43 familles (Ratsirarson *et al.*, 2001). La diversité la plus élevée s'observe chez les familles des Ardeidae (neuf espèces), Sylviidae (huit espèces), Vangidae (six espèces) (cf. figure 4d), Accipiteridae (cinq espèces), Cuculidae (cinq espèces) et Rallidae (cinq espèces). Parmi ces espèces présentes dans cette région, 27 sont endémiques de Madagascar.

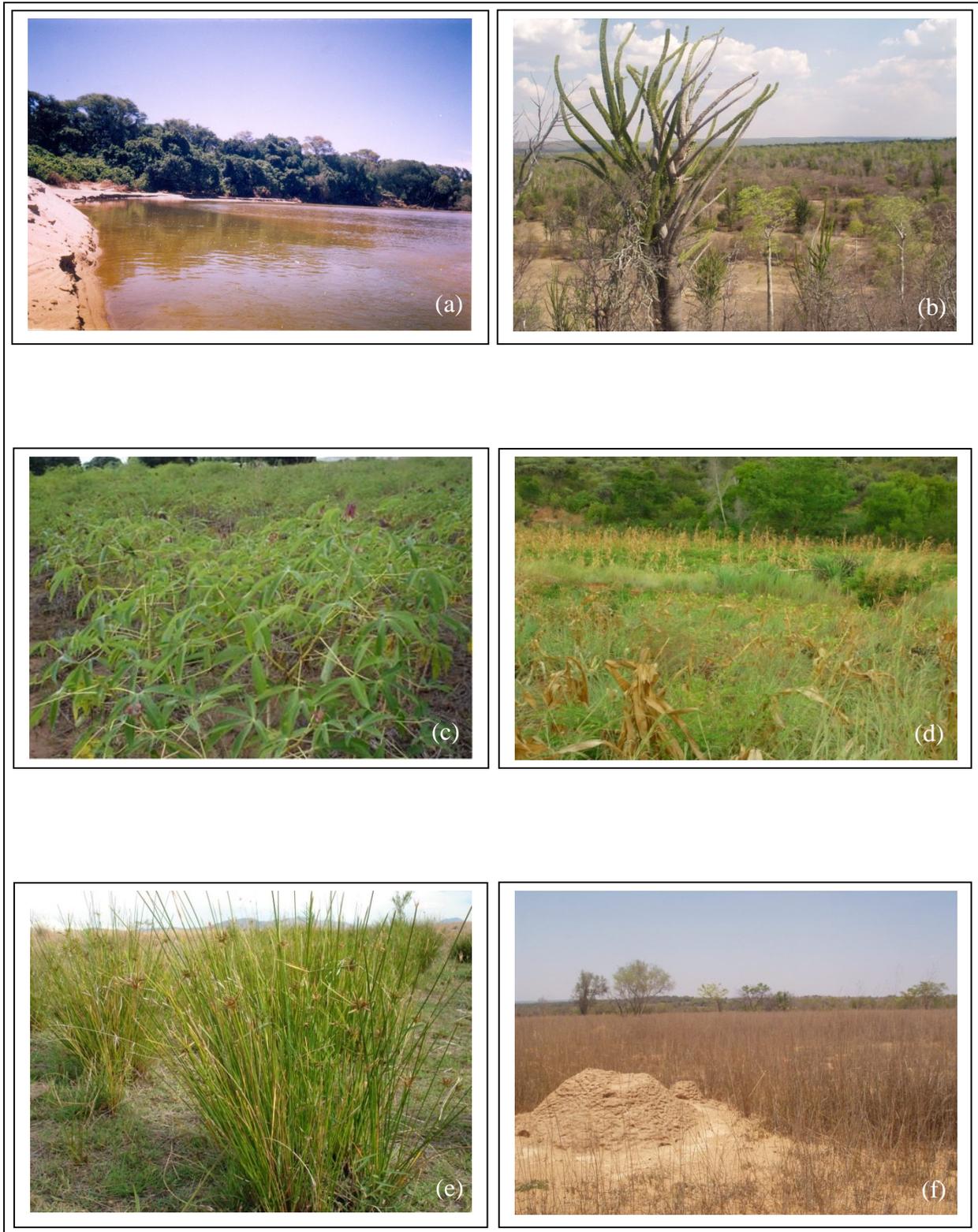
Pour l'entomofaune, Beza Mahafaly abrite une diversité remarquable d'insectes. Cent cinq espèces de Lépidoptères appartenant à 16 familles, 46 espèces de Coléoptères appartenant à 17 familles et 28 espèces d'Hyménoptères appartenant à neuf familles ont été inventoriées dans la Réserve Spéciale (Ratsirarson *et al.*, 2001).

## II – 3. SITES D'ETUDE

Suivant les différents types de formations et la nature d'habitat ainsi que d'autres occupations du sol (cf. annexe XV) à Beza Mahafaly, les Myrmeleontidés ont été inventoriés dans cinq sites :

- Site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcelle I): constitué par une forêt galerie. C'est dans la première parcelle (P I) de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, situé à 23° 39' 03,8'' S et 44° 37' 51,6'' E. (cf. figure 1 et 5a).
- Site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (Parcelle II) : formé par une forêt xérophile où il y a plusieurs espèces adaptées à la longue saison sèche (Ralambonirainy, 1996). C'est dans la deuxième parcelle (P II) de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, située à 23° 40' 51'' S et 44° 36' 10'' E (cf. figure 1 et 5b).
- Site d'Antevamena : une zone de culture entre la rivière Sakamena et la rivière Ehazoara, situé au point 23° 39' 24,2'' S et 44° 38' 29,4'' E (cf. figure 1, 5c et 5d).
- Site de Magnasoa : une savane temporairement inondée dans le périmètre nord-ouest de la région Beza Mahafaly, près de la partie sud du fleuve Onilahy. Il se localise au point 23° 37' 12'' S et 44° 36' 22'' E (cf. figure 1 et 5e).

Site d'Ampeha : une savane de la région ouest de Beza Mahafaly. Le site se trouve au point : 23° 42' 01'' S et 44° 30' 38,9'' E (cf. figure 1 et 5f).

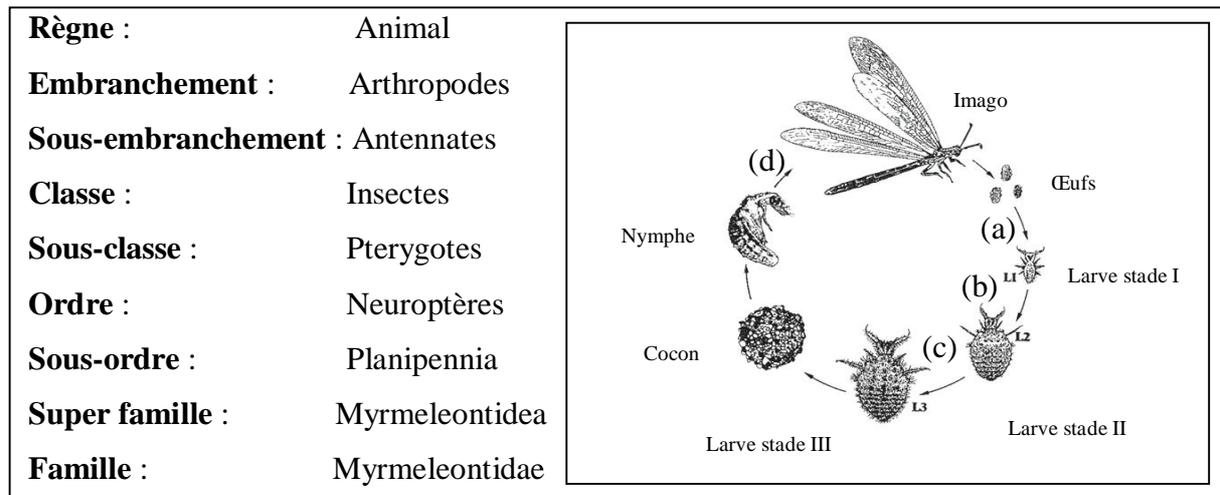


**Figure 5 :** Sites d'étude. (a) : site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (forêt galerie) ; (b) : site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (forêt dense sèche) ; (c) : site d'Antevamena (zones de cultures : champs de manioc) ; (d) : site d'Antevamena (zones de cultures : champs de maïs) ; (e) : savane temporairement inondée ; (f) : savane. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).

### III –MATERIELS ET METHODES

#### III – 1. MATERIELS BIOLOGIQUES

L'objet de l'étude est les insectes Neuroptères de la famille des Myrmeleontidés dont la classification est donnée ci-dessous. Myrmeleontidés ou "fourmilions" ou encore "antlions" se traduit par prédatrices de fourmis (Arnett et Ross, 1985). Ce sont des insectes holométaboles (Meyer, 2005) qui subissent des métamorphoses complètes, c'est-à-dire qu'il y a développement chrysalide (stade immobile) – imago (adulte). Le cycle évolutif se déroule en six étapes (cf. figure 6) : Après éclosion, l'œuf donne une larve de premier stade. Par une succession de mue, la larve stade I donne, étape par étape, deux formes de larves : larve stade II et larve stade III. Cette dernière forme un cocon ou elle s'y transformera à une nymphe. Enfin, la nymphe se métamorphose à un imago (Gepp et Holzel, 1996). Mesurant 35 à 80 mm de long (Scudder et Cannings, 2007), ce sont des prédatrices nocturnes et attirées par la lumière. Les Myrmeleontidés se nourrissent peu et ne vivent que quelques semaines (Grzimek, 1979).



**Figure 6 :** Arrangement systématique et schéma du cycle évolutif des Myrmeleontidés. (a) : éclosion ; (b) : mue 1 ; (c) : mue 2 ; (d) : métamorphose.

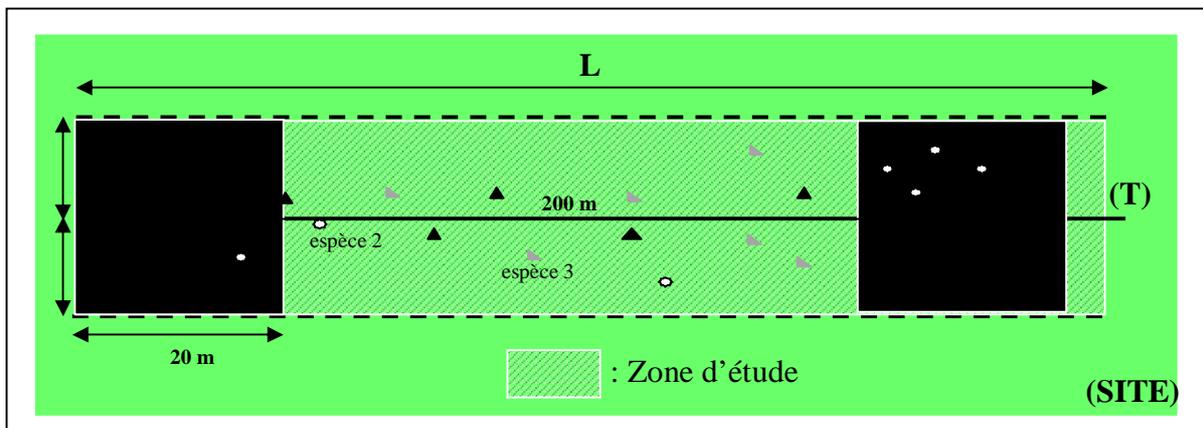
Source : Norman Penny, California Academic of Sciences.

#### III – 2. METHODOLOGIE

Les travaux sur terrain pour la récolte des données ont été entrepris du 22 septembre 2004 au 11 juin 2005. Pour avoir plus de précision sur les résultats attendus, c'est-à-dire pour déterminer les habitats, la diversité, l'abondance, la distribution et le moment d'activité des Neuroptères, l'inventaire a été effectué pendant deux saisons : chaude et froide.

### 1- Inventaire des Myrmeleontidés

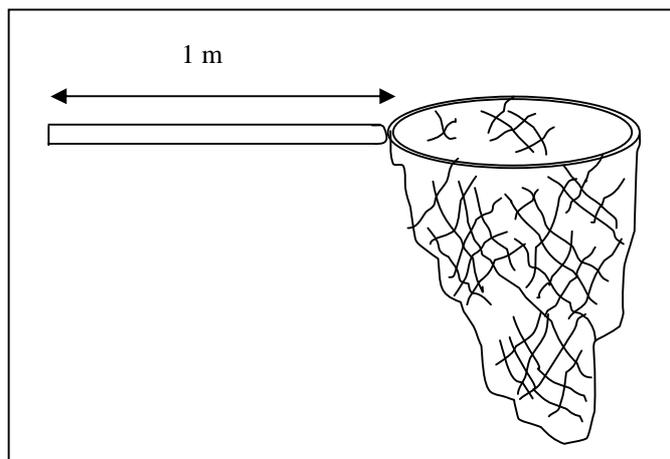
Afin d'évaluer la diversité des Myrmeleontidés, deux transects de longueur variée  $L$  (m), écartés de 200 m, ont été matérialisés dans chaque site. La longueur  $L$  (m) varie selon la grandeur de l'habitat. La direction de chaque transect a été choisie suivant les variations de la végétation. Le long d'un transect, la zone d'inventaire était un volume limité par les strates, une surface de 20 m de largeur et de  $L$  (m) de longueur (cf. figure 7). Suivant chaque transect, deux placettes de  $400 \text{ m}^2$ , écartées de 200 m, ont été installées dans chaque type d'habitat (cf. figure 7). Ce sont les unités d'échantillonnages. Dans ces dispositifs, trois protocoles d'inventaire ont été choisis : observation directe, piégeage par piège malaise et piégeage par piège lumineux.



**Figure 7** : Schéma du dispositif de la zone d'inventaire des Myrmeleontidés.  $L$  : distance en m et de longueur variable selon les surfaces des habitats ; (T) : transect.

#### a. Observation directe

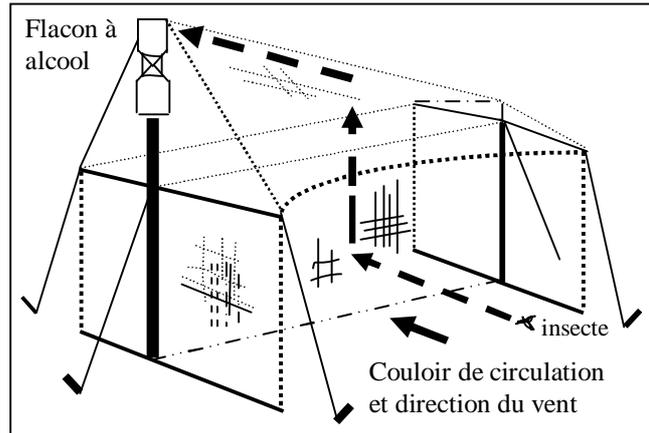
Il s'agit de marcher le long du transect d'étude à la vitesse moyenne de  $3 \text{ m}/\text{mn}$  en fouillant les tiges, les feuilles des herbacées, des arbustes, des arbres et tout endroit susceptible de servir de refuge aux espèces étudiées. Un filet fauchoir a été utilisé pour chasser les insectes rencontrés au cours des itinéraires faits (cf. figure 8).



**Figure 8** : Schéma du filet fauchoir.

### b. Piégeage par piège malaise

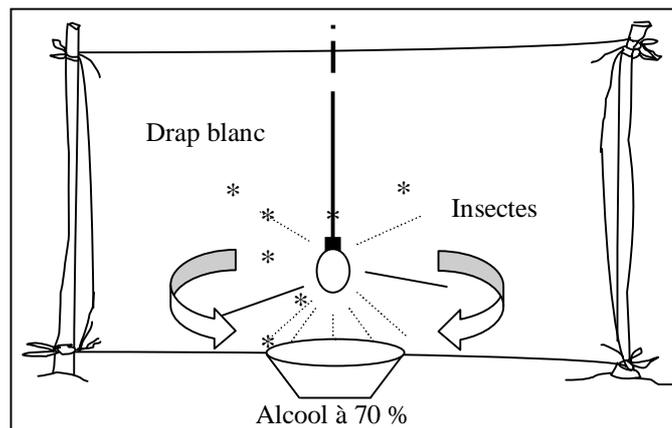
Le piège malaise est un piège qui intercepte les insectes en plein vol qui heurte la partie verticale et se dirige vers la partie en forme de toit incliné (cf. figure 9). Ce dernier le guide progressivement vers un flacon contenant d'alcool à 70 %. Le principe de ce piégeage consiste à l'étaler (24h/24h) dans un endroit plus ou moins ouvert de la forêt et le pan verticale centrale se place perpendiculairement à la direction du vent. Un contrôle journalier est indispensable.



**Figure 9** : Schéma du piège malaise.

### c. Piégeage par piège lumineux

Le piège lumineux est spécialement conçu pour les insectes nocturnes. Il s'agit de dresser verticalement un drap blanc contre la direction du vent dans l'endroit à inventorier. Une ampoule à haute puissance ( $\geq 300$  w) est placée juste sur la partie postérieure (cf. figure 10). Le drap blanc éclairé par la forte lumière attire les insectes et un récipient rempli d'alcool à 70 % est placé juste en dessous de l'ampoule pour les piéger.



**Figure n° 10** : Schéma du piège lumineux.

## 2- Nombre d'individu des Myrmeleontidés

Le nombre des individus capturés a été compté dans les zones d'étude préétablies, formées par une surface 20 m x L m (L = longueur de la surface) ou des placettes (20 m x 20

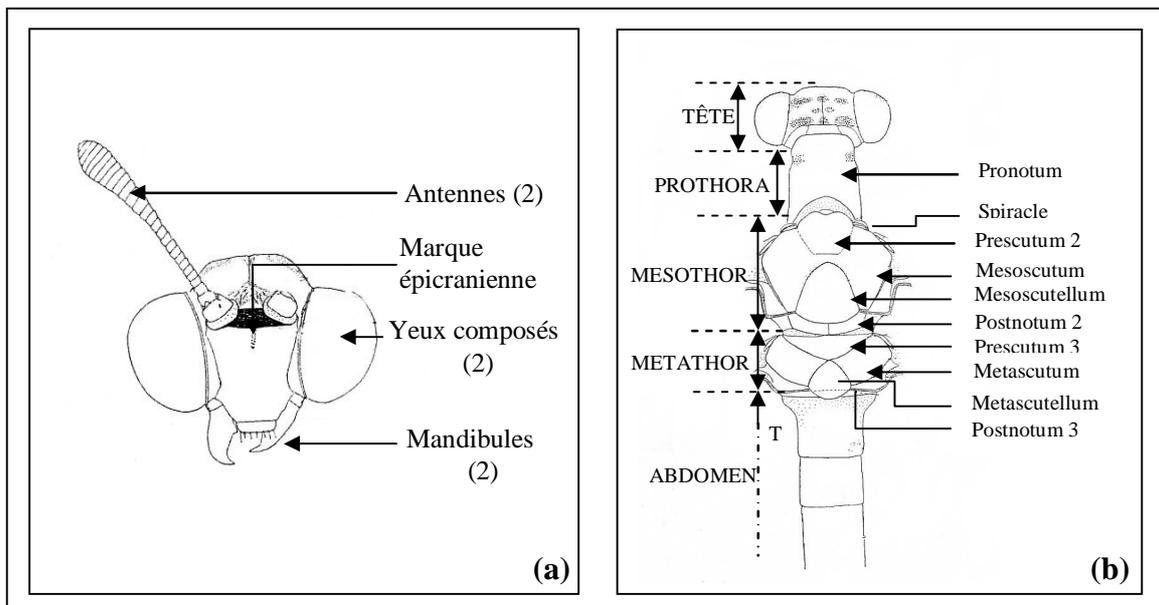
m) (cf. figure 7). Les milieux d'étude ont été divisés en deux : milieu ouvert (zone non protégée « znp ») et milieu forestier (zone protégée « zp »). Seulement les données obtenues par observation directe sur itinéraire échantillon ont été utilisées pour les calculs et les tests statistiques. Celles du piège malaise et lumineux sont uniquement pour la richesse spécifique.

