



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'ENTOMOLOGIE



ETHOLOGIE DES FOURMIS EUTETRAMORIUM MOCQUERYSI (Emery, 1900)

HYMENOPTERA FORMICIDAE

EN LABORATOIRE



Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies d'ENTOMOLOGIE

Soutenu par :RAHARIMALALA Fara Nantenaina

Devant la commission de jury :

Président:

Pr RAZAFINDRASATA Fidimanana

Professeur titulaire

Rapporteur:

Dr RAVELOSON Lala Harivelo

Maître de conférences

Examineurs:

Pr RALISOA RANDRIANASOLO Bakoly O.

Professeur titulaire

Dr RAFARASOA Lala Sahondra

Maître de conférences

« Mais par la grâce de Dieu, je suis ce que je suis »

I Corinthiens 15 : 10

« Va vers la fourmi, paresseux ; regarde ses voies, et sois sage. Elle qui n'a ni chef, ni surveillant, ni gouverneur, elle prépare en été son pain, elle amasse pendant la moisson sa nourriture »

Proverbes 6 : 6-8

REMERCIEMENTS

Premièrement, je voudrais remercier le Docteur Brian FISHER, fondateur de la CAS (California Academy of Sciences) à Madagascar, de m'avoir proposé ce projet et de l'avoir supervisé. Son constant enthousiasme, son amitié et ses encouragements m'ont beaucoup aidé à faire face aux différents problèmes rencontrés.

Je remercie aussi le Professeur Christian Peeters, expert en éthologie du CNRS (Conseil National de Recherches Canada) de l'Université de Paris Nord, pour avoir encadré mon travail. Il a su orienter mes recherches aux bons moments tout en me laissant une grande autonomie. Il a toujours été motivé et enthousiaste dans les différentes étapes de ce travail et m'a également fourni le support scientifique et technique nécessaire.

Je remercie aussi le Responsable de California Academy of Science de Madagascar (C A S) sis à Tsimbazaza, Madame RAJEMISON Balsama, de m'avoir accepté comme stagiaire dans son équipe et pour sa générosité.

Mes remerciements s'adressent également au Docteur RAVELOSON Lala Harivelo, Chef du Département d'Entomologie de l'Université d'Antananarivo qui, en dépit de ses lourdes responsabilités professionnelles, a accepté de me guider dans ce travail.

Toute ma reconnaissance va au Professeur RAZAFINDRASATA Fidimanana, le Responsable des formations doctorales et du troisième cycle, pour me faire l'honneur de présider ce jury de mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies et pour m'avoir enseigné et formé en entomologie il y a plusieurs années de cela.

Le Professeur RALISOA RANDRIANASOLO Bakoly O., Professeur titulaire à l'Université d'Antananarivo, Département d'Entomologie, une des personnes

les plus exigeantes, mais qui a forgé mon caractère, a gentiment accepté d'être membre du jury de ce mémoire; je l'en remercie vivement.

Merci au Docteur RAFARASOA Lala Sahondra, Maître de conférences à l'Université d'Antananarivo, qui a eu la gentillesse de juger ce mémoire, outre les précieuses connaissances qu'elle m'a transmises depuis que j'ai choisi la voie de l'entomologie. Qu'elle soit assurée de ma profonde reconnaissance.

Grand merci à tous les enseignants et techniciens du Département d'Entomologie !

Merci à toute l'équipe du laboratoire et collègue de travail au C A S de Tsimbazaza. Merci Hanitra, Nicole, Bonnie, Valérie, Jean Jacques, Jean Claude, Koko, Heritiana, Chrislain, et Claver, vous avez toujours été là pour partager vos connaissances dans tous les domaines et pour me procurer une aide précieuse quand j'en ai eu besoin. J'en profite aussi pour remercier l'équipe des Diptera pour leur profonde amitié.

Je remercie particulièrement Bonnie pour m'avoir prêté son ordinateur pendant toute la durée de son séjour à Madagascar.

Je remercie Doria du fond du coeur pour son omniprésence, ses précieux conseils, sa capacité à me remonter le moral et ses encouragements.

Mes remerciements les plus profonds se portent vers ma mère et toute ma famille. Elles m'ont toujours encouragé à suivre mes désirs et mes instincts, à faire ce qui me plaît, même pour la concrétisation de mes rêves les plus absurdes. Elles n'ont jamais cherché à diriger mon avenir dans une autre direction que celle que j'ai choisie. C'est de loin le plus beau cadeau qu'on ait pu me faire. Elles ont sacrifié beaucoup pour me permettre d'en arriver là. Je leur en suis infiniment reconnaissante.