### 3- Morphologie des Myrmeleontidés

Pour pouvoir étudier en détail la morphologie des Myrmeleontidés dans le but d'identifier les taxa, des spécimens ont été préservés pour des analyses ultérieures, dans des sachets appelés « whirlpak » contenant de l'alcool à 70 %. Chaque sachet était étiqueté pour pouvoir retrouver les informations des spécimens. Deux protocoles d'étude ont été faits :

#### a. Observation des spécimens

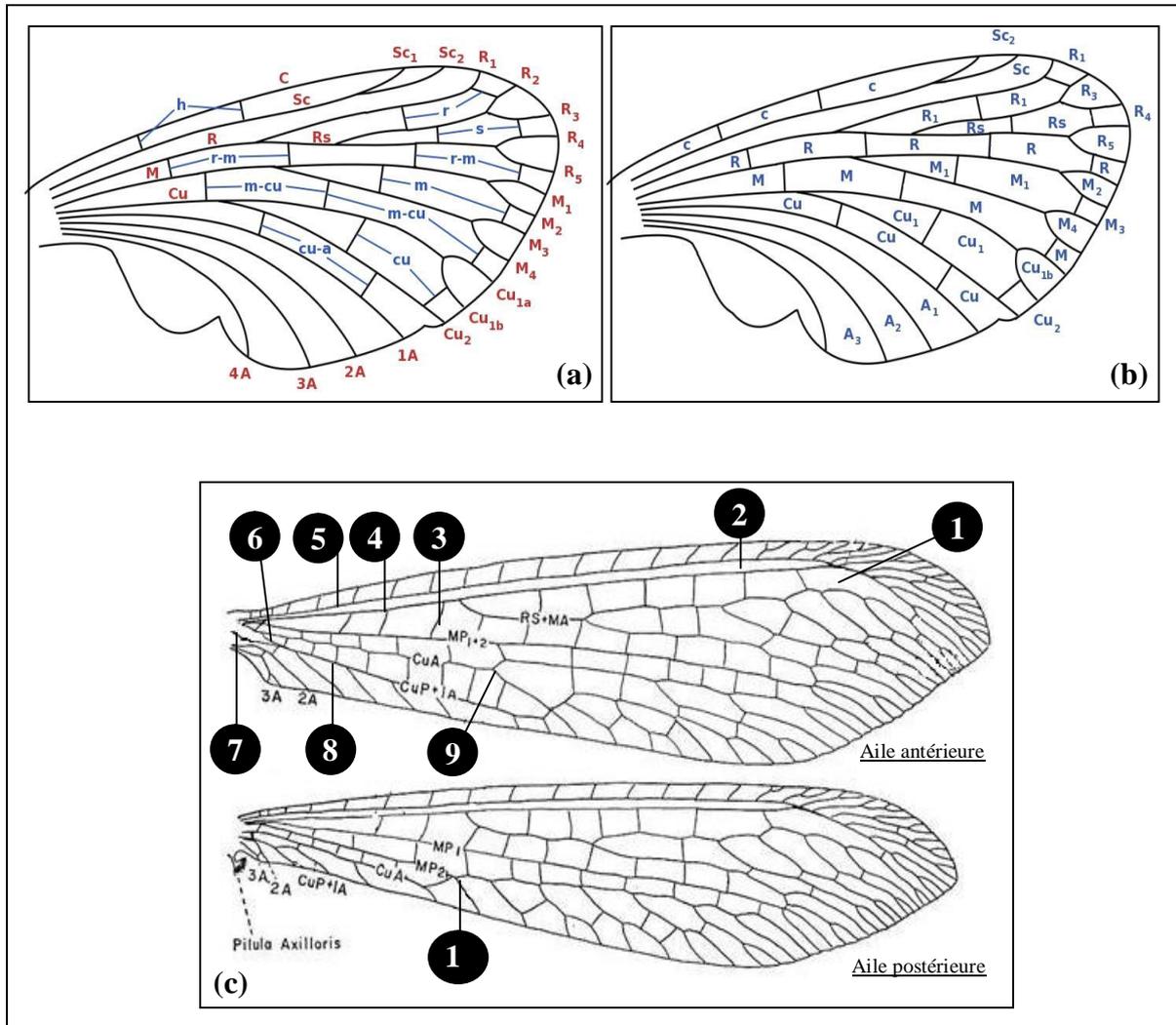
Les clés d'identification des Myrmeleontidés sont basées sur la morphologie des antennes, sur l'architecture du mésothorax et du métathorax et sur les interconnexions des veines d'ailes (Stange, 2004). Myrmeleontidés se ressemblent morphologiquement aux libellules et aux demoiselles. Seulement, les antennes des Myrmeleontidés sont longues, multi-segmentées et renflées en massue vers les bouts (Tillyard, 1926) (cf. figure 11a). Le thorax des Myrmeleontidés présentent plusieurs divisions distinctives (cf. figure 11b).



**Figure 11** : (a) : Schéma des antennes des Myrmeleontidés ; (b) : Schéma du thorax des Myrmeleontidés ; T : tergite.

Source : Norman Penny, California Academic of Sciences.

Les veines et les cellules alaires suivent le système de Comstock – Neddham (1898) (cf. figure 12a,b). Les six veines majeures longitudinales sont : Costa (C), Subcosta (Sc), Radius (R), Media (m), Cubitus (Cu) et Anales (A) (Borror *et al.*, 1992) (cf. figure 12a).



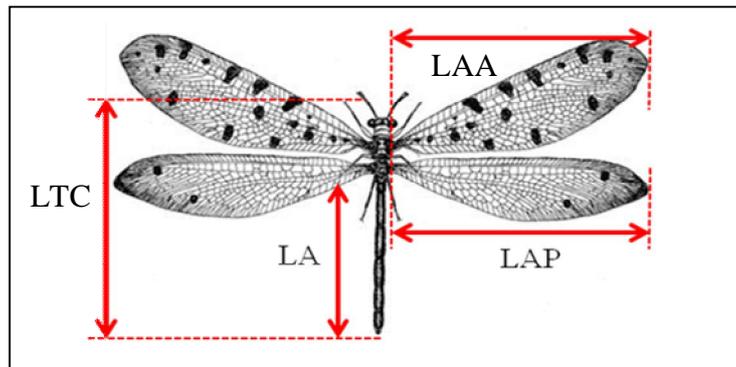
**Figure 12** : (a) : Système de Comstock – Neddham (Terminologie des veines alaires), A : Anale ; C: Costa ; Cu : Cubitus ; h: humérale ; M : Media ; R : Radius ; S : Sectorale ; Sc : Subcostale. (b) : Système de Comstock – Neddham (Terminologie des cellules alaires) ; (c) : Veines caractéristiques des Myrmeleontidés, 1 : Cellule stigmatique ; 2 : Zone subcostale (Sc) ; 3 : Veines pré-sectorielles ; 4 : Veine radiale (R) ; 5 : Veine subcostale (Sc) ; 6 : Veine cubitale postérieure (CuP) ; 7 : Veine anale 1 (1A) ; 8 : Unification de CuP et 1A (CuP , 1A) ; 9 : Division de Cubitus – Anale (CuA) ; 10 : Division de Media postérieure (MP2). Source : Norman Penny, CAS.

Une des clés d'identification de toutes Neuroptères est la présence d'une zone subcostale, formée par la veine radiale (R) et la veine subcostale (Sc). Mais, pour Myrmeleontidés : la présence de la fourche trigonale du Comstock, c'est la division du complexe Cubitus-Anale (CuA) pour les ailes antérieures et celle de media postérieure 2 (MP<sub>2</sub>) pour les ailes

postérieures (cf. figure 12c). Des spécimens de référence sont disponibles à l'Université de Californie.

**a. Mensuration d'individus de Myrmeleontidés**

Les mesures sont faites à l'aide d'un pied à coulisse, notamment sur la longueur de corps (LTC), la longueur de l'aile antérieure (LAA) et de l'aile postérieure (LAP), ainsi que la longueur de l'abdomen (LA). Si une différence significative sera décelée sur la morphologie des individus de la même espèce, cela permettra aussi d'étudier le dimorphisme sexuel.



**Figure 13** : Mensuration d'individus de Myrmeleontidés.

**4 – Distribution des Myrmeleontidés**

Si la nature de la structure horizontale de la végétation est obtenue à partir de la dominance relative des plantes constitutives, la structure verticale est représentée par la stratification de la végétation, divisée en strate inférieure (hauteur  $\leq 2$  m), strate moyenne ( $2 \text{ m} \leq h \leq 7 \text{ m}$ ) et strate supérieure ( $h \geq 7 \text{ m}$ ) (Dajoz, 1975). Ces deux structures permettent d'étudier la distribution des Myrmeleontidés dans leurs habitats sur le plan horizontal et vertical. En effet, à chaque fois qu'un individu des Myrmeleontidés soit rencontré, il est à la fois enregistré horizontalement (Numéro de placette, distance horizontale et distance perpendiculaire) et verticalement par rapport au transect.

**5– Saisonnalité des Myrmeleontidés**

La saisonnalité a été abordée suivant des suivis tout au long de l'année. Il s'agit de compter, le long des pistes dans les sites d'étude, le nombre d'individu rencontré pour déterminer la période d'activité des Myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly. Selon

les informations disponibles de certains groupes des Myrmeleontidés, il arrive même que le stade larvaire peut durer deux ans ou trois ans, voire six ans (McFarland, 1968). La métamorphose en stade imago dépend de la qualité et de la quantité de nourriture (McFarland, 1968). Alors, des captures de larves (cf. annexe VIII) de Myrmeleontidés ont été faites le long des transects d'étude.

### III-3. Traitement de données

#### 1- Outils d'analyse pour le nombre d'espèce des Myrmeleontidés

Tous les données sur chaque capture sont saisis dans une base des données sous Excel en enregistrant les dates, les sites, les transects, les placettes, types d'habitats, les familles, les genres, les espèces, la présence ou absence et le nombre d'individu (cf. annexe V). Le nombre d'individu par espèce et la diversité sont directement calculés dans cette base.

#### 2-Outils d'analyse pour l'abondance des Myrmeleontidés

L'abondance dans chaque site correspond au nombre d'individus d'une espèce dans un peuplement. On distingue l'abondance absolue : le nombre d'individu d'une espèce par hectare (N/ha) et l'abondance relative : le pourcentage d'une espèce par rapport au nombre total d'espèces capturées ou relevées dans un site considéré.

$Ar (\%) = \frac{N_i}{N} \times 100$	Ar = Abondance relative N <sub>i</sub> = nombre d'individus d'une même espèce N = Nombre total d'individu de toutes les espèces.
--------------------------------------	--

La comparaison de l'abondance des Neuroptères a été procédée par le test statistique non apparié (Zar, 1984). L'hypothèse nulle  $H_0$  stipule une absence de différence entre les abondances comparées. La règle de décision va s'appuyer selon la signification de la valeur de la probabilité  $P$ . Si  $P < 0,05$ , l'hypothèse  $H_0$  est rejetée et vice versa ( $P > 0,05$ ,  $H_1$  rejetée). Avec le logiciel Statview, la variation ou non de l'abondance est testée avec le test  $t$  non apparié. Il s'agit de comparer la moyenne de deux échantillons indépendants.

$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}}$	X <sub>1</sub> = Moyenne de l'échantillon 1 ; N <sub>1</sub> = Taille de l'échantillon 1 X <sub>2</sub> = Moyenne de l'échantillon 2 ; N <sub>2</sub> = Taille de l'échantillon 2 σ = Ecart-type (avec écart-type σ <sub>1</sub> = écart-type σ <sub>2</sub> ) ν = N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub> - 2 (ddl).
---	--

### 3– Outils d’analyse pour la morphologie des Myrmeleontidés

#### a. Pour les caractères morphologiques externes

Pour étudier les différents caractères morphologiques : les antennes, le thorax et les ailes, une observation directe des spécimens bien conservés a été faite à l’aide d’une loupe Leica MZ 9s, à haute définition, dans le laboratoire de CAS Madagascar.

#### b. Pour les comparaisons morphologiques

La comparaison morphométrique s’était basée sur la mesure de la longueur total du corps (LTC), longueur de l’aile antérieure (LAA) et postérieure (LAP) et la longueur de l’abdomen (LA). Le test  $t$  non apparié a été utilisé pour déceler d’éventuelles variations sur les paramètres morphométriques entre mâles et femelles. S’il y a dimorphisme sexuel dans la population d’une espèce des Myrmeleontidés trouvées, le test  $\chi^2$  a été utilisé pour analyser le sex-ratio.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^C \frac{(A_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$A_{ij}$  : Fréquence réelle dans la  $i$ -ème ligne et la  $j$ -ème colonne.  
 $E_{ij}$  : Fréquence prévue dans la  $i$ -ème ligne et la  $j$ -ème colonne.  
 $I$  : Nombre de lignes.  
 $C$  : Nombre de colonnes.

### 4 – Outils d’analyse pour la distribution des Myrmeleontidés

Des tests de comparaison ont été effectués pour connaître la préférence écologique des Myrmeleontidés dans les cinq sites. ANOVA « post hoc tests » compare deux à deux la distribution horizontale dans les différents types de formation. Traitées avec Statview, la distribution verticale des espèces sont données sous-forme « Box plot ».

$$F = \frac{\widehat{S}_B^2}{\widehat{S}_W^2}$$

(Variance estimée entre traitements)  $\widehat{S}_B^2 = V_B / a - 1$   
 (Variance estimée interne aux traitements)  $\widehat{S}_W^2 = V_W / a(b - 1)$   
 $V_B$  : Variation entre traitement  
 $V_W$  : Variation interne aux traitements  
 $a$  : Nombre de groupe d’échantillons = a lignes  
 $b$  : Nombre des mesures dans chaque groupe = b colonnes.

### 5 – Outils d’analyse de la saisonnalité des Myrmeleontidés

Les données climatiques de la région de Beza Mahafaly et les suivis biologiques des Myrmeleontidés sont traitées ensemble sur Excel pour dresser le graphe de la distribution chronologique. En outre, la précipitation de l’année 2004 et celle de 2005 sont comparées et testées avec le test  $\chi^2$  en stipulant ( $H_0$ ) qu’aucune différence n’existe entre les années.

## IV- RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### 1 – Diversité des Myrmeleontidés

Au total, 12 espèces de Neuroptères peuplent la région de Beza Mahafaly. Parmi eux, sept espèces appartiennent à la famille des Myrmeleontidés (cf. figure 15a, b, c, d, e, f, g), trois espèces des Ascalaphidés et deux espèces des Chrysopidés (cf. annexe XI). Dans la famille des Myrmeleontidés, il y a six genres et sept espèces. Parmi, *Palpares pardaloides* qui est la seule espèce endémique de Madagascar et aussi, il y a une espèce des Chrysopidés indéterminée (cf. tableau 1).

**Tableau 1** : Richesse spécifique en Neuroptères et en Myrmeleontidés dans tous les sites.  
RSBM : Réserve Spéciale de Beza Mahafaly ; Nb.sp : Nombre d'espèce ; G.T : Grand Total ; TOT : Total.

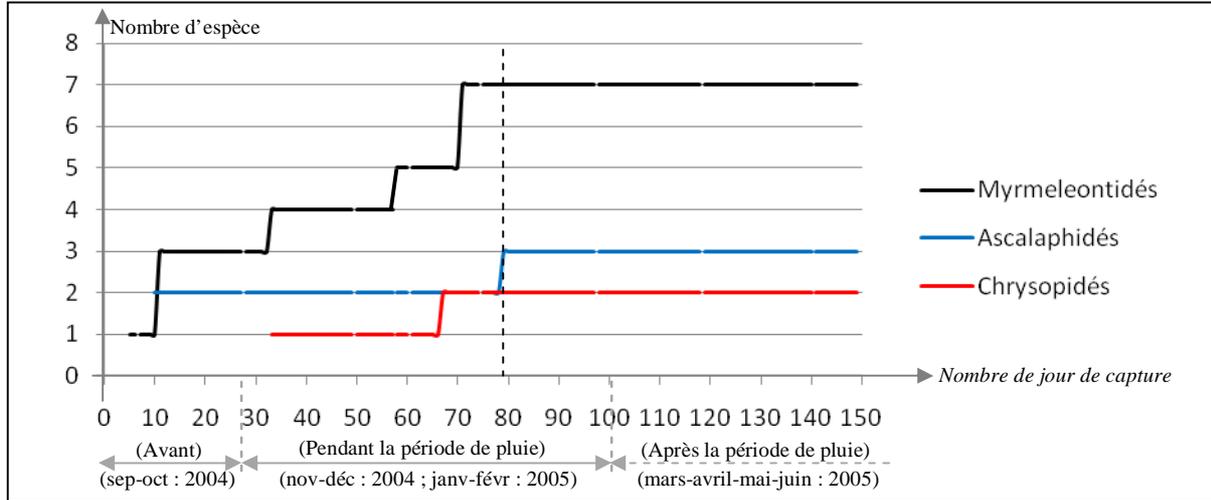
TAXA	SITE				
	Antevamena	Magnasoa	Ampeha	RSBM I	RSBM II
<b>Myrmeleontidés</b>					
<i>Palpares pardaloides</i>	146	567	413	38	
<i>Cueta pallen</i>	112	35	218	91	30
<i>Syngenes dolichocercus</i>		13			
<i>Centroclisis felina</i>		10			
<i>Neuroleon</i> sp.			122		
<i>Myrmeleon validus</i>				4	
<i>Myrmeleon obscurus</i>				1	
<b>Ascalaphidés</b>					
<i>Helicomitus validus</i>	11	24			
<i>Helicomitus</i> sp.	17	3			
<i>Balanopteryx locuples</i>					
<b>Chrysopidés</b>					
<i>Nesochrysa</i> sp.	7				
Indéterminée	5				
<b>Nb total d'espèce (12)</b>	6	6	3	4	1
<b>Nb total d'individu (1867)</b>	298	652	753	134	30

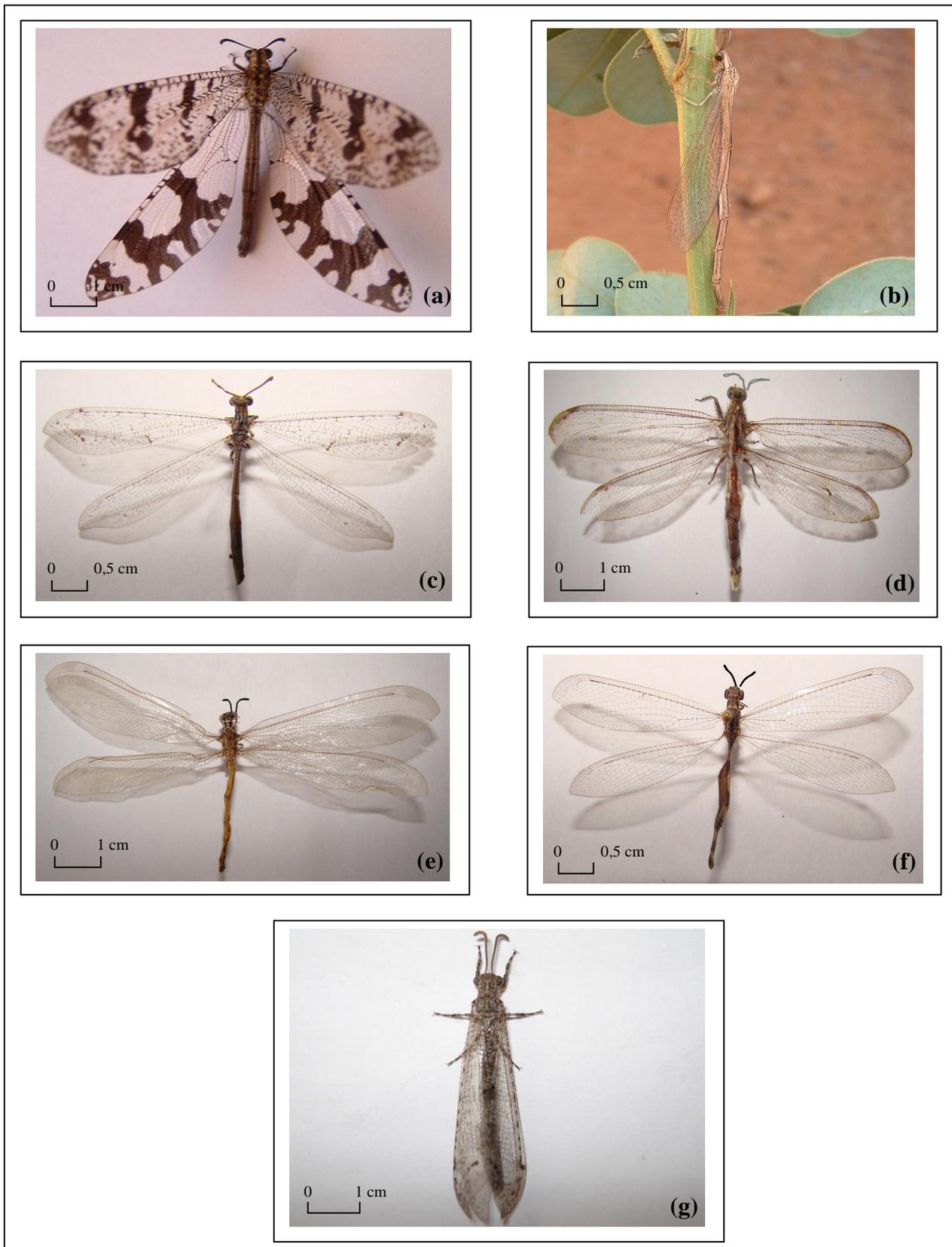
Au total, 1867 spécimens des Neuroptères ont été capturés dont *Palpares pardaloides* domine en nombre (1164 individus), suivie par *Cueta pallens* (486 individus) et *Neuroleon* sp. (122 individus). Les restes sont moins nombreux (moins de 40 individus) (cf. tableau 1). Avant la période de pluie, trois espèces des Myrmeleontidés (*Palpares pardaloides*, *Cueta pallens* et *Neuroleon* sp.) et deux espèces des Ascalaphidés (*Helicomitus festivus*, *Helicomitus* sp.) ont été capturées. Pendant la période de pluie, les restes des espèces (*Myrmeleon validus*, *Myrmeleon obscurus*, *Syngenes dolichocercus*, *Centroclisis felina*, *Balanopteryx locuples*,

*Nesochrysa* sp. et une espèce indéterminée) sont apparus et le nombre des espèces capturées atteint le maximum pour toutes les familles (cf. figure 14).

**Figure 14** : Courbes cumulatives des espèces recensées à Beza Mahafaly.

sep : septembre ; oct : octobre ; nov : novembre ; déc : décembre ; janv : janvier ; févr : février.





**Figure 15:** Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly. (a) : *Palpares pardaloides* (Welle, 1907) ; (b) : *Cueta pallens* (Klug, 1834) ; (c) : *Neuroleon* sp. ; (d) : *Centroclisis felina* (Gerstaecker, 1893) ; (e) : *Myrmeleon validus* (McLachlan, 1894) ; (f) : *Myrmeleon obscurus* (Rambur, 1842) ; (g) : *Syngenes dolichocercus* (Navas, 1914).

## 2 - Abondance des espèces de Myrmeleontidés

### a. Abondance relative des Myrmeleontidés dans chaque site

Sept espèces de Myrmeleontidés ont été capturées dans la région de Beza Mahafaly. D'après les résultats dans le tableau 1, *Cueta pallens* et *Palpares pardaloides* sont rencontrées presque dans tous les sites d'étude, excepté dans le site de RSBM (parcelle II) pour *Palpares pardaloides*. Les autres espèces ne sont respectivement capturées que dans un seul site (cf. tableau 1). Par rapport aux forêts (zones protégées), les savanes et les zones de cultures (zones non protégées) abritent plus d'espèces des Neuroptères (10 espèces contre 4 espèces). Seules *Cueta pallens* et *Palpares pardaloides* sont plus abondantes (plus de 20 %) que les autres espèces, qui n'a qu'une abondance relative à moins de 6 % (cf. tableau 2). L'abondance relative égale à 0 % indique qu'aucun individu n'est recensé.

**Tableau n° 2** : Abondance relative (en %) des espèces dans chaque site d'étude. F : famille ; M : Myrmeleontidés ; N. M : Non Myrmeleontidés ; RSBM : Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. ( ? ) : Indéterminée.

F.	Espèces	Abondance relative (%)				
		Zones protégées		Zones non protégées		
		Site de RSBM (Parcelle I)	Site de RSBM (Parcelle II)	Site d'Antevamena	Site de Magnasoa	Site d'Ampeha
M	<i>Cueta pallens</i>	67,9	100	37,5	5,3	28,9
	<i>Palpares pardaloides</i>	28,3	0	48,9	86,9	54,8
	<i>Syngenes dolichocercus</i>	0	0	0	1,9	0
	<i>Centroclisis felina</i>	0	0	0	1,5	0
	<i>Myrmeleon validus</i>	2,9	0	0	0	0
	<i>Myrmeleon obscurus</i>	0,7	0	0	0	0
	<i>Neuroleon sp.</i>	0	0	0	0	16,2
N.M	<i>Balanopteryx locuples</i>	0	0	0	0,4	0
	<i>Helicomitus festivus</i>	0	0	3,6	3,6	0
	<i>Helicomitus sp.</i>	0	0	5,7	0	0
	<i>Nesochrysa sp.</i>	0	0	2,3	0	0
	<i>Chrysopidés ( ? )</i>	0	0	1,6	0	0

### b. Abondance des Myrmeleontidés suivant le type de milieu

Pour le test d'abondance, les zones d'études ont été divisées en deux milieux : milieux ouverts composés des savanes et des zones de cultures (zones non protégées « znp ») et milieux forestiers constitués par une forêt galerie et forêt dense sèche (zones protégées

« zp »). L'hypothèse à vérifier consiste à tester l'abondance selon le type de milieu en posant une hypothèse que la variation du milieu n'ait pas d'effet sur l'abondance de l'espèce ( $H_0$ ).

Le test a été fait seulement pour *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* car ce sont les deux espèces de Myrmeleontidés qui ont été respectivement rencontrée dans ces deux milieux (milieux ouverts et milieux forestiers). Pour *Palpares pardaloides*, aussi pour *Cueta pallens*, la variation de milieu a un effet sur son abondance [ $t = 18,6$  ; ddl = 424 ;  $P < 0,0001$ ] et ( $t = 6,2$  ; ddl = 306 ;  $P < 0,0001$ ). *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* sont plus abondantes dans les milieux ouverts (znp) que dans les milieux forestiers (zp). La majorité des espèces est dans les milieux ouverts que dans les milieux forestiers, sauf *Myrmelon validus* et *Myrmeleon obscurus* (cf. tableau 3).

**Tableau 3** : Abondance des Myrmeleontidés suivant le type du milieu. ( ? ) : Indéterminée.

Espèces	Milieux Forestiers (Zones protégées)	Milieux ouverts (Zones non protégées)	Test $t$ (non apparié)	
	Nombre d'individu	Nombre d'individu	ddl	$P$
<i>Palpares pardaloides</i>	38	1126	424	< 0,0001
<i>Cueta pallens</i>	121	365	306	< 0,0001
<i>Neuroleon</i> sp.	0	122	-	
<i>Syngenes dolichocercus</i>	0	13	-	
<i>Centroclisis felina</i>	0	10	-	
<i>Myrmeleon validus</i>	4	0	-	
<i>Myrmelon obscurus</i>	1	0	-	
<i>Helicomitus festivus</i>	0	35	-	
<i>Helicomitus</i> sp.	0	17	-	
<i>Balanopteryx locuples</i>	0	3	-	
<i>Nesochrysa</i> sp.	0	7	-	
<i>Chrysopidés</i> ( ? )	0	5	-	

### 3 - Morphologie des Myrmeleontidés

#### a. Descriptions morphologiques

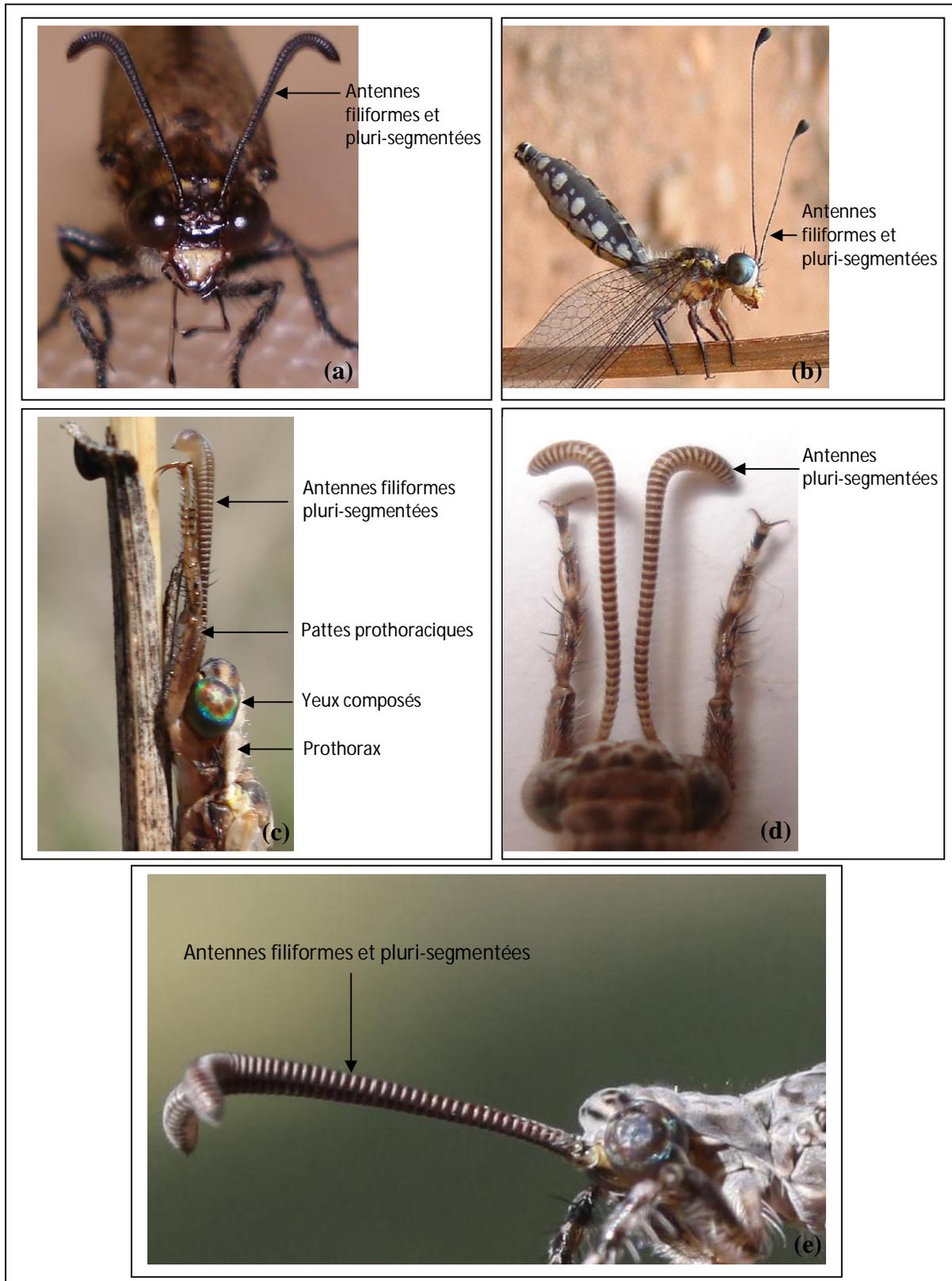
Les antennes de toutes les sept espèces de Myrméléonidés, capturées à Beza Mahafaly, sont morphologiquement filiformes, multi-segmentées. A partir de la base, celles-ci s'épaississent et renflées en massue vers les bouts (cf. figure 16a, b, c, d, e).

Le prothorax et le mésothorax ainsi que le métathorax sont bien individualisés : la morphologie, l'architecture et la couleur de l'exosquelette dorsale (cf. figure 17a, b, c, d, e).

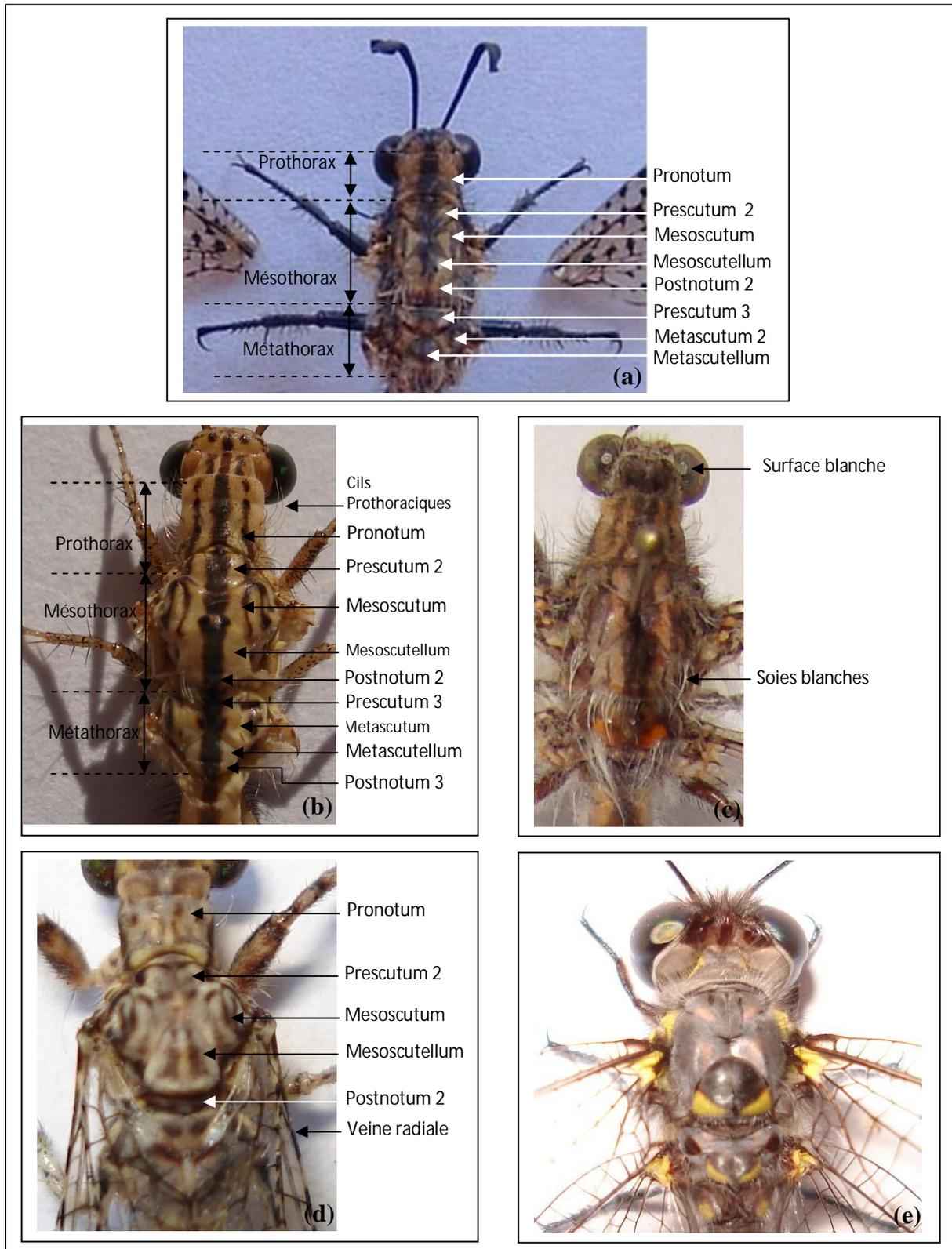
Chez *Palpares pardaloides*, le prescutum 2, le mesoscutum, le mesoscutellum, le prescutum 3, le metascutum et le metascutellum sont en forme triangulaire et les lignes de suture sont ornées des soies (cf. figure 17a). Même cas pour *Centroclisis felina* mais, les touffes de soies sont blanches (cf. figure 17c). Pour *Cueta pallens*, trois lignes noires se dessinent le long de la face dorsale du thorax (cf. figure 17b).

Concernant leurs ailes, la différence s'observe sur la taille, la couleur et quelques caractéristiques particulières des veines et des cellules alaires. Les ailes antérieures de *Palpares pardaloides*, *Centroclisis felina*, *Myrmeleon validus* et *Syngenes dolichocercus*, mesurent respectivement 5,69 cm, 5,40 cm, 5 cm et 4,24 cm de longueur. Alors que celles de *Cueta pallens*, *Neuroleon* sp. et *Myrmeleon obscurus* ne mesurent respectivement que 2,77 cm, 2,48 cm et 2,52 cm de longueur. En général, les ailes sont incolores mais, *Palpares pardaloides*, *Neuroleon* sp. et *Syngenes dolichocercus* sont ornées des taches de stigma sur des zones bien précises (cf. figure 18a et c). Les restes ne possèdent ni de point noir, ni de tache noire (cf. figure 18b et d). La division de CuA sur l'aile antérieure (cf. figure 18a, b, c, d) et la division de MP<sub>2</sub> sur l'aile postérieure (cf. figure 19a, b, c, d) sont bien observées pour toutes les sept espèces de Myrmeleontidés.

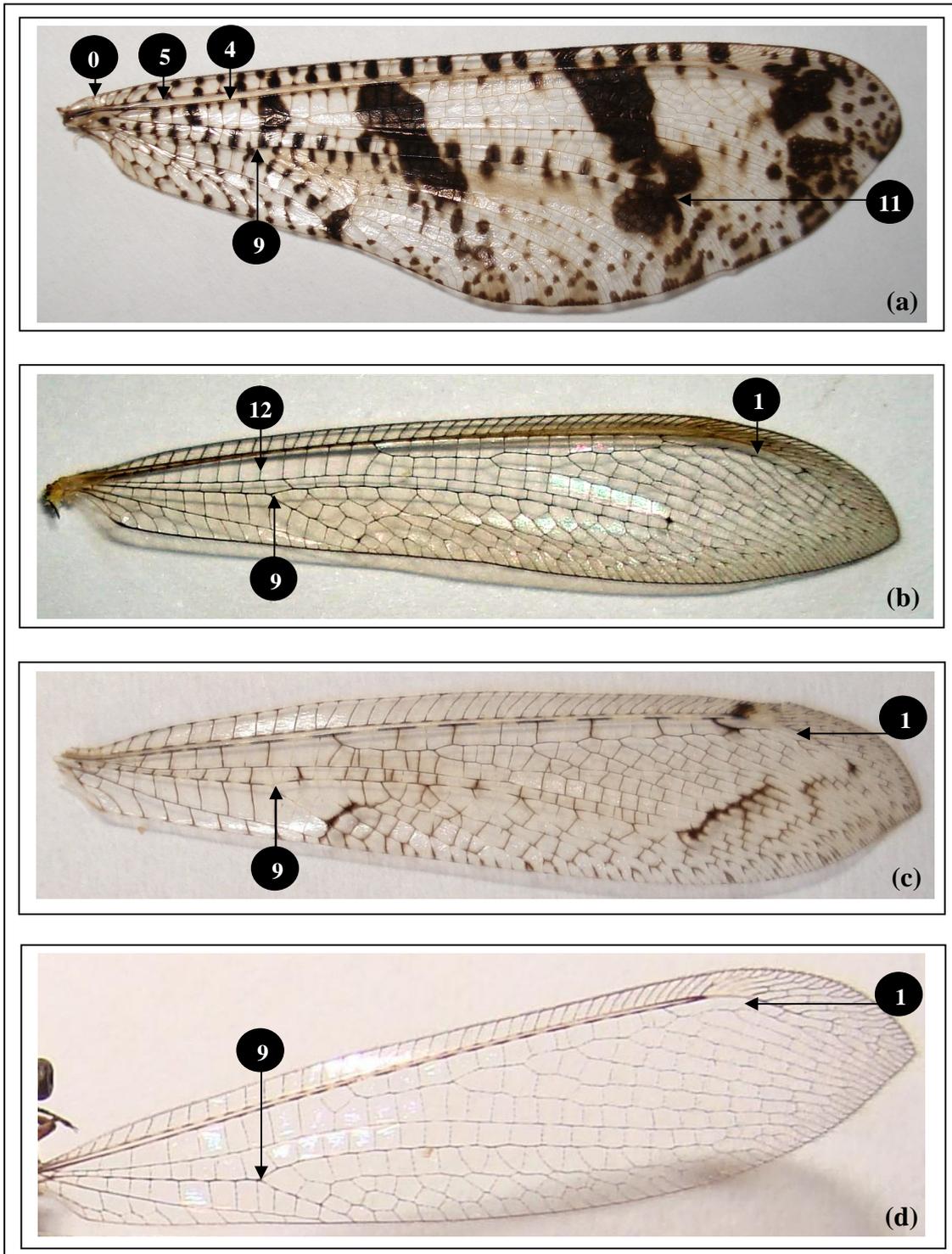
Pour les caractéristiques particulières, les ailes de *Cueta pallens* ne contiennent ni hypostigmatique, ni rhexma. La zone anale des ailes antérieures est plus maillée et a beaucoup plus des veines secondaires que celle des ailes postérieures (cf. figure 18b). Pour *Neuroleon* sp., la veine anale A<sub>1</sub> et la veine anale A<sub>2</sub> s'alignent obliquement. Une des clés de détermination de *Centroclisis felina* est la présence de surface blanche sur ses yeux (cf. figure 17c) et l'union de media postérieur et de cubitus – Anale depuis leurs origines (cf. figure 19d).



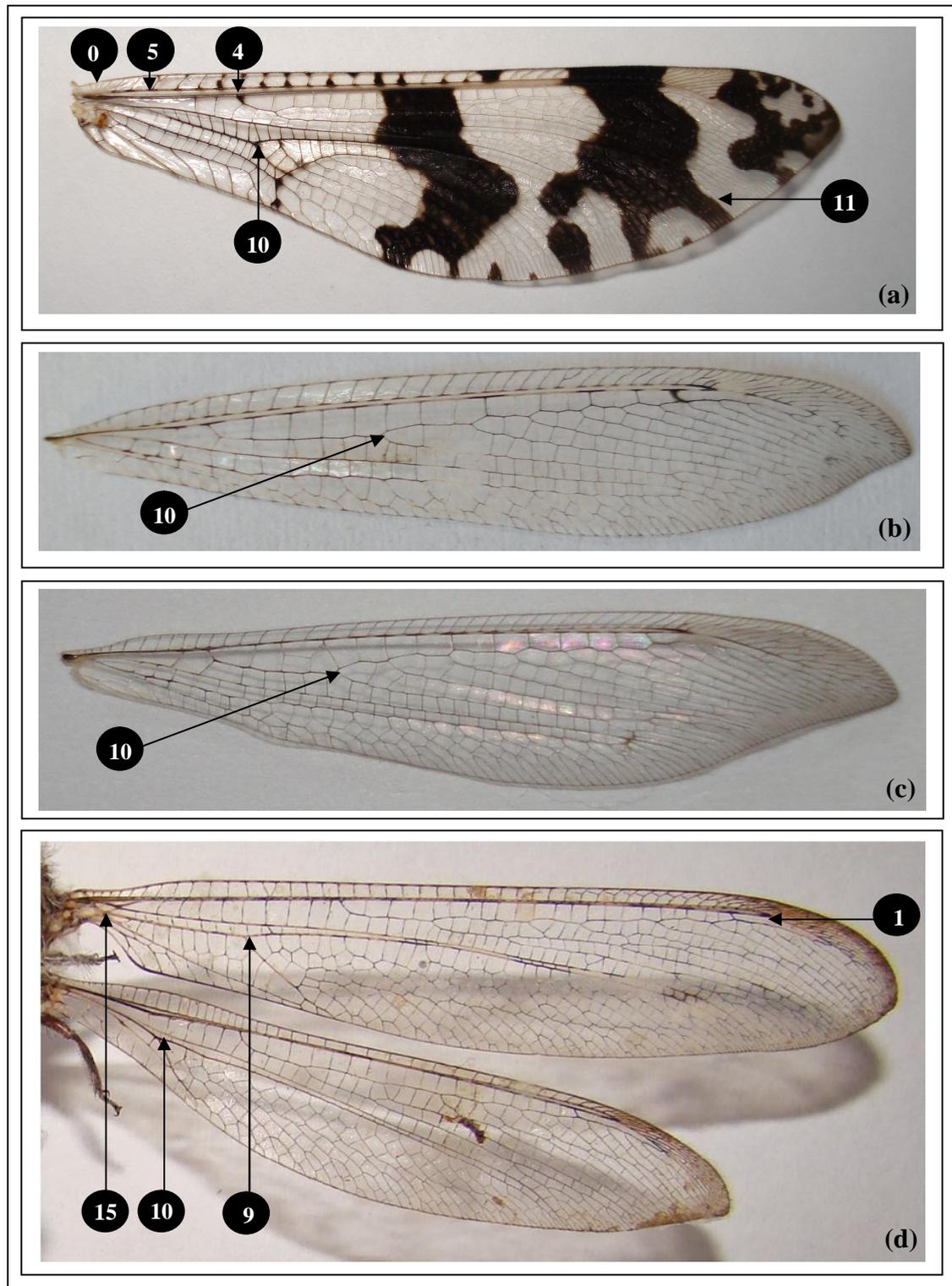
**Figure 16** : Antennes des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly. (a) : Antennes de *Palpares pardaloides* ; (b) : Antennes de *Helicomitus* sp. ; (c) : Antennes de *Cueta pallens* ; (d) : Antennes de *Syngenes dolichocercus* ; (e) : Antennes de *Neuroleon* sp. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).