Je tiens à remercier tout ce qui, de près ou de loin, a contribué à la réalisation de ce mémoire.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

GLOSSAIRE

INTRODUCTION.....	1
Chapitre I- Matériels et Méthodes	3
1. SITE D'ETUDE:.....	3
2. MATERIELS:.....	6
2. 1 Matériel biologique:.....	6
2. 2 Matériels de récolte:.....	7
2.2.1 Collecte générale:.....	7
2.2.2 Les pièges malaises:.....	8
2.2.3 Les Winkler:.....	8
2.2.4 Yellow pan: ou assiettes jaunes:	10
2.2.5 Parapluie japonais:	10
2.3 Matériels d'élevage:.....	10
3. METHODES:.....	12
3.1 Collecte des fourmis:	12
3.1.1 Collecte à l'aide des parapluies japonais:	12
3.1.2 Echantillonnage des litières:	12
3.1.3 Les assiettes jaunes ou « yellow pan »:	13
3.1.4 Les pièges malaises:.....	13
3.1.5 Pour les collectes générales:	13
3.2 Elevage des colonies en laboratoire:.....	14
3.3 Méthode de dissection des fourmis:.....	15
Chapitre II- Résultats et Interprétations	17
1. Résultats des captures:	17

1.1	Nombre de descente sur terrain:	17
1.2	Nombre de colonies récoltées:	17
1.3	Identification des colonies récoltées:	18
2.	Etude des Comportements des Colonies:	19
2.1	Classement par caste et caractéristiques morphologiques et anatomiques de chaque caste:	19
2.1.1	Morphologie de la “reine”(dominante) et des ouvrières de <i>Eutetramorium mocquersyi</i> :	20
2.1.2	Morphologie du mâle:	29
2.1.3	Morphologie des couvains:	29
2.1.4	Anatomie de l’espèce étudiée:	32
2.1.4.1	Le système digestif de la fourmi:	32
2.1.4.2	La glande à venin:	35
2.1.4.3	Tubes de Malpighi:	35
2.1.4.4	Le cœur:	35
2.1.4.5	Le cerveau:	36
2.1.4.6	La chaîne nerveuse:	37
2.1.4.7	Les trachées:	37
2.1.4.8	Le sac infra buccal:	37
2.1.5	Degré de pigmentation et âge des fourmis:	37
2.2	Comportements de chaque caste:	38
2.2.1	Comportements de reproduction:	38
2.2.1.1	Structure reproductive des colonies:	38
2.2.1.2	Les individus reproducteurs:	38
2.2.1.3	Potentiel reproducteur des ouvrières:	40
2.2.1.4	Morphologie ovarienne de l’intermorphe et des ouvrières dominées:	40
2.2.2	Comportement de changement de ‘reine’ ou remplacement de la dominante:	41
2.2.2.1	Expérience d’isolement:	41
2.2.2.2	Observation des comportements des ouvrières:	42