**Figure 17** : Thorax des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly. (a) : Thorax de *Palpares pardaloides* ; (b) : Thorax de *Cuelta pallens* ; (c) : Thorax de *Centroclisis felina* ; (d) : Thorax de *Syngenes dolichocercus* ; (e) : Thorax de *Helicomitus* sp. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).



**Figure 18** : Ailes antérieures des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly. (a) : Aile antérieure de *Palpares pardaloides* ; (b) : Aile antérieure de *Cueta pallens*. (c) : Aile antérieure de *Syngenes dolichocercus*. (d) : Aile antérieure de *Myrmeleon obscurus*. 0 = Veine costale ; 1 = Cellule stigmatique ; 4 = Veine radiale ; 5 = Veine subcostale ; 9 = Division de Cubitus - Anale ; 10 = Division de Media Postérieure 2 ; 11 = Stigma ; 12 = plusieurs nervures transversales pré-sectorielles. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).



**Figure 19** : Ailes postérieures des Myrmeleontidés capturées à Beza Mahafaly. (a) : Aile postérieure de *Palpares pardaloides* ; (b) : Aile postérieure de *Syngenes dolichocercus* ; (c) : Aile postérieure de *Neuroleon* sp. (d) : Ailes antérieure et postérieure de *Centroclisis felina*. 0 = Veine costale ; 1 = Cellule stigmatique ; 4 = Veine radiale ; 5 = Veine subcostale ; 9 = Division de Cubitus - Anale ; 10 = Division de  $MP_2$  ; 11 = Stigma ; 15 = Union après les origines. (Photo : Razanjaonarivalona Elysé).

**b. Longueur de l'abdomen, du corps et des ailes des Myrmeleontidés**

Les tests de comparaison effectués sur 43 individus de *Palpares pardaloides* et sur 100 individus de *Cueta pallens* révèlent de différences significatives entre la longueur de l'abdomen (LA) des mâles et celle des femelles. L'abdomen des mâles de *Palpares pardaloides* (5,1 cm) et de *Cueta pallens* (3,6 cm) sont respectivement plus longs que ceux des femelles (3,7 cm ; 2,1 cm). Ces différences de longueur d'abdomen entraînent une différence entre la longueur total du corps (LTC) des mâles et des femelles de ces deux espèces ( $P < 0,0001$ , ddl = 78 ;  $P < 0,0001$ , ddl = 98) (cf. tableau 4). Il y a dimorphisme sexuel pour *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* (cf. figure 20a, b, c, d). Les ailes antérieures (LAA) de mâles de *Palpares pardaloides* et de *Cueta pallens* sont courtes par rapport à leurs abdomens ( $P < 0,0001$ , ddl = 118 ;  $P < 0,0001$ , ddl = 48). C'est le cas contraire pour les femelles, les ailes sont plus longues que les abdomens ( $P < 0,0001$ , ddl = 118 ;  $P < 0,0002$ , ddl = 48) (cf. tableau 5).



**Figure 20:** Dimorphisme sexuel. (a) : *Palpares pardaloides* ♂ ; (b) : *Palpares pardaloides* ♀ ; (c) : *Cueta pallens* ♂ ; (d) : *Cueta pallens* ♀.

**Tableau 4** : Comparaison de la longueur de l'abdomen, de l'aile antérieure et postérieure et du corps entre *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* mâles et femelles.

Espèces	Sexe	Caractères (cm)			
		LA (Moyenne ± ET) N	LAA	LAP	LTC
<i>Palpares pardaloides</i>	♂	5,1±0,2 (36)	5,6±0,3 (36)	5,4±0,3 (36)	6,4±0,4 (36)
	♀	3,7±0,3 (44)	5,7±0,2 (44)	5,6±0,3 (44)	4,9±0,3 (44)
	Diff.	<b>P &lt; 0,0001</b>	<b>P = 0,37</b>	<b>P = 0,27</b>	<b>P &lt; 0,0001</b>
<i>Cueta pallens</i>	♂	3,6±0,3 (40)	2,6±0,1 (40)	2,5±0,1 (40)	3,0±0,2 (40)
	♀	2,1±0,2 (60)	2,9±0,2 (60)	2,8±0,2 (60)	2,5±0,2 (60)
	Diff.	<b>P &lt; 0,0001</b>	<b>P &lt; 0,0001</b>	<b>P &lt; 0,0001</b>	<b>P &lt; 0,0001</b>

LTC : Longueur totale du corps  
LAA : Longueur aile antérieure  
LAP : Longueur aile postérieure

N : Nombre d'individu  
ET : Ecart type ; ddl = 78  
LA : Longueur de l'abdomen.

P : Probabilité d'erreur

**Tableau 5** : Comparaison entre la longueur de l'abdomen et de l'aile antérieure des mêmes individus chez *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens*.

Espèces	Sexe	Caractères à comparer (cm)		
		LA	LAA	Test t
<i>Palpares pardaloides</i>	♂	5,1±0,2 (60)	5,6±0,3 (60)	<b>P &lt; 0,0001</b>
	♀	3,7±0,3 (60)	5,6±0,3 (60)	<b>P &lt; 0,0001</b>
<i>Cueta pallens</i>	♂	3,0±0,2 (25)	2,4±0,1 (25)	<b>P &lt; 0,0001</b>
	♀	2,1±0,2 (25)	2,6±0,5 (25)	<b>P &lt; 0,0002</b>

LA : Longueur de l'abdomen  
LAA : Longueur aile antérieure

N : Nombre d'individu  
ET : Ecart type ; ddl = 48.

P : Probabilité d'erreur

Le nombre d'individu de *Myrmeleon obscurus* (n = 1), de *Myrmeleon validus* (n = 4), de *Syngenes dolichocercus* (n = 13) et de *Centroclisis felina*, n'a pas permis de mener des analyses statistiques adéquates. Mais, ces quelques individus ont permis de faire une mesure morphométrique. Pour l'unique individu de *Myrmeleon obscurus*, la longueur totale de corps (LTC) et la longueur d'aile antérieure (LAA) sont respectivement de 2,20 cm et de 2,24 cm. Celles de *Syngenes dolichocercus*, de *Myrmeleon validus* et de *Centroclisis felina* sont

respectivement de 4,50 cm et de 4,85 cm ; de 2,48 cm et 4,24 cm et enfin, de 5 cm et de 5,40 cm. Les 122 individus de *Neuroleon* sp. ne montraient pas de différences significative pour la longueur totale du corps et les ailes antérieures ( $P = 0,8$ , ddl = 29). En moyenne, la longueur du corps (LTC) est de 2,24 cm et celles des ailes antérieure (LAA) est de 3,32 cm.

**c. Sex-ratio**

Le sex-ratio est le rapport entre le nombre d'individu mâle d'une espèce donnée et celui de la femelle de cette même espèce. Les hypothèses à tester sont :

- $H_0$  : la proportion du nombre d'individu mâle n'est pas différente de celle de la femelle ;
- $H_1$  : la proportion du nombre d'individu mâle est différente de celle de la femelle.

Dans la savane temporairement inondée et dans les zones de cultures, le nombre des mâles et le nombre des femelles de *Palpares pardaloides* présentent une différence significative en 2004 ( $P = 0,001$ , ddl = 1 ;  $P = 0,002$ , ddl = 1) et en 2005 ( $P = 0,04$ , ddl = 1 ;  $P = 0,001$ , ddl = 1) (cf. tableau 6). Le nombre de la femelle (163 et 172) domine de celui de mâle (77 et 108) dans la savane temporairement inondée. Et dans les zones de cultures, les mâles (26 et 78) sont plus nombreux que les femelles (17 et 25). Par contre, le sex-ratio est proportionnellement non significative dans la forêt galerie et dans la savane d'Ampeha. Dans ces sites, il n'y a pas de grand écart entre le nombre des mâles et des femelles. Mais effectivement, ce sont presque les femelles qui restent majoritaires dans les sites (62 %). Pour *Cueta pallens*, la proportion est significativement différente dans la forêt galerie en 2004 ( $P = 0,001$ , ddl = 1), ainsi dans la savane d'Ampeha en 2004 ( $P = 0,001$ , ddl = 1) et en 2005 ( $P = 0,01$ , ddl = 1). En revanche, les trois sites restants présentent une proportion assez similaire mais, les femelles sont toujours en plus nombreuses (cf. tableau 7).

**Tableau 6** : Sex-ratio de *Palpares pardaloides* dans chaque site.

ANNEES	SITES	M	F	Ni	SEX-RATIO	Test Chi-deux
2004	Site de RSBM (PI)	9	16	25	0,56	0,83
	Site d'Ampeha	95	165	260	0,57	0,61
	Site de Magnasoa	77	163	287	0,56	<b>0,001</b>
	Site d'Antevamena	26	17	43	1,53	<b>0,002</b>
2005	Site de RSBM (PI)	5	8	13	0,62	0,84
	Site d'Ampeha	48	99	153	0,50	0,37
	Site de Magnasoa	108	172	280	0,62	<b>0,04</b>
	Site d'Antevamena	78	25	103	1,51	<b>0,001</b>

F : femelle ; M : mâle ; Ni : Nombre d'individus ; RSBM : Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (PI : parcelle 1).

**Tableau 7** : Sex-ratio de *Cueta pallens* dans chaque site.

ANNEES	SITES	M	F	Ni	SEX-RATIO	Test Chi-deux
2004	Site de RSBM (PI)	12	54	66	0,22	<b>0,0001</b>
	Site de RSBM (PII)	11	14	25	0,38	0,84
	Site d'Ampeha	58	64	122	0,90	<b>0,0001</b>
	Site de Magnaso	4	7	11	0,57	0,89
	Site d'Antevamena	13	25	48	0,52	0,21
2005	Site de RSBM (PI)	9	16	25	0,56	0,39
	Site de RSBM (PII)	3	2	5	1,5	0,47
	Site d'Ampeha	54	42	96	1,28	<b>0,01</b>
	Site de Magnaso	6	18	24	0,33	0,05
	Site d'Antevamena	23	41	64	0,56	0,17

F : femelle ; M : mâle ; Ni : Nombre d'individus ; RSBM : Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (PI : parcelle I) (PII : parcelle II).

#### 4 - Distribution des Myrmeleontidés

##### a. Distribution horizontale selon le type d'habitat

Dans les zones de cultures, les valeurs de *P* sont respectivement de 0,042, 0,016 et de 0,10 pour *Palpares pardaloides* et 0,047, 0,017 et 0,60 pour *Cueta pallens* selon les différents types du milieu (cf. tableau 8). C'est-à-dire que la comparaison sur la distribution horizontale de *Palpares pardaloides* et de *Cueta pallens* présente une différence significative entre champs de maïs et manioc, champs abandonnés et champs de patate douce. L'abondance de ces deux espèces sur le plan horizontale est différente entre les champs de patate douce et les champs de maïs et manioc, ainsi qu'entre les champs de patate douce et les champs abandonnés.

**Tableau 8** : Comparaison sur la distribution de *Palpares pardaloides*, *Cueta pallens* et *Neuroleon* sp. selon le type du milieu.

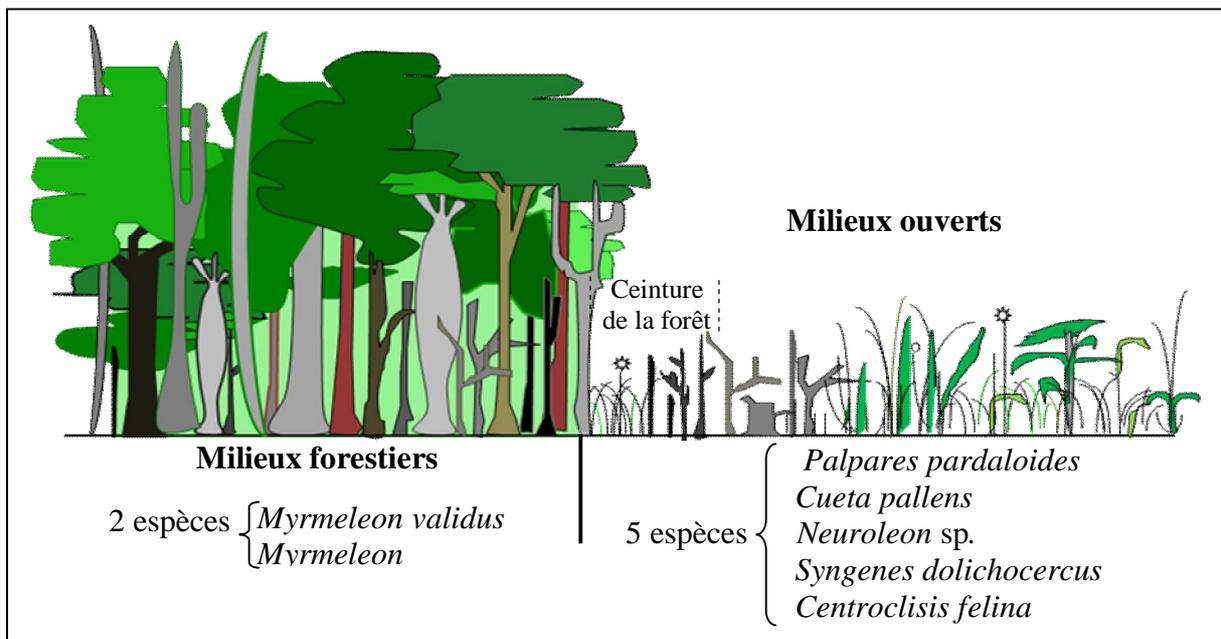
<b>Espèces</b>	<b>SITE (Type d'habitat)</b> Types du milieu	<b>Test ANOVA</b>
<i>Cueta pallens</i>	<b>Site de RSBM (PI) (Forêt galerie)</b> A dominance de kile – A tendance xérophytique	$P = 0,75$
<i>Palpares pardaloides</i>	<b>Site d'Antevamena (zones de cultures)</b> Champs de patate douce – Champs abandonnés Champs de patate douce – Champs de maïs et manioc Champs abandonnés – Champs de maïs et manioc	$P = 0,042$
		$P = 0,016$
		$P = 0,10$
<i>Cueta pallens</i>	<b>Site d'Antevamena (zones de cultures)</b> Champs de patate douce – Champs abandonnés Champs de patate douce – Champs de maïs et manioc Champs abandonnés – Champs de maïs et manioc	$P = 0,049$
		$P = 0,017$
		$P = 0,60$
<i>Palpares pardaloides</i>	<b>Site de Magnasoa (savane temporairement inondée)</b> Champs d'oignon – A dominance de Zozoro Champs d'oignon – A dominance de Matsia A dominance de Zozoro – A dominance de Matsia	$P < 0,0001$
		$P < 0,0001$
		$P < 0,0001$
<i>Cueta pallens</i>	<b>Site de Magnasoa (savane temporairement inondée)</b> Champs d'oignon – A dominance de Zozoro Champs d'oignon – A dominance de Matsia A dominance de Zozoro – A dominance de Matsia	$P = 0,02$
		$P = 0,04$
		$P = 0,76$
<i>Palpares pardaloides</i>	<b>Site d'Ampeha (savane)</b> Clairière – Savane à Herbacés Clairière – Savane arbustive Savane à Herbacés – Savane arbustive	$P = 0,0008$
		$P < 0,0001$
		$P < 0,0001$
<i>Cueta pallens</i>	<b>Site d'Ampeha (savane)</b> Clairière – Savane à Herbacés Clairière – Savane arbustive Savane à Herbacés – Savane arbustive	$P = 0,11$
		$P = 0,23$
		$P = 0,69$
<i>Neuroleon</i> sp.	<b>Site d'Ampeha (savane)</b> Clairière – Savane à Herbacés Clairière – Savane arbustive Savane à Herbacés – Savane arbustive	$P = 0,34$
		$P = 0,83$
		$P = 0,13$

Quant à la savane temporairement inondée, il y a une différence de distribution de *Palpares pardaloides*, ainsi que celle de *Cueta pallens*, entre les champs d'oignon et l'habitat à dominance de Matsia, entre les champs d'oignon et l'habitat à dominance de Zozoro et ( $P < 0,0001$  ;  $P < 0,0001$  ;  $P = 0,02$  ;  $P = 0,04$ ) (cf. tableau 8). Cette différence de distribution indique que l'abondance de ces deux espèces varie selon les différents types d'habitats. Seulement, *Cueta pallens* ne présentent pas une différence significative de distribution entre l'habitat à dominance de Matsia et l'habitat à dominance de Zozoro ( $P = 0,76$ ). Sa distribution est proportionnellement similaire dans ces deux types d'habitats. Pour *Syngenes*

*dolichocercus* et *Centroclisis felina* (n = 10), elles ont uniquement été rencontrées dans la savane temporairement inondée, seulement dans le fourré d'arbuste clairsemé qui se trouve dans la ceinture de la savane et dans le milieu un peu obscur, surtout sur des branches qui a à peu près la même couleur que leurs corps.

Dans la savane, seules *Palpares pardaloides* présentent une différence significative ( $P = 0,0008$  ;  $P < 0,0001$  ;  $P < 0,0001$ ) de distribution entre les trois types d'habitats : clairière, savane à herbacés et savane arbustive (cf. tableau 11). La répartition de *Palpares pardaloides* varie selon ces trois natures d'habitats. Mais, c'est pas le cas pour *Cueta pallens* et *Neuroleon* sp., les valeurs de  $P$  ne présentent pas de différence significative de distribution entre les trois types d'habitats. *Cueta pallens* et de *Neuroleon* sp. y présentent une distribution normale.

Plus particulièrement dans la forêt galerie, la distribution de *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* est partielle. Elles sont plutôt concentrées dans la ceinture du bloc forestier. Sauf, *Myrmeleon validus* et *Myrmeleon obscurus* qui sont les seules espèces de Myrmeleontidés trouvées au cœur de la forêt (cf. figure 21). *Cueta pallens* ont été trouvées dans la formation à dominance de « Kile » et dans la formation à tendance xérophytique mais, la distribution ne présente pas une différence significative entre ces deux formations.



**Figure 21** : Schéma général de la distribution des Myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly.

### b. Distribution verticale des Myrmeleontidés

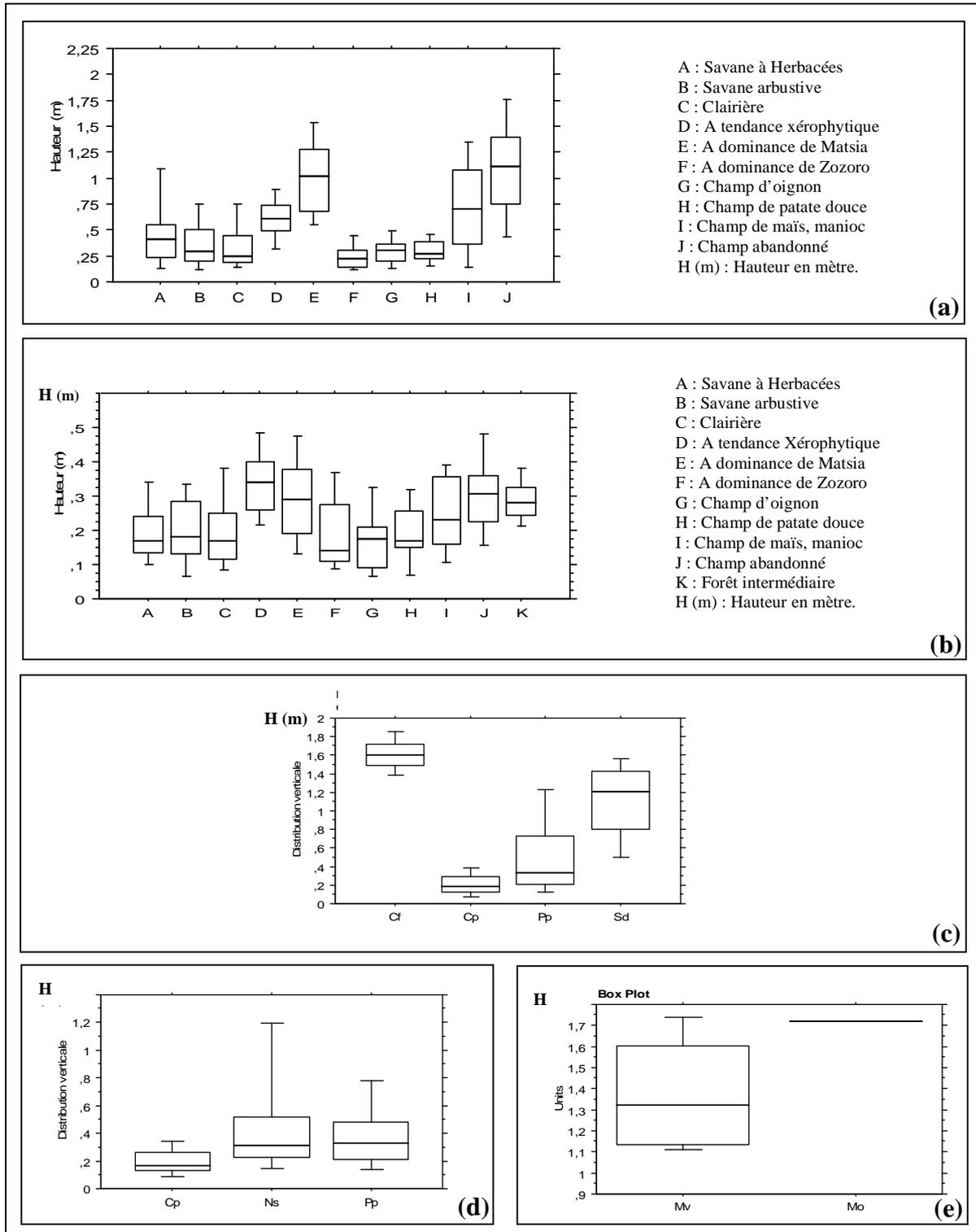
Tous les Myrmeleontidés sont nocturnes. Pendant les jours, elles se reposent presque sur des herbacés. *Palpares pardaloides* se rencontrent la plupart du temps dans la strate herbacée, fréquemment recensées dans le milieu déboisé et ouvert. Elles se sont réfugiées et s'accrochaient soit sur la tige, soit sur la feuille des plantes herbacées. En moyenne, elles se situent à 0,55 m du niveau de sol, oscillant entre 0,05 m et 1,99 m (cf. figure 23a). Quant à *Cueta pallens*, ce niveau se trouve à 0,23 m du sol. Dans tous les sites, les points de repos de *Cueta pallens* varient entre 0,04 m et 1,99 m (cf. figure 23b). Même cas pour *Neuroleon* sp., le tige de *Heteropogon contortus* et *Aristida similis* sont préférentiellement leurs supports de camouflage, en moyenne, à 0,3 m. Mais aussi, elles peuvent se reposer sur des petites branches des arbustes (cf. figure 23d).

Par contre, *Syngenes dolichocercus* et *Centroclisis felina* se reposent toutes sur les troncs d'arbustes mais, ne dépassent pas la frange arbustive. En moyenne, la distribution verticale se trouve respectivement à 1,20 m et à 1,60 m (cf. figure 23c). *Myrmeleon validus* se reposent à 1,67 m du niveau de sol sur des lianes, enfin l'unique individu de *Myrmeleon obscurus* était placé à 1,72 m du sol sur un tronc d'arbre.

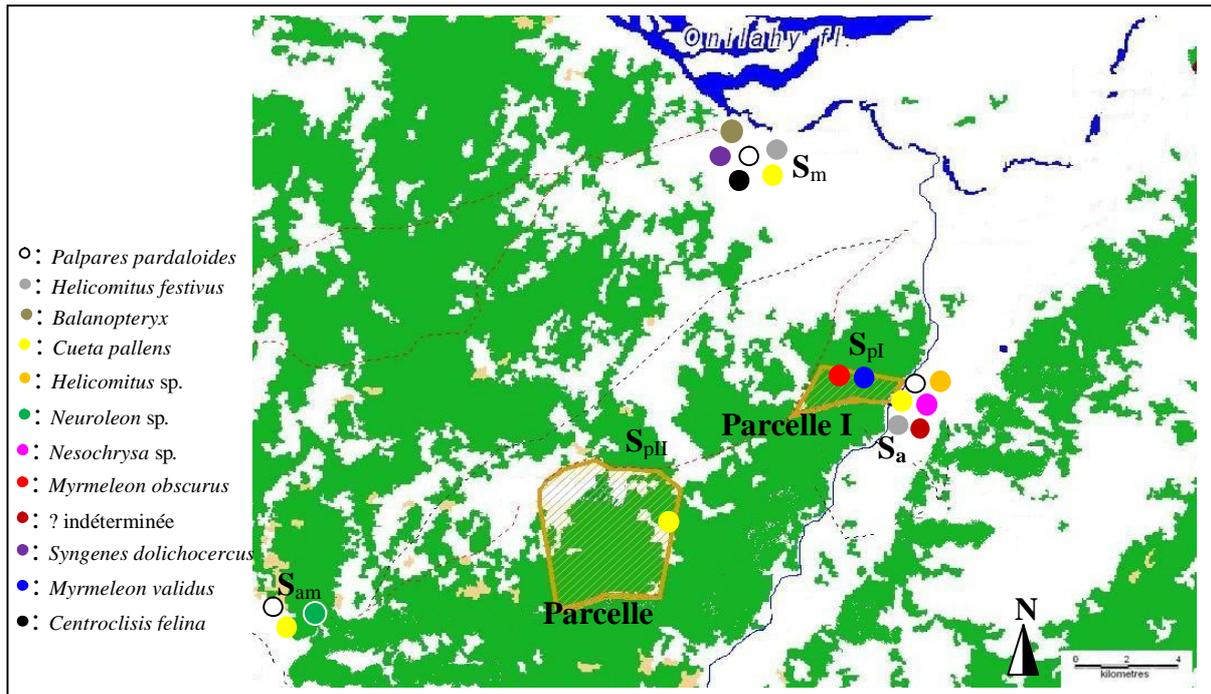
En général, le milieu où vit les Myrmeleontidés est un milieu ouvert et peuplé des herbacés. Pendant le jour, elles se reposent et se camouflent dans la strate herbacée. La figure 24 illustre indépendamment le nombre d'espèces rencontrées dans chaque site et la distribution de Neuroptères dans la région de Beza Mahafaly.

**Figure 22 :** *Cueta pallens* pratiquant le système de camouflage par homochromie. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).





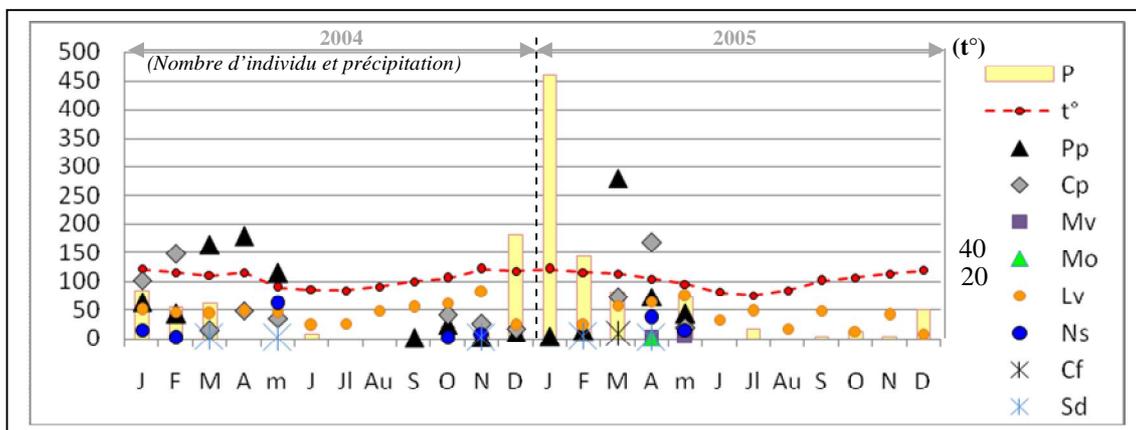
**Figure 23** : Distribution verticales des Myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly. (a) : Distribution verticale de *Palpares pardaloides* ; (b) : Distribution verticale de *Cueta pallens* ; (c) : Distribution verticale de *Centroclisis felina* et *Syngenes dolichocercus* dans le site de Magnasoa ; (d) : Distribution verticale de *Neuroleon* sp. ; (e) : Distribution verticale de *Myrmeleon validus* et *Myrmeleon obscurus*. Cf : *Centroclisis felina* ; Cp : *Cueta pallens* ; Mv : *Myrmeleon validus* ; Mo : *Myrmeleon obscurus* ; Ns : *Neuroleon* sp. ; Pp : *Palpares pardaloides* ; Sd : *Syngenes dolichocercus*.



**Figure 24** : Distribution des Neuroptères dans chaque site. Sa : Site d’Antevamena ; Sam : Site d’Ampeha ; Sm : Site de Magnasoa ; SpI, SpII : Site de la parcelle I et de la parcelle II.

### 5 – Saisonnalité des Myrmeleontidés

A Beza Mahafaly, la température n’a pas beaucoup varié depuis 1961 (cf. annexe II et III). Mais entre 2004 et 2005, les précipitations du mois de janvier et du mois de février présentaient quantitativement une variation significative ( $\chi^2 = 14,17 > 3,84$ ). Si celles-ci avaient une hauteur de 425 mm en 2004, elles atteignaient 800 mm en 2005 (cf. annexe III). La forme imago de Myrmeleontidés s’observe pendant la période chaude et pluvieuse à Beza Mahafaly (cf. figure 25). Par contre, les larves se distribuent équitablement entre les saisons. La figure 25 présente la distribution chronologique des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly.



**Figure 25** : Distribution chronologique des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly. P : précipitation ; t° : température ; Pp, Cp, Mv, Mo, Ns, Cf, Sd : espèces ; Lv : Larves.

## 6 - Larves des myrmeleontidés dans la région de Beza Mahafaly

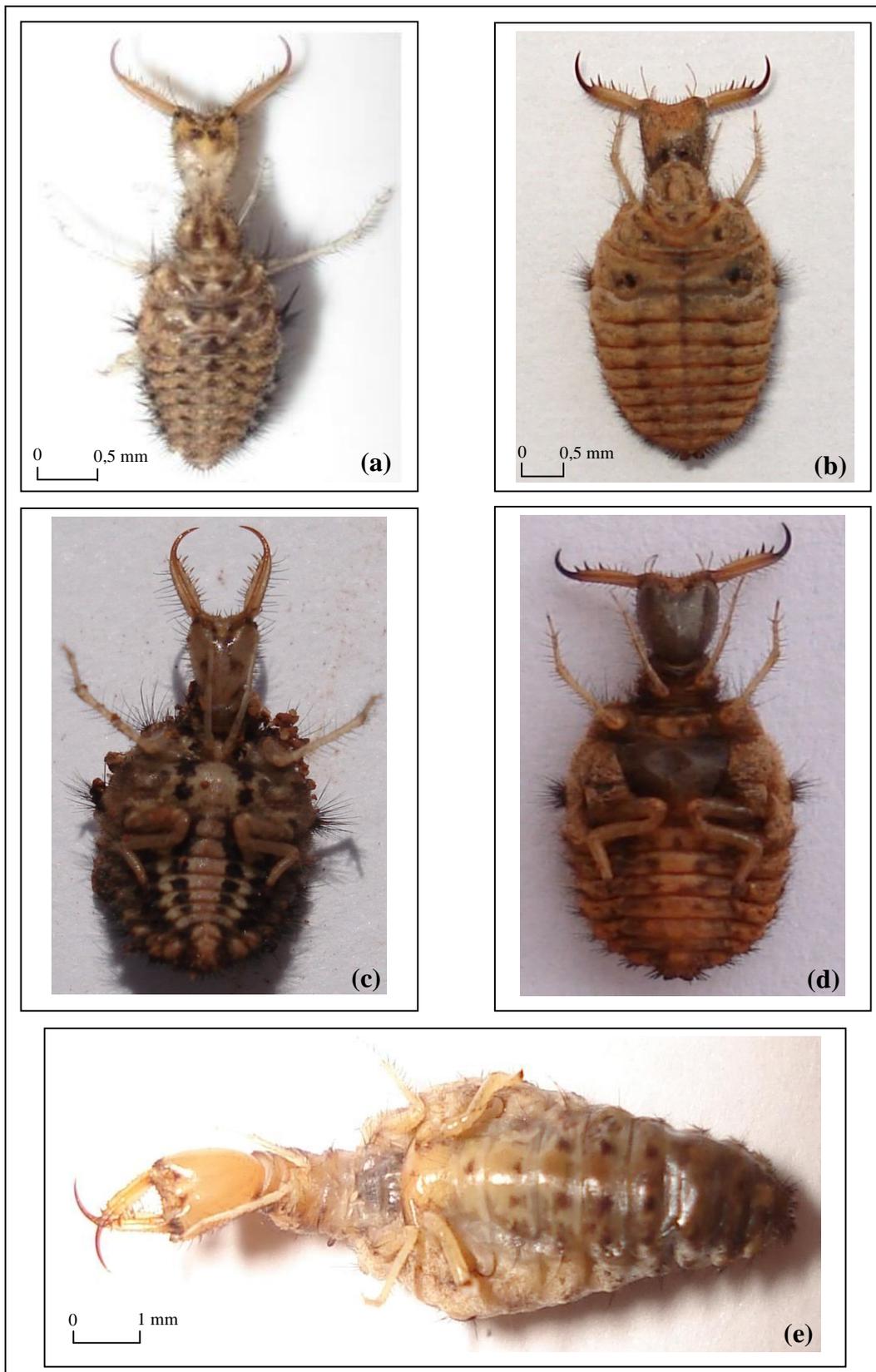
Dans les cinq sites d'études, 64 larves des Myrmeleontidés ont été capturées dont 35 dans les champs de cultures, 19 dans la savane, sept dans la forêt galerie et trois dans la forêt sèche. Cinquante quatre larves capturées ont été découvertes dans le sable et dix autres dans les sols non compacts. Elles se cachent dans le sol peu profond, au fond des trou-pièges, en forme d'un entonnoir (cf. figure 27c et d). D'après la couleur et la taille, trois formes de larve ont été observées (cf. figure 26a, b, e). Les larves sont facilement connues par la présence de deux mandibules en forme de faucille et très pointues (cf. figure 27a, b). Néanmoins, c'est difficile de les identifier et de déterminer le stade de développement, selon l'espèce, car elles sont de taille réduite et se ressemblent morphologiquement entre elles. Seulement, la taille des larves qui ont été trouvées à Beza Mahafaly variait entre 3 mm à 11 mm. Ce sont des prédatrices des petits invertébrés comme des petites araignées et des fourmis (cf. figure 27e).

Les plus grands trou-piège sont construits dans le sable et atteint 10 cm de diamètre et de 6,2 cm de profondeurs (dans les zones de cultures). En moyenne, la profondeur (P) du trou-piège est de 2,4 cm, ouvrant sur un diamètre (D) de 3,8 cm. Par rapport à la verticale, l'angle (a) du flanc varie entre 36° et 48°. Plus le trou-piège est grand, plus la valeur de l'angle diminue. L'inclinaison mesurait 43° en moyenne (cf. tableau 9).

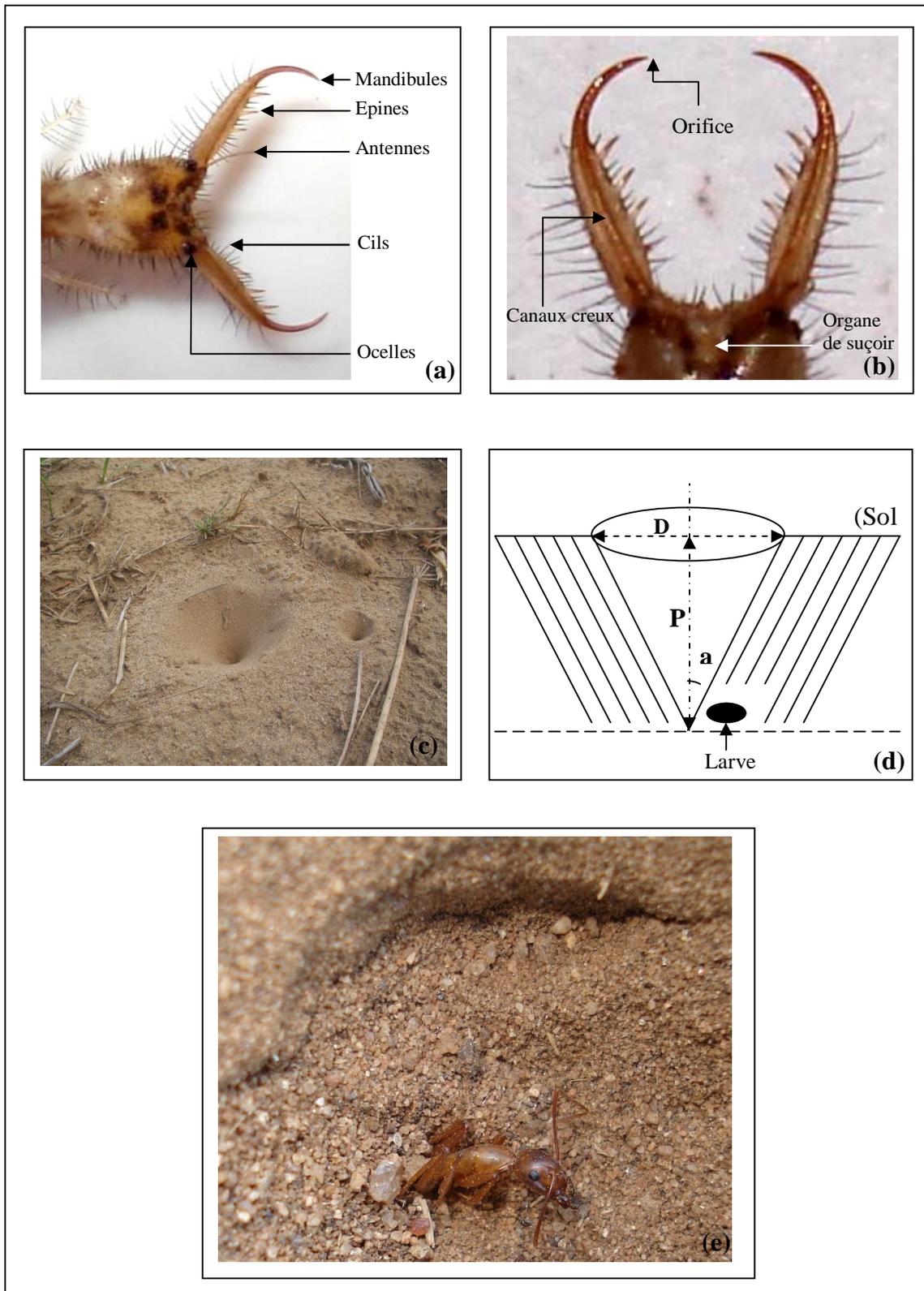
**Tableau 9** : Valeurs moyennes des grandeurs physiques du trou-piège des larves de Myrmeleontidés dans chaque site.

Sites	Types d'habitats	Diamètre (cm)	Profondeur (cm)	Angle ( ° )
		$X_d (d_m ; d_M)$	$X_p (p_m ; p_M)$	$X_a (a_m ; a_M)$
Site de la RSBM (PI)	Forêt galerie	5,3 (0,8 ; 9,2)	3,3 (0,3 ; 6,2)	38 (36,7 ; 46,2)
Site de la RSBM (PII)	Forêt sèche	1,6 (0,4 ; 2,5)	0,8 (0,3 ; 2,7)	46 (45,3 ; 48)
Site d'Antevamena	Champs de cultures	5,2 (0,4 ; 10)	3,2 (0,3 ; 6)	44 (44,3 ; 45,2)
Site d'Ampeha	Savane	3,3 (0,4 ; 7)	2,3 (0,3 ; 4,2)	46 (39,1 ; 46,1)

RSBM (PI) : Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcelle I) ; RSBM (PII) : Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcelle II).  $X_d$  : moyenne du diamètre ;  $d_M$  : diamètre maximal ;  $d_m$  : diamètre minimal ;  $X_p$  : moyenne de la profondeur ;  $p_M$  : profondeur maximale ;  $p_m$  : profondeur minimale ;  $X_a$  : moyenne de l'angle ;  $a_M$  : angle maximal ;  $a_m$  : angle minimal.



**Figure 26** : Larves des Myrmeleontidés collectées dans la région de Beza Mahafaly. (a) : une larve capturée dans le site d'Antevamena (face dorsale) ; (b) : une larve capturée dans le site d'Ampeha (face dorsale) ; (c) et (d) : larves (face abdominale) ; (e) : une larve capturée dans la ceinture de la parcelle I.