2.3 Comportements de communication des fourmis:	42
2.3.1 La communication sonore:.....	43
2.3.2 La communication tactile:.....	44
2.3.3 La communication visuelle:.....	44
2.3.4 La communication chimique:	45
2.4 Comportements d'alimentation des fourmis:.....	46
2.4.1 Comportement d'alimentation de la "reine":.....	46
2.4.2 Comportement d'alimentation des ouvrières:.....	46
2.4.3 Comportement d'alimentation des couvains:.....	47
2.4.4 Comportement d'alimentation des mâles:	48
5 Comportement de division de travail:.....	49
2.5.1 Les facteurs internes:	49
2.5.2 Les facteurs externes:.....	50
2.5.2.1 Changements rapides d'activités:	50
2.5.2.2 De l'individualisme au travail d'équipe:.....	52
2.6 Comportement de combat:.....	53
Chapitre III- Discussions	52
CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'AVENIR.....	54
RESUME	
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du site d'étude (Photo Internet).....	4
Figure 2: Situation géographique du Parc National de Marojejy (Photo : ANGAP).....	5
Figure 3: Matériels de collecte générale : (1-machette, 2-putters, 3-yellow-pan, 4- passoires, 5-tamis) –Photo : Auteur	7
Figure 4: Piège malaise- (Photo : B. FISHER).....	8
Figure 5: Maxi-Winkler- (Photo: B. FISHER)	9
Figure 6: Matériels d'élevage : (1-thermomètre, 2-formicarium, 3-pissette, 4-fluoron, 5- pinceau, 6-pipettes à poire, 7-pinces entomologiques, 8-ciseaux, 9-tube à essai,	10
Figure 7: Formicarium (1- Espace libre autour du nid, 2-fourmis à l'intérieur du nid, 3- Plaque de verre, 4- Coton imbibé d'eau, 5- Code, 6- Trou d'entrée des fourmis, 7- Portions de vers de farine)- Photo :Auteur	11
Figure 8: Oeil composé des fourmis-.....	18
Figure 9 : Dessin d'une patte antérieure (P1) de <i>Eutetramorium mocquerysi</i>	26
Figure 10: "Organe de toilette" tibio-tarsal de l'antenne sur les P1 (photo M. Verolet)...	26
Figure 11: Morphologie d'une dominante et d'une ouvrière de l'espèce <i>E. mocquerysi</i> . – (Photo : B. FISHER).....	28
Figure 12: Morphologie d'une puppe d'ouvrière-	30
Figure 13: anatomie de La larve de <i>E. mocquerysi</i>	31
Figure 14: Œufs de <i>E. mocquerysi</i>	31
Figure 15: Les différents stades larvaires de <i>E. mocquerysi</i>	32
Figure 16: Schéma de l'appareil digestif des fourmis et des différentes glandes- (Photo : Auteur)	34
Figure 17: Schéma de la glande à venin (Photo : Auteur).....	35
Figure 18: Schéma du cerveau de la fourmi (Photo : Internet).....	36
Figure 19: Différents types d'ovarioles des castes d' <i>E.mocquerysi</i> . (1-ovarioles d'une simple ouvrière âgée, 2-ovarioles d'une jeune ouvrière à haut rang, 3-ovarioles d'une dominante, 4-ovarioles d'une simple ouvrière) – (Photo A. BASTIEN)	40
Figure 20: Déménagement des ouvrières en dérangement (Photo : Brian Fisher, 2004) .	52

GLOSSAIRE

Adaptation

(: adaptation) Caractéristique morphologique, anatomique ou comportementale conférant à certains individus un succès reproductif supérieur à celui des autres membres d'une population; ce caractère se reprendra dans la population par sélection naturelle.

(d'après Aron et Passera, 2000).

Aptère

(: apterous) Ne possédant pas d'aile.

(d'après Gullan et Cranston, 1999)

Abdomen : Pétiole, post pétiole et gaster.

Caste

(: caste) Groupe d'individus morphologiquement différenciés et/ou spécialisés dans une activité particulière.

(d'après Aron et Passera, 2000)

Colonie

(: colony) Groupement d'organismes étroitement associés soit par une union physique, soit en une division en unités spécialisées de zoïdes, soit par les deux.

(d'après Aron et Passera, 2000).

Contrôle de la reine / gyne

(: queen control) Influence inhibitrice de la reine (gyne) sur les activités reproductrices des ouvrières et autres gynes.

(d'après Wilson et Holldöbler, 1990)

Coopération

(: cooperation) Interaction au sein d'une population animale procurant des bénéfices à chacun des individus.

(d'après Aron et Passera, 2000)

Couvain (brood)

(: brood) Ensemble des formes immatures rencontrées chez les insectes sociaux; le couvain comprend donc les oeufs, les larves et les nymphes qu'elles soient nues ou protégées par un cocon.

(d'après Aron et Passera, 2000)

Éclosion

(: eclosion) Émergence de l'adulte (imago) à partir de la nymphe, moins communément, par la déchirure de l'oeuf.

(d'après Wilson et Holldöbler, 1990)

Endémique (espèce)

(: endemic) Espèce native d'une région et restreinte à cette région géographique.

(d'après Agosti et al., 2000)

Ergatoïde

(: ergatoid) Reine de plusieurs espèces de fourmis ayant perdu leurs ailes au cours de l'évolution et devenues aptères de manière permanente; les reines ergatoïdes ressemblent aux ouvrières par suite de la disparition des muscles alaires, ce qui entraîne une simplification des sclérites thoraciques, mais elles conservent intactes leurs facultés reproductrices.