**Figure 27** : Morphologie d'identification d'une larve des Myrmeleontidés et trou-pièges. (a) : Tête d'une larve ; (b) : Mandibules d'une larve ; (c) : Trou-pièges des larves de Myrmeleontidés ; (d) : interprétation schématique d'un trou-piège ; (e) : Fourmi, capturée par une larve. (Photo : Razanajaonarivalona Elysé).

## **V – DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS**

### **V – 1. DISCUSSION**

#### **1 – Nature des habitats dans la région de Beza Mahafaly**

La région de Beza Mahafaly est sèche et chaude. Les forêts sont typiques et constituées d'une forêt xérophytique, composées d'espèces végétales qui s'adaptent à la longue saison sèche, et une forêt galerie qui borde la rivière Sakamena. La nature de la forêt varie selon le milieu, c'est-à-dire plus on s'éloigne du bord de la rivière Sakamena, qui est dominée par des *Tamarindus indica* (kile), plus la végétation devient de plus en plus xérophile en passant par une formation intermédiaire. En plus, des savanes et des zones de cultures occupent respectivement l'ouest, le nord et le sud de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly.

Beza Mahafaly demeure parmi les seuls vestiges d'écosystèmes forestiers du Sud et Sud-ouest de Madagascar. Ce biome est relativement riche en espèces végétales typiques, endémiques et non endémiques de la région à cause des conditions climatiques si particulières. Beza Mahafaly est classée parmi les régions chaudes et sèches de Madagascar, présentant divers types des formations végétales, composantes des micros et macro-habitats convenables pour les Arthropodes comme les Neuroptères. Il a été choisi comme zones d'études car les milieux constituent des niches bioécologiques qui remplissent les conditions favorables au développement des insectes.

Les forêts tropicales sont riches en espèces d'insectes. Madagascar abrite 0,003 d'espèce et 0,0009 de genre par km<sup>2</sup> (Irwin *et al.*, 2003). Madagascar se trouve donc trois fois plus riche en espèces d'insectes répertoriés et neuf fois plus riche en genre par rapport à la région Afrotropicale (Irwin *et al.*, 2003). Comme le cas de l'Afrique du Sud qui a aussi des régions arides, sèches et chaudes (Mansell et Erasmus, 2002), les Myrmeleontidés s'y trouve également concentré dans ces régions arides (Scudder et Cannings, 2007). Le même cas peut être à l'origine de la diversité des Neuroptères remarquables à Beza Mahafaly. Grâce aux nombreuses écorégions et à la richesse en variété des plantes (Mansell et Erasmus, 2002), ces insectes peuvent bénéficier d'habitats, de nourritures et de lieux de camouflage par phénomène d'homotypie et d'homochromie pour échapper aux prédateurs potentiels (cf. annexe XII). Toutefois, l'absence d'informations disponibles sur des éventuels inventaires à

Madagascar ailleurs que Beza Mahafaly ne permet pas d'affirmer s'il existe d'autres sites plus riches en Neuroptères. Malgré cela, la présente étude pourrait constituer un exemple de comment d'aborder l'étude de ce groupe qui demeure encore mal connu à Madagascar. Au moins, ceci concerne l'identification de signe de présence des larves par les trous assez caractéristiques.

## **2 – Diversité des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly**

Trois familles de Neuroptères ont été recensées dans la région de Beza Mahafaly : les Myrmeleontidés, les Ascalaphidés et les Chrysopidés. En tout, 12 espèces de Neuroptères ont été inventoriées, avec sept espèces des Myrmeleontidés dont une seule espèce est endémique de Madagascar (*Palpares pardaloides*).

A l'état actuel des connaissances, la comparaison avec les autres régions de Madagascar n'est pas possible car peu d'information adéquate n'existe pour la diversité des Neuroptères, voire des Myrmeleontidés à Madagascar. Néanmoins, Beza Mahafaly présente une diversité remarquable en abritant 12 espèces de Neuroptères. Cette diversité semble concordant aux facteurs climatiques et édaphiques de Beza Mahafaly : chaud et aride, donc favorables à la survie des insectes, notamment les Neuroptères (Stange, 2004). En effet, les Myrmeleontidés peuvent être présentes dans les régions tempérées et tropicales. La majorité vit dans les savanes des régions chaudes et sèches mais, d'autres espèces peuvent être observées dans les milieux forestiers (Stange, 2004).

Dans le monde, 201 genres et 1522 espèces de Myrmeleontidés ont été répertoriées (Stange, 2004). Par exemple, l'Afrique du Sud abrite 42 espèces des Palparineae (Myrmeleontidés) parmi les 88 espèces connues dans le monde (Mansell et Erasmus, 2002). Vingt neuf de ces 42 espèces sont endémiques de la région est, ouest, nord et nord-ouest de l'Afrique du Sud. Ce nombre 42 pour l'Afrique du Sud, un pays si vaste, par rapport au 12 de Beza Mahafaly, un seul site faisant seulement 4 600 ha en tout, semble indiquer que la richesse spécifique de Madagascar atteindrait probablement un niveau non négligeable. Selon les informations des spécimens muséologiques, Madagascar possède deux sous-familles, six tribus et environ 50 espèces des Myrmeleontidés. Le fait qu'ils étaient parmi les premiers spécimens collectés dans le monde (Stange, 2004), les Neuroptères de Madagascar ont toujours utilisées en tant que spécimens de références et comme clés d'identifications des

Neuroptères dans le monde (Stange, 2004). Cette situation a alors accordé à Madagascar une importance particulière pour ce taxon, qui mériterait plus d'investigations dans leurs habitats naturels.

### **3 – Milieux d'abondances des Myrmeleontidés à Beza Mahafaly**

Dans chaque site, *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* dominent en nombre avec plus de 20 % de la totalité par rapport aux autres espèces, qui ne représentent que moins de 6 %. Suivant le type du milieu, ces deux espèces sont plus abondantes dans les milieux ouverts que dans les milieux forestiers. Pour *Centroclisis felina* et *Syngenes dolichocercus*, elles n'ont été rencontrées que dans la savane temporairement inondée avec une très faible abondance (1,5 % et 1,9 %). Même résultat pour *Neuroleon* sp., capturées dans la savane avec un taux d'abondance de 16,2 %. Enfin, *Myrmeleon validus* et *M. obscurus* (très rares) ont été rencontrées dans la forêt galerie.

Plusieurs facteurs semblent agir comme limitatif de l'abondance des insectes : nature bioécologique des milieux de vie, processus du cycle évolutif, la durée de vie des adultes, la diversité des prédateurs. A Beza Mahafaly, *Palpares pardaloides*, *Cueta pallens*, *Centroclisis felina*, *Syngenes dolichocercus* et *Neuroleon* sp. préfèrent les milieux ouverts car les herbacés leur servent au moins de lieu de camouflage. Par rapport aux efforts d'inventaire, leurs abondances restent faibles. Cette situation est due au feu de brousse et le défrichage qui non seulement font disparaître les herbes et privent ces insectes une partie de ces habitats mais, ils déciment aussi les œufs et les larves (cf. annexe XIVc et d). La faible précipitation de certaines années peut aussi jouer un rôle comme pour le cas de *Myrmeleon validus* et de *M. obscurus*. Leurs larves construisent de trous-pièges, et les litières et les sols compacts au sein de la forêt ne permettent pas de construire de telle structure aisément en absence de pluie (cf. annexe XIVa et b).

L'abondance des Myrmeleontidés, la croissance et la survie de la larve de *Morter obscurus* ont été étudiés dans quatre sites à Sierra Leone (Griffiths, 1980). La nourriture a été trouvée comme principal facteur qui limite sa croissance à cause de la pénurie des proies de taille suffisamment grande (Griffiths, 1980). Ce facteur l'a permis d'expliquer le retard dans le développement des Myrmeleontidés (McFarland, 1968 ; Riek, 1976). En concordance avec ces découvertes ailleurs, les Myrmeleontidés de Beza Mahafaly semblent aussi en faible

densité à cause de la quantité et le type de nourritures disponibles. En effet, la sécheresse qui sévit de plus en plus intense le Sud de Madagascar ne paraît pas favorable à la prolifération de certaines proies potentielles comme les fourmis, les petits araignées, les différentes larves d'arthropodes etc. En outre, cette sécheresse favorise l'invasion des criquets, qui à leur tour détruisent les herbes dans un court laps de temps que les Neuroptères n'arriveraient pas à s'accommoder du nouveau environnement. En Afrique du Sud, la modélisation sur le Système d'Information Géographique (SIG) du changement climatique ont indiqué que l'abondance, la raison de la diversité spécifique et le niveau d'endémisme des Neuroptères sont influencés par le climat, le type de sol et à la variété des plantes (Mansell et Erasmus, 2002). Au Mali, la majorité des Myrmeleontidés se rencontre dans des prairies à graminées (Michel, 1999) et vérifie que si ces habitats sont brûlés, les Neuroptères n'abondent pas. Ce cas se présente dans certaines parties de savanes de Beza Mahafaly.

#### **4 – Clés d'identification des Myrmeleontidés**

Par observation directe, la morphologie des Myrmeleontidés se ressemble à celle des libellules et des demoiselles. Seulement, les antennes de ces dernières sont courtes et leurs ailes ne contiennent pas de zone subcostale. En plus au repos, les ailes des libellules restent ouvertes (caractère primitive) alors que celles des Myrmeleontidés se plient en couvrant l'abdomen (caractère évoluée). Concernant la taille des individus, le dimorphisme sexuel a été remarqué chez *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens*. Les mâles de ces deux espèces possèdent un abdomen beaucoup plus long par rapport à celui des femelles. Ce dimorphisme ne varie pas d'un site à l'autre, mais probablement héréditaire. Quant au sex-ratio, les femelles dominent souvent en nombre par rapport aux mâles. D'après les comparaisons effectuées sur *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens*, la variation du milieu n'a pas d'effet sur la longueur du corps. Seule, la longueur des ailes antérieures (LAA) des femelles de *Palpares pardaloides* et des mâles de *Cueta pallens* présentent une différence significative entre savane temporairement inondée et forêt galerie ou zones de cultures ou forêt sèche. Cette différence signifie que les mâles ont un corps beaucoup plus long que les femelles. A propos de la longueur de l'abdomen de *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens*, de telle différence est généralement observable dans la nature. La taille plus courte de l'abdomen, mais suffisamment volumineux chez la femelle, pourrait signifier une importance au stockage d'œufs. Chez le mâle, la taille plus longue peut avoir de signification dans la sélection naturelle lors de la reproduction.

L'étude taxonomique des spécimens collectés à Beza Mahafaly a permis de déterminer une seule espèce de *Palpares* : *Palpares pardaloides*. Parmi les individus des *Palpares pardaloides* capturés à Beza Mahafaly, il y a ceux qui ont la même morphologie et de la même forme de taches de stigma aux individus capturée au Sikasso Mali (Michel, 1999) (cf. annexe XIII) et en Afrique du Sud (Mansell et Erasmus, 2002). Dans ces pays, l'espèce est respectivement nommée *Palpares umbrosus* (Kolbe, 1898) et *Palpares ulrike* (Mansell et Erasmus, 2002). Ces motifs de stigma plus particuliers que la description de références ont été remarqués sur les ailes antérieures et postérieures des individus de *Palpares pardaloides* de Beza Mahafaly (Cf. annexe XIII). Cette différence devrait être analysée par des investigations plus approfondies telle que la génétique pour s'assurer s'il s'agit d'une variété ou d'une autre espèce, et morphologique au niveau du complexe gonarcus-paramères (cf. annexe IX).

Pour la différence en nombre entre le mâle et la femelle, des hypothèses basées sur des phénomènes naturels et génétiques peuvent avancer que le taux de réussite d'éclosion des individus mâles est faible ou la probabilité de répartition de sexe lors de l'union des deux gamètes donne naturellement une proportion positive pour les femelles. Si non, le sex-ratio paraît normale mais, ce n'est qu'une simple fluctuation d'échantillonnage. Malheureusement, aucune étude dans le monde n'existe pour pouvoir statuer sur les hypothèses ci-dessus. Toutefois, la répartition des mâles et femelles au cours de différentes périodes de l'année pourrait aider à expliquer ce phénomène. Des investigations plus long-terme seront nécessaire dans ce sens, car la période de la présente étude, limitée aussi dans une seule région à Madagascar, ne permet pas encore de généraliser les résultats. Des chercheurs ont constaté que le sex-ratio est très variable suivant l'instabilité de l'environnement et du climat (Scott, 2004) tels que la disponibilité en nutriments (Giacobino, 2005). Dans des habitats chauds et stables, le sex-ratio d'insectes dans ces zones est toujours stable selon (Scott, 2004). Au regard de ces faits, le sex-ratio des Neuroptères à Beza Mahafaly, au profit des femelles, pourrait donc attribuer, soit aux habitats instables, soit au fait que c'est la proportion naturelle de ces espèces. Des investigations supplémentaires seront nécessaires pour pouvoir se fixer sur ces hypothèses.

## **5 – Distribution horizontale et verticale des Myrmeleontidés**

Toutes les espèces de Myrmeleontidés rencontrées à Beza Mahafaly occupent la strate basse, notamment au niveau des espèces graminéennes. De ce fait, dans les champs de patate

douce où les graminées sont arrachées, très peu d'individus y sont rencontrés. Même constatation pour les clairières du fait qu'elles sont moins peuplées des herbacés, très arides, clairsemées et relativement dominées par du sol nus. *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens* se rencontrent dans les différents habitats à Beza Mahafaly : savanes, zones de cultures, forêt galerie. Par contre, les autres Myrmeleontidés se trouvent confinées chacune dans de type d'habitat moins diversifiés.

Dans les zones de cultures, la distribution horizontale de *Palpares pardaloides* et de *Cueta pallens* diffère. Les deux espèces sont moins abondantes dans les champs de patate douce que dans les champs de maïs et les champs abandonnés. De même, ces deux espèces demeurent moins abondantes dans les clairières et les champs d'oignons au niveau des savanes sèches et temporairement inondées. Pour les autres espèces de Myrmeleontidés, elles se distribuent préférentiellement, selon les espèces, dans des habitats tels que la forêt intermédiaire, la ceinture de la forêt et de la savane temporairement inondée.

A Madagascar, aucune publication n'existe pour les plantes préférentielles de chaque espèce des Myrmeleontidés. Néanmoins, en Afrique du Sud et au Mali, la variété des plantes fait partie des conditions à l'origine de l'abondance, des Myrmeleontidés (Mansell et Rasmus, 2002). La plupart de ces espèces se rencontre dans les prairies à graminées (Michel, 1999). Les plantes leurs servent de lieu de camouflage grâce au phénomène d'homotypie (cf. annexe XII). Il s'agit du fait que l'espèce choisit de se poser sur des plantes de couleurs similaires que son corps pour arriver à se camoufler d'avantage le jour. Ceci corrobore donc les observations faites à Beza Mahafaly où ces Neuroptères se trouvent souvent sur les pieds de graminées ayant le même couleur que leur corps.

## **6 – Climat et chronologie avec la distribution des Myrmeleontidés**

La température moyenne de l'année 2004 (26,2 °C) était plus chaude à Beza Mahafaly que celle de 2005 (24,8°). Par contre, l'année 2005 trouve une pluviométrie allant même jusqu'au double de celle de 2004 (800 mm contre 425 mm). A Beza Mahafaly, les espèces de Myrmeleontidés sont actives entre le mois de septembre et le mois de mai. Par contre, les larves de Myrmeleontidés restent actives durant toute l'année.

Cette précipitation plus importante en 2005 était due au passage de deux cyclones (Ernest et Felapi) dans la région de Beza Mahafaly au mois de janvier. Les Myrmeleontidés

sont actives, comme la plupart des insectes, pendant les mois les plus chauds et pluvieux. Cette période coïncide au mois de septembre à avril dans la région de BezaMahafaly. Les graminées, principaux supports des Neuroptères, en sont très abondantes, l'humidité relative est optimale, qui favorise l'abondance des autres insectes, proies potentielles. Concernant les larves, le fait qu'elles doivent passer quatre stades de transformation pour devenir imago explique en partie leur présence tout au long de l'année ; et leur développement est fortement influencée par l'abondance de nourriture (Griffiths, 1980).

Le climat de Beza Mahafaly est semi-aride, à hiver frais. L'humidité relative moyenne est de 60 %, atteignant la maximale aux mois de décembre, janvier et février (Ratsirarson, 2001). Le même cas se présente au Mali, les Palparinae (Myrmeleontidés) s'activent pendant la saison de pluie (mai à octobre) (Michel, 1999). Si la nourriture a été trouvée comme le principal facteur qui limite le taux de croissance des larves, les facteurs pédologiques influencent aussi sur la chronologie de développement des Myrmeleontidés (Simberloff *et al.*, 1978). La construction du piège est liée à l'humidité, à la texture, à l'illumination et à la température du sol. Le milieu devrait être sec et l'humidité optimale du sable devrait être 1,5 % pour de meilleurs résultats de construction des trous-pièges (Kitching, 1984). Si *Myrmeleon obscurus* cessait de construire ses trous-pièges en dessous de 10 °C et au-dessus de 42 °C (Youthed et Moran, 1969), les larves de *Myrmeleon crudelis* peuvent les construire à 40 °C bien que la plupart préfère avoir un plafond à 35 °C (Lucas, 1982). Ces informations corroborent les faits observés à Beza Mahafaly où les larves s'observent tout au long de l'année dans les zones sableuses.

## **V – 2. RECOMMANDATIONS**

### **1 – Valeurs biologiques des Neuroptères**

Tenant compte des informations ci-dessus, les Myrmeleontidés semblent être influencées par le climat, notamment la température et l'humidité. Corroborée par la modélisation faite par Mansell en 2002 sur la distribution de ce taxon en Afrique du Sud, le climat a été trouvé comme parmi les facteurs prépondérants. Grâce à ces faits, les Myrmeleontidés peuvent donc servir d'indicateurs biologiques à l'impact du changement climatique, au moins dans leur aire de répartition. Toutefois, étant donné la quantité et la

qualité des données exigées pour de telle approche, des efforts d'investigations sur les Myrmeleontidés à Madagascar doivent être entreprises.

En plus, connus comme parmi les proies de *Myotis keenii* (Buries *et al.*, 2008) et comme des auxiliaires directs de cultures, les Neuroptères occupent de rôles non négligeables dans l'écosystème. Par exemple, les Coccinellidés, les Syrphidés, les Neuroptères et les Hyménoptères parasitoïdes sont des ennemis des pucerons et peuvent ainsi limiter leur pullulation. En Australie, quelques espèces sont élevées pour la lutte biologique, elles sont salutaires comme prédateurs des parasites agricoles (New, 2002). Une telle propriété et bénéfice ne sont pas encore suffisamment exploités à Madagascar, en particulier pour la lutte biologique. Il serait alors impératif de mieux connaître la biologie des Neuroptères comme tant d'autres espèces potentielles pour cette lutte biologique.

## **2 – Beza Mahafaly et la conservation**

La savane et les zones de cultures sont des lieux importants et à ne pas négliger pour la continuité et la pérennité génétique des qui y sont inféodées. Le nombre d'espèce de Myrméléontidés à Beza Mahafaly est riche par rapport à d'autres régions comme celles de l'Afrique du Sud. Les larves qui sont sédentaires et les œufs des Neuroptères sont toujours les victimes pendant que les humains utilisent le feu à plusieurs reprises. Elles n'ont pas la moindre chance de s'échapper à chaque fois qu'il y a du feu de brousse. Par suite, le taux de mortalité des larves pourrait être très élevé, leurs habitats naturels sont détruits et le taux de la population diminue, voire jusqu'à l'extinction locale de l'espèce.

Le monde entier connaît que Madagascar est parmi les 34 zones hotspots. Il nous reste 10 % de la superficie des forêts originales pour sauver nos restes de vestiges à Madagascar (Mittermeier et Patricio, 2004). La superficie de la zone protégée est de 600 ha à Beza Mahafaly. D'habitude, quand on parle des aires protégées à Madagascar, il s'agit toujours des aires forestières. Suivant l'engagement actuel du pays depuis l'année 2003, l'extension des aires protégées sont en cours. Profitant cette augmentation de la superficie, nous suggérons aussi que des extensions et des conservations mixtes (forêt galerie, forêt sèche, savane) peuvent être établi dans la région de Beza Mahafaly pour former un réseau permanent privé de feu au profit de la biodiversité.

A part la conservation, des études des Myrmeleontidés s'avèrent d'être continuées. Si des résultats systématiques et biogéographiques ont été décrits à Beza Mahafaly, parallèlement, des questions intéressantes s'ajoutent au fur et mesure que la recherche a pris place ainsi que le temps d'investigation, plutôt sur terrain que dans le laboratoire. A savoir, l'identification des larves, les régimes alimentaires et l'endémicité dans toute l'île. Toutes ces questions nécessitent des études multidisciplinaires comparatives des Myrmeleontidés en parallèle avec celle de l'Afrique, non seulement pour une simple information locale mais, aussi vers une étude phylogénétique.

## VI – CONCLUSION

Au total, 12 espèces des Neuroptères ont été recensées dans la Région de Beza Mahafaly au cours de 143 jours et 268 nuits-pièges d'échantillonnage repartis entre la saison sèche et humide. Elles sont constituées par sept espèces des Myrmeleontidés, trois espèces des Ascalaphidés et deux espèces des Chrysopidés. Parmi eux, seule *Palpares pardaloides* est endémique de Madagascar. Les savanes et les zones des cultures (non protégées) ont une richesse spécifique plus élevée que celle des forêts galerie et sèche (protégées).

Morphologiquement, il y a dimorphisme sexuel chez *Palpares pardaloides* et *Cueta pallens*. Leurs mâles présentent un abdomen assez long par rapport à celui des femelles. L'abdomen visible chez le mâle au repos et les ailes qui le couvrent totalement chez les femelles au repos constituent un des moyens d'identification de sexe sur terrain pour ces deux espèces. Pour les restes d'espèces, vue la rareté et la ressemblance des individus trouvés, la présence ou non du dimorphisme sexuel nécessite un taux de rencontre assez élevé ainsi et des études des appareils génitaux, voire des investigations génétiques.

Les habitats préférentiels des Myrmeleontidés se trouvent dans les milieux ouverts non ombragés sauf pour *Myrmeleon validus* et *M. obscurus* (dans la forêt galerie). Les plantes herbacées constituent leurs supports dont ils y pratiquent le camouflage par phénomène d'homotypie. Ainsi, les Myrmeleontidés se distribuent dans la strate herbacée et peuvent servir d'espèces indicatrices des milieux défrichés et dégradés qui se caractérisent par l'envahissement des graminées à Beza Mahafaly.

Les inventaires faits en deux saisons différentes ont permis de savoir que la métamorphose des Myrmeleontidés ne se manifeste pas pendant la saison sèche (de juin à août pour Beza Mahafaly). L'apparition de la forme imago commence juste après les premières pluies et le maximum de nombre d'espèce trouvé se situe pendant la période chaude et pluvieuse.

Une des difficultés de la présente étude repose sur le manque d'information sur les Neuroptères à Madagascar. Des comparaisons avec des recherches entreprises sur ce taxon ailleurs a été entreprise pour pouvoir statuer ne serait-ce que sur la diversité à Beza Mahafaly. Malgré la taille diamétralement opposée de l'Afrique du Sud et de Beza Mahafaly, qui ne fait

que 600 ha, la richesse spécifique atteint un niveau non négligeable. Grâce à cette comparaison, ce taxon encore mal connu à Madagascar a été trouvé en Afrique du Sud comme indicateur biologique potentiel de l'impact du changement climatique. Les résultats à Beza Mahafaly tendent vers cette tendance. Les Neuroptères pourraient alors occuper, non seulement une place dans le courant actuel du changement climatique, mais aussi dans la lutte biologique contre les ravageurs potentiels des cultures. Toutefois, l'insuffisance des connaissances actuelles à Madagascar sur ce groupe nécessite des investigations plus élargies, à la fois sur les thèmes de recherches que sur les zones à explorer.

## Références bibliographiques

Arnett, Jr. et Ross, H. 1985. *American Insects : A handbook of the insects of America north of Mexico*. Van Nostrand Reinhold Co publishing, New York. pp. 250 – 260.

Aspöck, H., Aspöck, U. et Hölzel, H. 1980. *Die Neuropteren Europas*. Goecke and Evers, Krefeld publishing, West Germany. pp. 495 – 355.

Borror, D. J., Triplehorn, C. A. et Johnson, N. F. 1992. *An introduction to the study of insects*. Saunders college publishing. 875 p.

Boyd, R. et Silk, J. B. 2004. L'aventure humaine des molécules à la culture. In Scott, C. ed., *Sélection naturelle et comportement*. Edition De Boeck Université, B – 1000 Bruxelles. pp. 68 – 72.

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. M. et Laake, J. L. 1993. *Distance sampling, estimating abundance of biological population*. Oxford University press. 446 p.

Buries, D. W., Brigham, R. M., Ring, R. A. et Reimchen, T. E. 2008. Diet of two insectivorous bats, *Myotis lucifugus* and *Myotis keenii*, in relation to arthropod abundance un a temperate Pacific Northwest rainforest environment. *Canadian journal of zoology*, 12 : 1367 – 1375.

Dajoz, R. 1975. *Précis d'écologie*. 3<sup>e</sup> édition. Série Bordas, Paris. 550 p.

Donque, G. 1975. *Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar*. Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer, Tananarive. 478 p.

Eboroke, S., Ratsirarson, J., Rakotomanga, P., Durbin, J. et Fandrora, E. 1996. Document du projet Beza Mahafaly. ESSA – Forêts, Université d'Antananarivo. 24 p.

Gaston, K. J. 1991. Estimates of the near-imponderable : A reply to Erwin. *Conservation Biology*, 5 : 564 – 66.

Gautier, L., Chatelain, C. et Spichiger, R. 1994. Presentation of a relevé method for vegetation studies based on fine-scale satellite imagery. In Seyani, J. H., Chikuni, A. C. eds., *XIII<sup>th</sup> Plenary Meeting AETFAT, Malawi*, 2: 1339-1350.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75 : 1-34.

Gepp, J. et Hölzel, H. 1996. *Ameisenlöwen und Ameisenjungfern (Myrmeleonidae)*. Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg. 108 p.

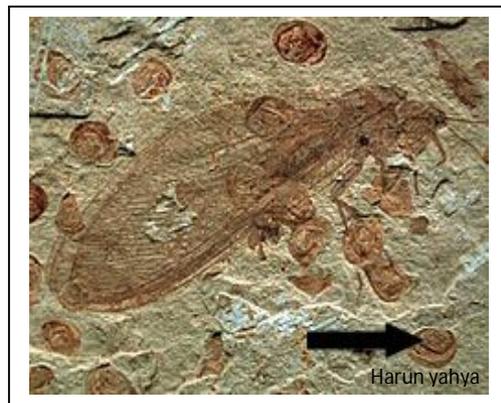
Giacobino, A. P. 2005. Fille ou garçon : qui décide ? *Revue médicale, Suisse*. 44 p.

Griffiths, D. 1980. The feeding biology of ant-lion larvae : growth and survival in *Morter obscurus*. Zoology department, University of Dar es Salam, Tanzania. *Journal of Animal ecology*, 34 : 364 – 370.

- Grzimek, H. C. 1979. *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. Van Nostrand Reinhold Co publishing, New York. 224 p.
- Harun, Y. 2009. Comment les fossiles ont renversé l'évolution. Yahya international publication, France. pp. 3 – 16.
- Henkel, F. W. et Schmidt, W. 2000. *Amphibiens and Reptiles of Madagascar*. Krieger Publishing Company, Malabar, Floride. 316 p.
- Hiam, E. H., Zalat, S. et GadAllah, S. 2000. Cladistic analysis of the antlions (Family : Myrmeleontidae) of Egypt. *Egyptian journal of Biology*, 2 : 85 – 96.
- Irwin, M. E., Schlinger, E. I. et Thompson, F. C. 2003. Diptera, true flies. In Goodman, S. M. et Benstead, P. J. eds., *The natural history of Madagascar*. The University of Chicago press. pp. 692 – 693.
- Kitching, R. L. 1984. Some biological and physical determinants of pit size in larvae of *Myrmeleon pictifrons* (Neuroptera – Myrmeleontidae). *Journal of the Australian Entomological Society*, 23 : 179 – 184.
- Lucas, J. 1982. The biophysics of pit construction by ant-lion larvae (*Myrmeleon*, Neuroptera). The association for Tropical Biology & Conservation. *Animal behavior*, 30 : 651 – 664.
- Mansell, M. W. 1988. The pitfall trap of the Australian Antlion (Neuroptera : Myrmeleontidae). *Australian journal zoology*. pp. 351 – 356.
- Mansell, M. W. et Erasmus, B. F. N. 2002. Southern African biomes and the evolution of Palparini (Neuroptera : Myrmeleontidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. pp. 175 – 184.
- Mansell, M. W. 1974. Family Myrmeleontidae. In Coaton, W. G. H. ed., *Status of the taxonomy of the Hexapoda of southern Africa*. *Entomology Memoirs, Department of Agricultural Technical Services, Republic of South Africa*, 38 : 80 – 81.
- Mansell, M. W. et Freitag, S. 1997. The distribution and protection status of selected antlion species (Neuroptera : Myrmeleontidae) in South Africa. *African Entomology*, 5 : 205-216.
- May, R. M. 1990. How many species ? *Philosophical Transactions of the royal Society London B*, 330 : 293 – 304.
- McFarland, N. 1968. Cover picture and note. *Friends of South Australian museum (Newsletter)*, 7 : 1 – 2.
- Meesmer, N. et Rakotomalaza, P. J. 1999. Etude de structure et de la composition floristique de la végétation de la Réserve Spéciale du pic d'Ivohibe et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra. In Goodman, S. M. et Rasolonandrasana, B. P. N. eds., *Inventaire biologique de la Réserve Spéciale du pic d'Ivohibe et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra*. *Recherche pour le développement, Série sciences biologiques*, 15 : 1-181.

- Meyer, J. R. 2005. *NEUROPTERA (Lacewings / Antlions / Dobsonflies / Alderflies / Snakeflies)*. Department of entomology publishing. NC state university. pp. 1 – 7.
- Michel, B. 1999. Biodiversité et écologie des Palparinae du sud de Mali (Neuroptera, Myrmeleontidae). *Bulletin de la société entomologique de France*, 104 : 45 – 52.
- Mittermeier, R. A. et Patricio, R. G. 2004. *Hotspots revisited*. Cemex, Mexico. 390 p.
- Nadama. 2006. Influence de trois modes de gestion des sols sur le profil de la macrofaune du sol en parcelles cotonnières paysannes au nord Cameroun. Mémoire d'ingénieur : Département de protection des végétaux. Université de Dschang. 41 p.
- New, T. R. 1986. A review of the biology of Neuroptera Planipennia. *Neuroptera International supplemental series*, 1 : 25 – 34.
- New, T. R. 2002. Prospects for extending the use of Australian lacewings in biological control. *Acta Zoologica Scientiarum Hungaricdae*, 48 : 209 – 216.
- Odegaard, F. 2000. How many species of arthropods ? Erwin's estimate revised. *Biological journal of the Linnean Society*, 71 : 97 – 583.
- Penny, N. D. et Oswald, J. D. 1991. Genus-group Names of the Neuroptera, Megaloptera and Raphidioptera of the World. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 147: 1 - 94.
- Penny, N. D., Adams, P. A. et Stange, L. A. 1997. Species Catalog of the Neuroptera, Megaloptera and Raphidioptera of America North of Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 50 (4) : 39 – 114.
- Penny, N. D. 2003. Neuroptera, Lacewings. In Goodman, S. M. et Benstead, P. J. eds., *The natural history of Madagascar*. The University of Chicago press. pp. 663 – 668.
- Prost, A. 1995. Révision des Palparinae d'Afrique de l'Ouest (Neuroptera, Myrmeleontidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 100 : 79 – 107.
- Rajoelison, L. G. 1992. Etude sylvicole de la forêt tropicale humide Malagasy. Exemple de la forêt littorale exploitée de Tampolo (Fenoarivo-Atsinanana), côte-est de Madagascar. *Recherche pour le développement, Série sciences biologiques*, 4 : 1 - 138.
- Ralambonirainy, R. J. 1996. Etude de l'évolution de l'occupation du sol dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly et ses zones périphériques en vue d'aménagement. Mémoire d'ingénieur : Département des Eaux et forêts. ESSA, Université d'Antananarivo. 69 p.
- Raselimanana, A. 1998. La diversité de la faune de reptiles et d'amphibiens. In Rakotondravony, D. et Goodman, S. M. eds., Inventaire biologique forêt d'Andranomay, Anjozorobe. *Recherche pour le développement, Série sciences biologiques*, 13 : 43 – 59.

- Ratsirarson, J. 2001. Beza Mahafaly : Ecologie et réalités socio-économiques. *Recherche pour le développement, Série sciences biologiques*, 18 : 1 – 104.
- Riek, E. F. 1976. The family Stilbopteryginae (Neuroptera) in Australia. *Journal Australian entomological society*, 15 : 297 – 302.
- Rollet, B. 1969. Etudes quantitative d'une forêt dense humide sempervirentes de plaine de la Guyane vénézuélienne. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences, Toulouse. 473 p.
- Scudder, G. G. E. et Cannings, R. A. 2007. The Lepidoptera families and associated orders of British Columbia. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 130 : 16 – 100.
- Simberloff, D., King, L. P., Dillon, S., Lowrie, D., Lorence et Schilling, E. 1978. Holes in the doughnut theory : the dispersion of ant-lion. *Journal Brenesia entomological society*, 14 : 13 – 46.
- Spiegel, M. R. 2002. *Statistique*. EdiScience. pp. 55 – 126.
- Stange, L. A. 2004. Catalog of world Antlions. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 74 : 1 – 565.
- Tillyard, R. J. 1926. *Insectes de l'Australie et de la Nouvelle Zélande*. Pression d'Université de Melbourne. Division de l'entomologie, Ltd, Sydney. 323 p.
- Werner, Y. L. 1995. Some unusual accident herpetological finds from Cyprus and Lebanon, including a new *Ptyodactylus*. *Biologia gallo-hellenica*, 22 : 67 – 76.
- Yasseri, A. M. et Parzefall, J. 1996. Life cycle and reproductive behaviour of the antlion *Euroleon nostras* (Geoffroy, 1785) in northern Germany (Insecta: Neuroptera: Myrmeleontidae). In Canard, M., Aspöck, H. et Mansell, M. W. eds., *Pure and Applied Research in Neuropterology. Proceeding of Fifth International Symposium on Neuropterology. Cairo Egypt, 1994*. Pp. 269 – 288.
- Youthed, G. J. et Moran, V. C. 1969. The lunar-day activity rhythm of Myrmeleontids larvae. *Journal of insect Physiology*. Rhodes University, Grahamstown, South Africa, 7 : 1259 – 1271.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 130 p.

**Annexes :****Annexe I : Fossiles de Neuroptères, vieux de 65 à 146 millions d'années (Harun, 2009).****Annexe II : Données météorologiques de la région de Betioky Sud.**

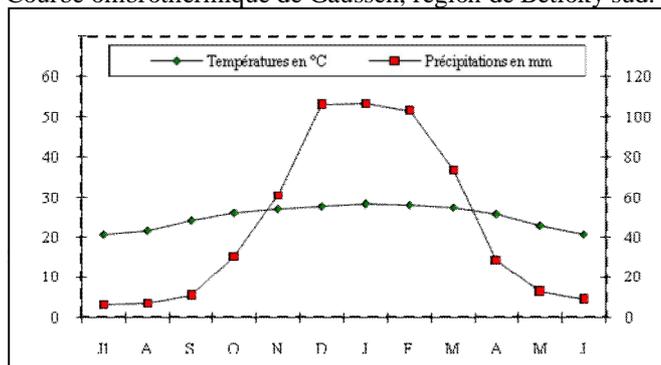
Température moyenne mensuelle et annuelle, de 1961 à 1990. (Source : Centre antiacridien de Betioky Sud).

Mois	Janv	fevr	Mars	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
<i>T min (°C)</i>	21.7	21.5	20.6	18.9	15.3	12.9	12.9	13.5	15.4	17.8	19.6	21.0	<b>17.5</b>
<i>T max (°C)</i>	34.6	34.4	34.1	32.6	30.4	28.5	28.5	30.0	32.7	34.5	34.7	34.6	<b>32.4</b>
<i>T. moy.</i>	28.2	28.0	27.3	25.8	22.8	20.7	20.7	21.7	24.1	26.2	27.1	27.8	<b>25</b>

Précipitations moyenne mensuelle et annuelle, de 1961 à 1990 (Source : Centre antiacridien de Betioky Sud).

Mois	Janv	fev	Mars	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
<i>Norm</i>	168.6	128.4	74.1	28.6	12.4	8.6	6.1	6.9	10.4	30.5	61.3	160.1	<b>679</b>
<i>Nb de jours</i>	10.0	9.1	5.3	3.4	2.0	1.8	1.3	0.9	1.7	3.7	5.8	10.0	<b>55</b>
<i>Max de 24h</i>	97.8	112.2	120.8	80.9	28.7	25.3	44	68.5	26	37.1	90.6	108.6	
<i>Date de max</i>	14/71	8/86	13/67	3/63	22/66	2/78	20/73	1/64	6/89	20/86	23/85	29/80	

Courbe ombrothermique de Gausсен, région de Betioky sud.



### Annexe III : Données météorologiques de la région de Beza Mahafaly.

Températures moyennes mensuelles et annuelles, année 2004. (Source : Volet recherche de Beza Mahafaly).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
<b>T. min</b>	22	21	21	20	13	13	12	12	16	16	21	22	<b>17</b>
<b>T. Max</b>	39	37	35	38	32	30	31	34	34	36	39	37	<b>35</b>
<b>T. Moy.</b>	30,35	28,93	27,6	28,88	22,35	21,48	21,08	22,71	24,98	26,24	30,15	29,29	<b>26,2</b>

Températures moyennes mensuelles et annuelles, année 2005. (Source : Volet recherche de Beza Mahafaly).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
<b>T. min</b>	23,58	22,61	21	19,43	14,48	10,63	8,87	10,58	15,33	17,62	21,40	22,02	<b>17,26</b>
<b>T. Max</b>	36,90	30,24	35,61	32,60	33,32	30,03	8,93	31,58	35,06	37,81	38,55	38,27	<b>34,49</b>
<b>T. Moy.</b>	30,24	26,42	28,30	26,01	23,90	20,33	8,90	21,08	25,19	27,71	29,97	30,14	<b>24,85</b>

Précipitations mensuelles et annuelles, années 2004 et 2005. (Source : Volet recherche de Beza Mahafaly).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
<b>P (mm) 2004</b>	84,1	55,2	61,8	0	0	8,4	0	0	0	22,2	11,6	181,8	<b>425,1</b>
<b>P (mm) 2005</b>	460,1	144,8	82,6	0	72,8	0	17,9	0	3,4	22	0	0	<b>800,2</b>

### Annexe IV : Fiche de relevé floristique dans les sites d'étude.

INVENTAIRE 2004											FLORE: <i>Plantes dominantes</i>	
Région: <i>BEZA MAHAFALY</i>												
Transect n° : <i>02</i>												
Habitat : <i>F. galerie</i>												
Position géogr.												
Placette n° : <i>08</i>	N°	Nom vernaculaire	Genre et espèce	Nombre d'individu	Densité relative (%)	Aire basale (cm <sup>2</sup> )	Dominance relative (%)	Fréquence absolue (%)	Fréquence relative (%)	IVI		
Long.												
Lat.												
Alt.												

IVI : indice de valeur impotente.

**Annexe V : Fiche d'inventaire d'insectes dans les sites d'étude.**

GPS				Méthodologie			Résultats				
Placette : 01				M. rech.	Surface	capt./	Code esp.	Nombre d'individu			D. hor D.perp.
Lat							sample	J1	J2	J3	
Long							Date	4/4/04	7/4/04	9/4/04	
Alt.	Altitude ; D hor : Distance horizontale ; D. perp. : Distance perpendiculaire ;						Code esp : Code espèce ;	9h.46	9h.27	9h.14	heure d : heure (débit).
				Fouil.syst	20mx20m	Main	a001	5	9	2	
				Fouil.syst	20mx20m	F. fauc	a005	1	0	3	2 : 9...
				Fouil.syst	20mx20m		a008	2	4	0	

**Annexe VI : Différents types d'habitats dans les sites d'étude.**

Site	Noms vernaculaires	Genres et espèces	Dr (%)	IVI (%)	Types d'habitat
Site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcelle I)	Kile	<i>Tamarindus indica</i>	61,9	24	A dominance de kile et Valiandro (Forêt galerie)
	Valiandro	<i>Quivisia the papinae</i>	12,4	9,5	
	Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	10,9	15	A dominance de Tainkafotse (Forêt intermédiaire)
	Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	24	9,4	
	Kile	<i>Tamarindus indica</i>	13,9	5,4	A dominance de Sasavy (A tendance xérophytique)
	Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	44	20,1	
	Katrafæ	<i>Cedrelopsis grevei</i>	2	6,9	
	Kile	<i>Tamarindus indica</i>	1,4	0,8	
Kotipoke	<i>Grewia grevei</i>	0,1	0,7		
Fantsilotse	<i>Alluaudia procera</i>	0,3	0,4		

Site	Noms vernaculaires	Genres et espèces	Dr (%)	IVI (%)	Types d'habitat
Site de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly (parcelle II)	Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	40,6	16,4	A dominance de Tainkafotse et Sasavy (Forêt intermédiaire)
	Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	8,8	11,7	
	Kile	<i>Tamarindus indica</i>	5,3	2	
	Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	33,1	14,7	A dominance de Taraby (A tendance xérophytique)
	Kapaipoty	<i>Gyrocarpus americanus</i>	17,3	9,8	
	Famata	<i>Euphorbia tirucali</i>	4,8	5,1	
	Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	0,1	0,1	
	Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	21,9	14,6	A dominance de taraby (Forêt xérophile)
Famata	<i>Euphorbia tirucali</i>	10,5	7,6		
Katrafæ	<i>Cedrelopsis grevei</i>	3,7	5,5		

Site	Plantes dominantes		
Site d'Antevamena	Champs de patate douce	Champs de maïs et manioc	Champs abandonnées
	Plants de Patate douce	Plants de maïs et de manioc	<i>Heteropogon contortus</i> <i>Panicum maximum</i>

Site	Plantes dominantes		
Site de Magnaso	Champs d'oignon	A dominance de Matsia	A dominance de Zozoro
	Plants d'oignon	<i>Echinochloa colonum</i>	<i>Cyperus</i> sp.