(d'après Aron et Passera, 2000)

Gamergate

(: gamergate) Les reines de certaines espèces de fourmis appartenant à la sous-famille des Ponerinae ont disparu; la reproduction est alors assurée par des ouvrières pourvues d'une spermathèque (voir définition) et donc capable de s'accoupler. Les gamergates accèdent à la reproduction sexuée et remplacent les reines absentes. Exemple: chez

Harpegnathos saltator

(d'après Aron et Passera, 2000)

Gaster : abdomen des formis sans pétiole et post pétiole.

Glande de Dufour

(: Dufour's gland) Chez les Hyménoptères aculéates, sac s'ouvrant sur le conduit à poison près de l'aiguillon. Site de production de phéromones et de composés pour le venin.

(d'après Gullan et Cranston, 1999)

Jabot social

(: social stomach) Premier segment de l'intestin, aussi appelé jabot, où la nourriture liquide peut être stockée et d'où elle peut passer aux congénères par régurgitation.

(d'après Wilson et Holldöbler, 1990)

Fluon

(: Fluon) Forme liquide du Teflon qui, lorsqu'il est étalé sur une surface verticale et qu'on le laisse sécher, forme une barrière glissante pour la plupart des insectes, incluant les fourmis.

(d'après Agosti et *al.*, 2000)

Fourmi

(: ant) Insecte appartenant à l'ordre des Hyménoptères et à la superfamille des Formicoidea.

(d'après Antbase.org)

Fourrager

(: forage) Action de rechercher et ramener de la nourriture.

(d'après Gullan et Cranston, 1999)

Haplodiploïdie

(: haplodiploidy) Mode de détermination du sexe par lequel les mâles sont haploïdes (c'est à dire issus d'oeufs non fertilisés) et les femelles diploïdes (issues d'oeufs fertilisés).

(d'après Aron et Passera, 2000)

Imago

(: imago) Insecte au stade adulte.

(d'après Gullan et Cranston, 1999)

Intermorphe

Individus possédant des caractères morphologiques propres aux reines (gynes) et aux ouvrières (ergates).

(d'après Passera, 1984)

Larve

(: larva) Stade immature qui est radicalement différent de l'adulte par sa forme; caractéristique des insectes holométaboles, incluant les Hyménoptères.

(d'après Hölldobler et Wilson, 1990)

Mesosoma : partie du corps de la fourmi comprise entre la tête et la pétiole

Nymphe

(: nymph) Généralement en entomologie, le jeune stade de n'importe quelle espèce d'insecte avec un développement hémimétabole. Chez les Hymenoptera, les larves sont différentes des imagos, ils sont à métamorphose complète : ce sont des holométaboles.

(d'après Hölldobler et Wilson, 1990)

Oeufs alimentaires (ou oeufs trophiques)

(🇬🇧: trophic egg) Produits par les ouvrières ou par la reine, ils sont non viables, donc incapables de se développer en un individu, et sont consommés par les membres de la colonie (adultes et larves).

(d'après Passera, 1984)

Oophagie

(🇬🇧: oophagy) Cannibalisme sur les oeufs, prédation par un membre de la colonie de ses propres oeufs ou de ceux pondus par un individu de la même colonie.

(d'après Hölldobler et Wilson, 1990)

Phéromone

(🇬🇧: pheromone) Substance chimique émise par un individu et perçue par un autre individu de la même espèce chez lequel elle modifie la physiologie et/ou le comportement.

- Phéromone d'amorçage: ou phéromone modificatrice (ou primer pheromone).
Phéromone induisant une modification physiologique différée chez le sujet récepteur.

- Phéromone de déclenchement: ou phéromone incitatrice (ou releaser pheromone).
Phéromone induisant une modification immédiate du comportement du sujet récepteur.

(d'après Aron et Passera, 2000)

Polyéthisme d'âge

(🇬🇧: age polyethism) Changement régulier du rôle effectué dans la colonie par un des membres en fonction de son âge.

(d'après Wilson et Holldöbler, 1990)

Polyéthisme ou division du travail

(🇬🇧: polyethism) Chez les insectes sociaux, fait référence à la spécialisation d'un individu ou d'un groupe d'individus dans une tâche particulière (ponte, nourrissage, récolte,...); on distingue classiquement un polyéthisme basé sur la morphologie des individus (polyéthisme de caste), sur leur âge (polyéthisme d'âge) ou encore sur des caractères génétiques (polyéthisme génétique).