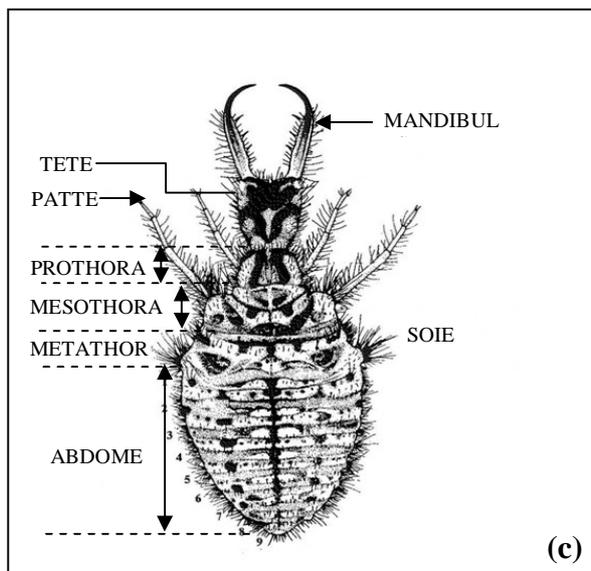
Site	Plantes dominantes		
Site d'Ampeha	Savane	Savane arbustive	Clairière
	<i>Heteropogon contortus</i>	<i>Heteropogon contortus</i>	<i>Dichrostachys humbrii</i> <i>Physena sessiliflora</i>

**Annexe VII : Classification de l'ordre des Neuroptères****ORDRE DES NEUROPTERES****- SOUS-ORDRE PLANIPPENIA**

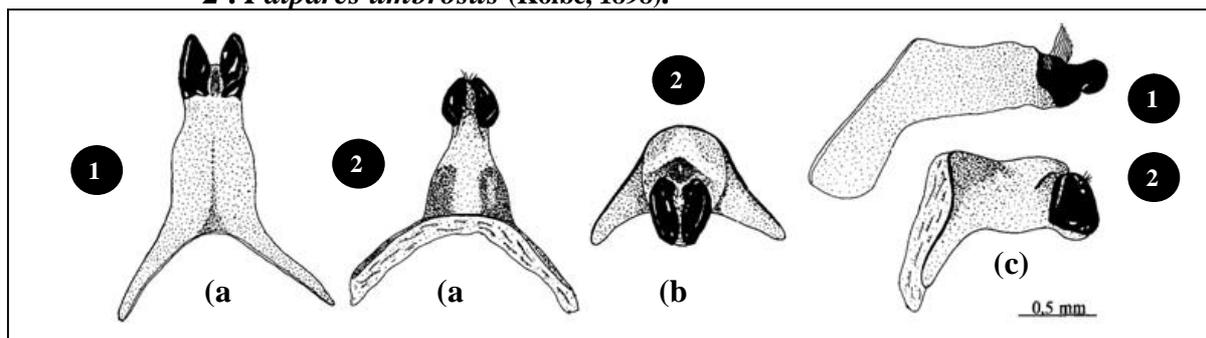
- **SUPER-FAMILLE** COMOPTERYGOIDEA
  - FAMILLE CONIOPTERYGIDAE (dusty wings)
- **SUPER-FAMILLE** ITHONOIDEA
  - FAMILLE ITHONIDAE (lacewings)
- **SUPER-FAMILLE** HEMEROBIOIDEA
  - FAMILLE MANTISPIDAE (Mantidflies)
  - FAMILLE HEMEROBIIDAE (Brown lacewings)
  - FAMILLE CHRYSOPIDAE (Green lacewings)
  - SOUS-FAMILLE DILARIDAE (Pleasing lacewings)
  - SOUS-FAMILLE BERTHOIDAE (Headed lacewings)
  - SOUS-FAMILLE POLYSTOECHOTIDAE (Giant lacewings)
- FAMILLE SYSIRIDAE (Spongillaflies)
- **SUPER-FAMILLE** MYRMELEONTIDEA
  - FAMILLE ASCALAPHIDAE (Owlflies).
  - FAMILLE MYRMELEONTIDAE (Antlions)

**SYSTEMATIQUE DES MYRMELEONTIDES****FAMILLE DES MYRMELEONTIDAE**

<b>Règne :</b>	Animal
<b>Embranchement :</b>	Arthropodes
<b>Sous-embranchement :</b>	Antennates
<b>Classe :</b>	Insectes
<b>Sous-classe :</b>	Pterygotes
<b>Ordre :</b>	Neuroptères
<b>Sous-ordre :</b>	Planipennia
<b>Super famille :</b>	Myrmeleontidea
<b>Famille :</b>	Myrmeleontidae

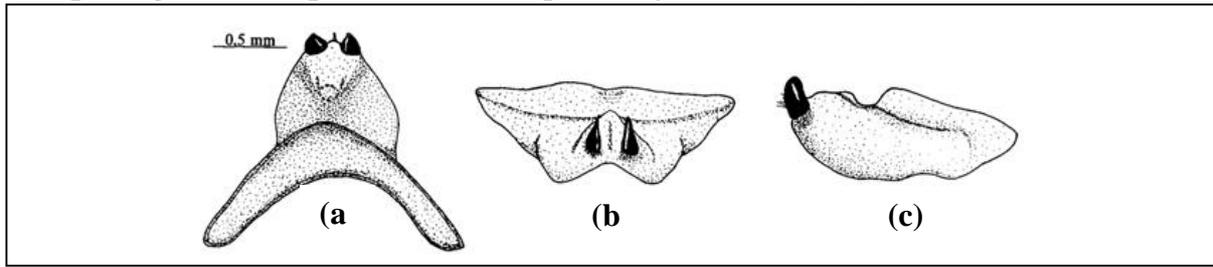
**Annexe VIII : Schéma d'une larve des Myrmeleontidés (Source : Norman Penny, CAS).**

**Annexe IX : Complexe gonarcus – paramères ; 1 : *Palpares obsoletus* (Gerstaecker, 1887)  
2 : *Palpares umbrosus* (Kolbe, 1898).**



a : vu de dessus ; b : vu postérieure ; c : vu latérale gauche.

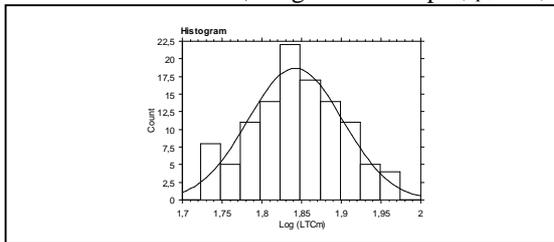
**Complexe gonarcus – paramères de *Palpares nigrescens* (Navas, 1914).**



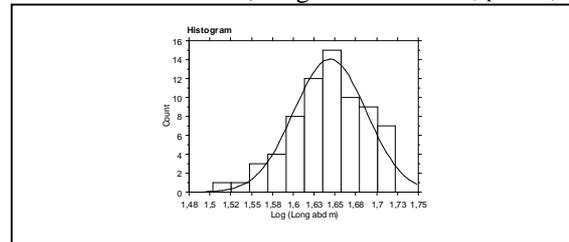
a : vu de dessus ; b : vu postérieure ; c : vu latérale droite.

**Annexe X : Transformation des variables (longueurs) par Logarithme Népérien**

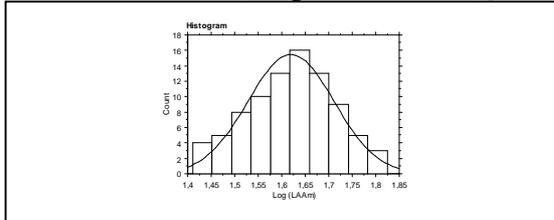
Courbe de distribution, longueur du corps (*Pp*, mâle)



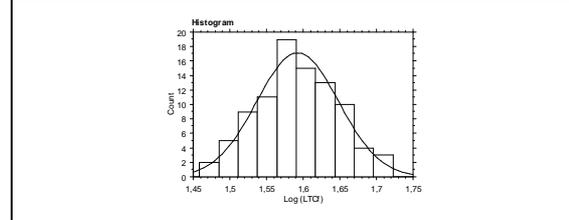
Courbe de distribution, longueur abdomen (*Pp*, mâle)



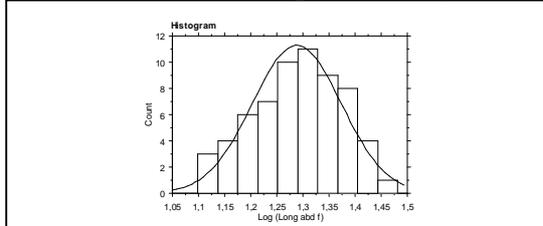
Courbe de distribution, longueur aile antér. (*Pp*, mâle)



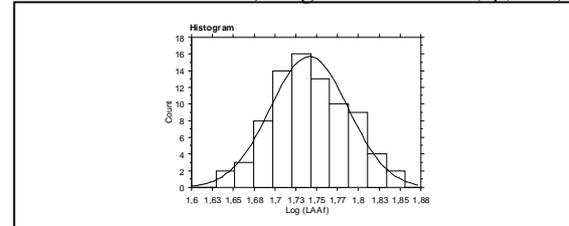
Courbe de distribution, longueur corps (*Pp*, femelle)



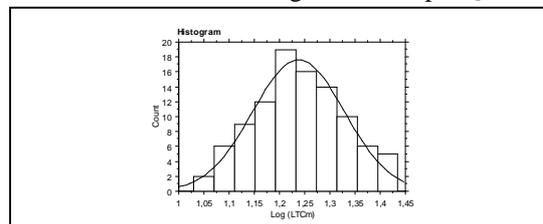
Courbe de distribution, long. abdomen (*Pp*, femelle)



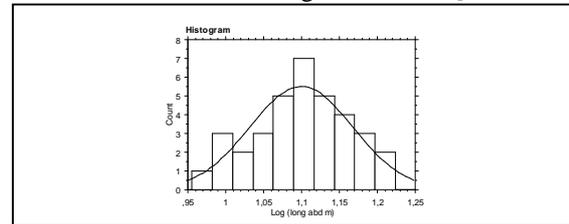
Courbe de distribution, longueur abdomen (*Cp*, mâle)



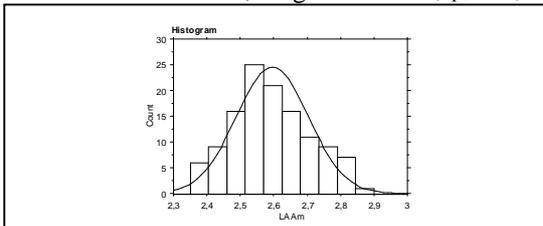
Courbe de distribution, longueur du corps (*Cp*, mâle)



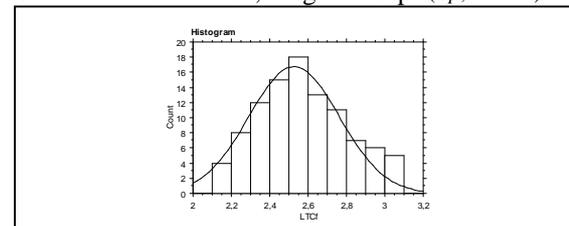
Courbe de distribution, long. aile antér. (*Pp*, femelle)



Courbe de distribution, long. aile antér. (*Cp*, mâle)



Courbe de distribution, long. du corps (*Cp*, femelle)



**Annexe XI : Famille des Ascalaphydés (a, b, c, d) et Chrysopidés (e).**

*Helicomitus festivus* (Rambur, 1842).



*Helicomitus festivus* (Rambur, 1842).



*Helicomitus* sp.



*Balamopterix locuplex* (Karsch, 1889).



Tête de *Helicomitus* sp.



Œil de *Helicomitus* sp.



*Nesochrysa* sp.



**Annexe XII : Système de camouflage des Myrmeleontidés par homotypie et homochromie**

*Syngenes dolichocercus* (Navas, 1914).

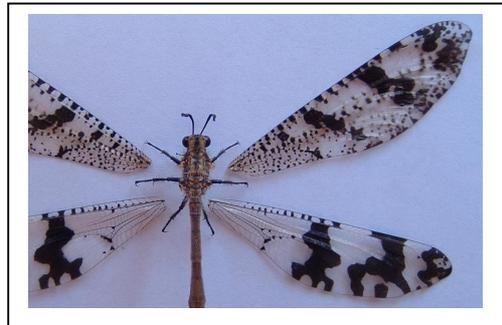


*Callistoleon erythrocephalus* (Leach, 1914).



**Annexe XIII : Ailes des *Palpares pardaloides***

*Palpares pardaloides* (Welle, 1907).



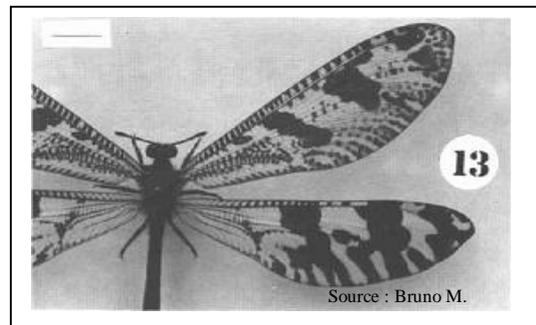
Aile antérieure, *Palpares pardaloides* ?



Aile postérieure, *Palpares pardaloides* ?



*Palpares umbrosus* (Kolbe, 1898).



Aile antérieure, *Palpares pardaloides* ?



Aile postérieure, *Palpares pardaloides* ?



**Annexe XIV : Typologie des sols dans les forêts ; Modes de cultures traditionnelles.**

Litières dans la forêt galerie.



Type de sol dans la forêt sèche.



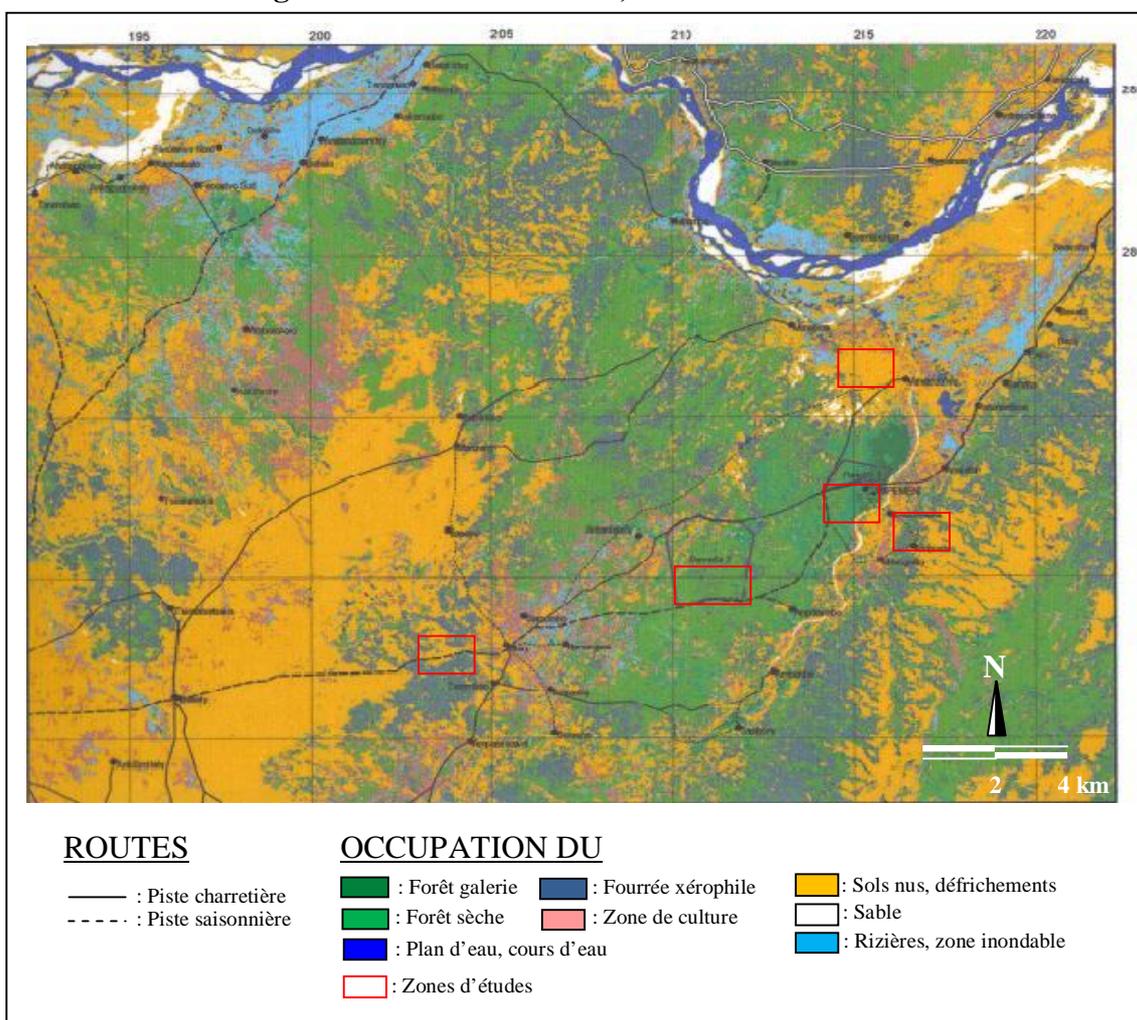
Nettoyage à feu.



Défrichement.



**Annexe XV : Occupation du sol dans la région Beza Mahafaly d'après la classification de l'image satellite Landsat ETM, avril 2002.**



**TITRE : Inventaire et étude morphologique des Myrmeleontidés (Insectes –Neuroptères)  
dans la région de Beza**

**Mahafaly, Madagascar.**

**RESUME**

La présente étude a été entreprise pour inventorier les espèces de Myrmeleontidés de cinq habitats (forêt galerie, forêt sèche, savane, savane temporairement inondée et zones de cultures) dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Trois méthodes d'inventaires ont été pratiquées : fouille systématique, piégeages par piège malaise et par piège lumineux. Pendant 143 jours et 268 nuits-pièges du 22 septembre 2004 au 11 juin 2005, trois familles de Neuroptères ont été recensées : Myrmeleontidés, Ascalaphidés et Chrysopidés. Au total, 12 espèces de Neuroptères ont été inventoriées dont les Myrmeleontidés sont au nombre de sept (7), les Ascalaphidés comptent trois (3) espèces et les Chrysopidés sont les dernières avec deux espèces (2). Seule, *Palpares pardaloides* est endémique de Madagascar. Par rapport aux efforts entrepris, les espèces recensées n'étaient pas abondantes dans l'ensemble des sites. L'affinité bioécologique de toutes ces espèces trouvées permet de dire que les milieux ouverts sont préférentiellement leurs habitats naturels. Dix (10) espèces, à l'exception de *Myrmeleon validus* et *M. obscurus* (dans la forêt galerie), ont été recensées dans les savanes les zones de cultures mais, toutes fréquentent la strate herbacée. Les Neuroptères ont une importance biologique (proies, prédateurs, agents bio-contrôles) non négligeable. Protéger les Myrmeleontidés nécessite surtout une protection des leurs habitats naturels contre la destruction sur brûlis. Une extension de la conservation doit concerner aussi les milieux ouverts tels que les savanes.

**Mots clés :** Beza Mahafaly, Insectes, Neuroptères, Myrmeleontidés, Inventaires.

**ABSTRACT :**

This study has been done to make an inventory of the different species of Myrmeleontidae in five different environments (gallery forest, dry forest, savanna, temporary flooded savanna and farming fields) in the special reserve of Beza Mahafaly. Three inventory methods have been applied : systematic excavation, malaise trapping, and luminous trap. After 143 days and 258 trap-nights of 22<sup>nd</sup> september 2004 to 11<sup>st</sup> june 2005, three families of Neuroptera (Myrmeleontidae, Chrysopidae and Ascalaphida have been found. In total, seven (7) species of Myrmeleontidae, three (3) species of Ascalaphidae and two (2) species of Chrysopidae, which only one is endemic from Madagascar (*Palpares pardaloides*), have been inventoried. Comparing to the undertaken efforts, species are not abundant in all the sites. Concerning bio-ecological affinity of the discovered species, the open areas are the natural environment of 10 species, except *Myrmeleon validus* and *M. obscurus* (gallery forest) but, all live in the herbaceous stratum. The Neuroptera are biologically important (preys, predators and bio-control agents) and can't be neglected. Protecting the Myrmeleontidae needs the protection of their natural environment at first, especially against the fire destruction. The protection and conservation biodiversity concern also the open surroundings, the open area like savanna.

**Keywords :** Beza Mahafaly, Insects, Neuroptera, Myrmeleontidae, Inventory.

**Encadreur :**

**Dr ANDRIANARIMISA Aristide**

**Impétrant :**

**Nom et Prénoms : RAZANAJAONARIVALONA**

Elysé Hugo

**Adresse :** Lot III Q 17<sup>ter</sup> Tsimbazaza, Antananarivo.

**Tél :** 0 33 09 233 51, e-mail : hugoelyra@yahoo.fr