(d'après Aron et Passera, 2000)

Reproducteurs

(:: reproductives) Mâles et femelles fertiles, incluant les gynes et les ouvrières pondeuses.

(d'après Hölldobler et Wilson, 1990)

Société

(:: society) Groupement d'individus appartenant à la même espèce et doués de coopération.

(d'après Aron et Passera, 2000)

Soins

(:: grooming) Nettoyage du corps des congénères (allogrooming) ou nettoyage de son propre corps en le "léchant", dans le cas de l'auto-nettoyage, et en l'essuyant avec les pattes.

(d'après Wilson et Holldöbler, 1990)

Spermathèque

(:: spermatheca) Réceptacle chez la femelle où le sperme du mâle (ou des mâles) y est déposé pendant l'accouplement.

(d'après Gullan et Cranston, 1999)

Tâche

(:: task) Ensemble de comportements qui doivent être exécutés pour réaliser un objectif, tel que repousser un envahisseur ou nourrir une larve.

(d'après Oster et Wilson, 1978).

Trophallaxie

(:: trophallaxis) Forgé à partir de *trophos*, nourriture et *laxis*, échanger par Wheeler en 1918. Sa définition actuelle est de Wilson (1971) et entend l'échange d'aliments liquides entre les membres de la société.

(d'après Passera, 1984)

Trophallaxie stomodéale

Trophallaxie qui se pratique de bouche à bouche, ex: chez les fourmis.

(d'après Passera, 1984)

INTRODUCTION

D'une capacité d'organisation hors du commun et un sens de la vie en communauté que même l'homme leur envie, les fourmis occupent un nombre record de niches écologiques. Il n'existe pas un kilomètre de terre ferme exempt de fourmis. La fourmi a su s'adapter à tous les prédateurs et à toutes les conditions climatiques : pluie, chaleur, sécheresse, froid, humidité, vent. Présents à tous les niveaux (aussi bien dans les steppes désertiques qu'aux confins du cercle polaire) il existe plus de 12.000 espèces de fourmis, ayant des aspects très variés.

L'intérêt des hommes pour la fourmi remonte à l'Antiquité. Les premiers auteurs ont été fascinés par leurs mœurs très proches de celles des hommes : une société bien organisée. C'est au naturaliste anglais Gould (18^e S) et au français de Réaumur (18^e S) que l'on doit les premières données scientifiques sur les fourmis (au XVIII^{ème} siècle). Elles deviennent le sujet d'études sérieuses et une science à part entière leur est consacrée : la Myrmécologie. Aujourd'hui, la Myrmécologie est toujours une partie très active de la biologie et des comportements des fourmis.

Que ce soit pour les combattre, les utiliser ou simplement les comprendre, par leur étonnante diversité et leur omniprésence dans notre environnement, les fourmis intéressent des secteurs d'activités aussi variés que les sciences de la vie, la littérature ou même l'économie.

La majorité des genres de fourmi vivent en société dans les fourmilières où se trouvent les reines fécondes et de nombreuses ouvrières. Le fonctionnement de la fourmilière se fonde alors sur le regroupement de différents types d'individus, dédiés à des tâches bien précises ; par exemple : la reine s'occupe uniquement de la reproduction, certaines ouvrières se chargent de la recherche de nourriture, d'autres de la protection de la colonie... Les sociétés de fourmis sont caractérisées par un antagonisme entre conflit et coopération entre les membres de la colonie. Au sein d'une colonie, les fourmis semblent toutes œuvrer dans le même sens et faire preuve d'un comportement social exceptionnel. En effet, chaque fourmi dans la colonie travaille dans le seul but d'y apporter le bien-être. Mais, il existe des cas exceptionnels où les reines ne se distinguent pas des ouvrières. Elles sont morphologiquement similaires. Reines et ouvrières sont aptères et presque toutes les femelles sont aptes à se reproduire. Cela engendre alors des

conflits. Pour accéder au rang de reproductrice, chaque fourmi doit se battre contre les autres. Ces conflits pour la reproduction peuvent être à l'origine de la mise en place de la dominance au sein de ces sociétés de fourmis, dites, " SANS REINES". (Liebig, Peeters et al. 2000).

Eutetramorium mocquerysi, objet de notre étude, appartient à ces genres de fourmi sans reine.

Très peu d'étude a été réalisée sur cet insecte. Bert Hölldobler et Gary Alpert (1999) ont fait des observations sur la reproduction, la répartition des tâches et l'organisation de la vie au sein d'une société de fourmis.

Appartenant aux rares genres de fourmis endémiques de Madagascar (Emery, 1900), *Eutetramorium mocquerysi* présente un intérêt d'étude très important puisqu'on ne peut les trouver que difficilement dans les forêts primaires. Or, actuellement, l'état de ces forêts est précaire. Des centaines d'hectares par an sont en voie de disparition dues aux feux de brousses et au déboisement massif. Cette espèce risque donc de disparaître avec ces forêts.

En outre, du fait de leur alimentation constituée de petits arthropodes (larves de Lépidoptères, criquets,...), de graines (L Passera, S Aron, 2005), ces fourmis tiennent une grande place dans la régulation de la biocénose de la forêt ; elles contribuent aussi à l'aération du sol par les nombreux creusements lors de la recherche de nourriture ou l'installation de leur nid à l'intérieur du sol.

L'objectif de cette étude est d'acquérir plus de connaissances sur *Eutetramorium mocquerysi* afin de pouvoir la préserver. Plus particulièrement, la morpho - anatomie des différentes castes et les différents comportements de reproduction, de changements de "reine, de nutrition, de division de travail et de défense seront abordés dans ce travail.

Chapitre I

MATERIELS ET METHODES

Chapitre I- Matériels et Méthodes

1. SITE D'ETUDE:

Des études réalisées antérieurement (J. Heinze, B. Holldober et G. Alpert, 1999) (G. Alpert et P Rabeson, non publiée) indiquent que *E. mocquerysi* se localise généralement dans les forêts humides, mais peut aussi se rencontrer dans les forêts sèches comme : Daraina (B. Fisher et al, 2003).

Les colonies que nous avons étudiées au laboratoire de CAS (California Academy of Sciences) de Madagascar, sis à Tsimbazaza, étaient récoltées dans le parc national de Marojejy. En effet, des prospections antérieures réalisées par l'équipe de la CAS ont révélé la présence de cette espèce dans cette forêt.

Le parc de Marojejy est un massif isolé, situé dans le nord-est de Madagascar entre les vallées d'Androranga au nord et du Lokoho au sud, à 54 km de l'Océan Indien et à 121 km de Tsaratanàna. L'altitude du pic le plus élevé est de 2137m.

Le massif est formé d'une forêt dense humide. Le parc de Marojejy se trouve dans une zone de forte pluviosité (3000mm). D'après M. Hubert (1948), la somme annuelle est supérieure à celles des stations environnantes : Sambava (2409mm), Antalaha (2196mm), Andapa (1858mm), Maroantsetra (2980mm) (service de la Météorologie d'Ampanomby).

La récolte des colonies d' *E. mocquerysi* a été faite à **775 m** d'altitude et se situe à 27,6 km au nord-est (35°) de la ville d'Andapa, sur la position géographique : 14°26.2'S , 49°45.6' E.



Figure 1: Localisation du site d'étude (Photo Internet)

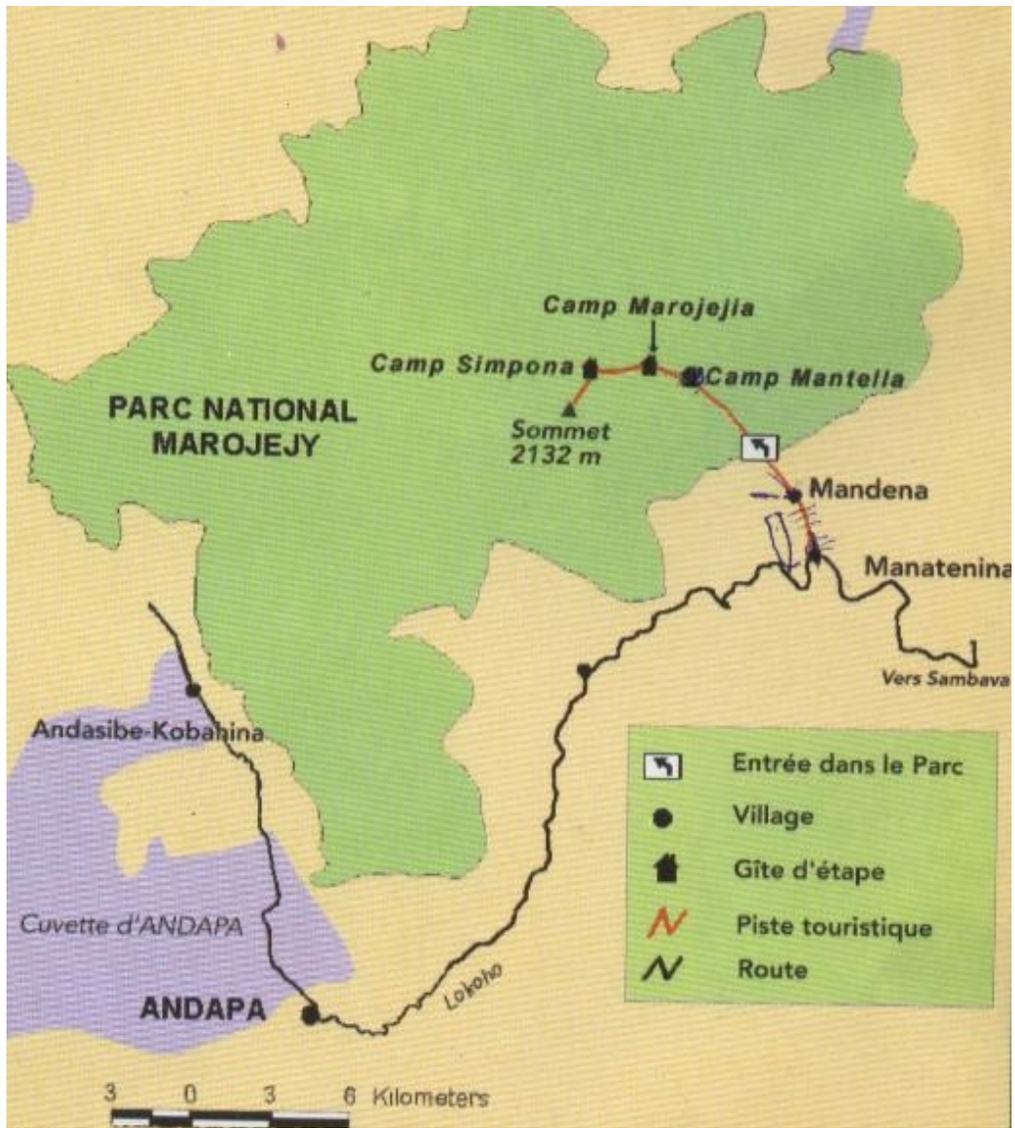


Figure 2: Situation géographique du Parc National de Marojejy (Photo : ANGAP)

2. MATERIELS:

2. 1 Matériel biologique:

Règne	:	Animal
Embranchement	:	Arthropodes
Super-ordre	:	Endoptérygotes
Ordre	:	Hyménoptères
Sous-ordre	:	Apocrites ou « Pétiolés »
Division	:	Aculéates ou « porte aiguillon »
Super-famille	:	Formicoïdea
Famille	:	Formicidae
Sous-famille	:	Myrmicinae ou « fourmi à deux nœuds »,
Genre	:	<i>Eutetramorium</i>
Espèce	:	<i>mocquerysi</i>

La famille des fourmis se divise en 15 sous-familles (Bolton, 1994), mais à Madagascar, 5 sous-familles seulement sont recensées actuellement : CERAPACHYINAE, DOLICHODERINAE, FORMICINAE, MYRMICINAE, PONERINAE et enfin PSEUDOMYRMICINAE (Brian Fisher, 2001). 46 genres sont inventoriés dont 4 sont endémiques : *Eutetramorium*, *Pilotrochus*, *Vitsika* et *Adetomyrma* ;

Trois espèces du genre *Eutetramorium* sont actuellement connues (*E. insularis*, *E. mocquerysi*, *E. monticellii*) mais notre étude est axée seulement sur *Eutetramorium mocquerysi* (Emery, 1900). C'est une fourmi endémique de Madagascar. Elle appartient à la sous-famille des Myrmicinae qui se caractérisent par la présence de deux pétiolés (cf .annexe 2).

Cette espèce est surtout caractérisée par une absence de distinction morphologique des femelles reproductives (reines) et des ouvrières. Pour les deux autres espèces de *Eutetramorium* connues, une reine bien différenciée existe.

Eutetramorium mocquerysi fabrique son nid dans des habitats appelés : « Rotten log ». Ce sont des arbres de grande taille, couchés au sol. Ces arbres ne sont pas complètement

pourris. La colonie vit à l'intérieur du bois, près de l'écorce. Pour la localiser, il faut ouvrir le bois par des coups de machettes vigoureux.

2. 2 Matériels de récolte:

2.2.1 Collecte générale:

- machettes : pour ouvrir les bois morts et les monticules de terres...
- putter ou aspirateur à bouche : pour aspirer les fourmis.
- Des piluliers à alcool 96° : pour conserver les fourmis mortes.
- Des boîtes en plastiques à couvercle : pour recueillir les fourmis vivantes.
- Des pinces molles : pour le prélèvement des fourmis.
- Des lampes frontales : pour localiser les fourmis nocturnes ou pour prospecter dans les endroits sombres.
- Des passoires



Figure 3: Matériels de collecte générale : (1-machette, 2-putters, 3-yellow-pan, 4-passoires, 5-tamis) –Photo : Auteur

2.2.2 Les pièges malaises:

Ils sont utilisés pour capturer les insectes volants.



Figure 4: Piège malaise- (Photo : B. FISHER)

2.2.3 Les Winkler:

Pour l'extraction des fourmis dans les litières.

- Machettes
- des petits râpeaux
- shifter ou tamis
- des sacs en tissus colorés
- des maxi-winkler
- des pochons en filet
- des verres en plastique à fond troué
- des « whirl-pak » ou des petits sachets en plastique pour contenir les fourmis dans de l'alcool à 96°.



Figure 5: Maxi-Winkler- (Photo: B. FISHER)

2.2.4 Yellow pan: ou assiettes jaunes:

Elles servent à capturer des microhyménoptères.

2.2.5 Parapluie japonais:

Il est utilisé pour recueillir les invertébrés sur les branches ou les feuillages d'arbustes après battage ou secouage de ces derniers.

2.3 Matériels d'élevage:

- Des boîtes en plastiques de dimension : 20 cm x 20 cm x 8,5 cm.
- Des plaques de verre.
- Des voiles, des élastiques pour couvrir les boîtes pour empêcher les fourmis de s'échapper.
- Nids artificiels : formicariums
- Plâtre de Paris : pour fabriquer le nid artificiel
- Un seau pour mélanger le plâtre et l'eau.

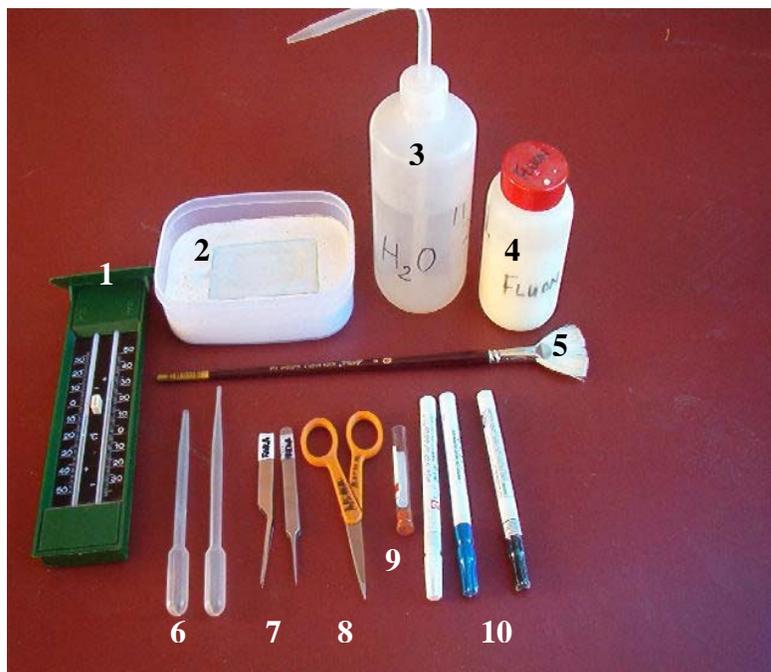


Figure 6: Matériels d'élevage : (1-thermomètre, 2-formicarium, 3-pissette, 4-fluoron, 5-pinceau, 6-pipettes à poire, 7-pincettes entomologiques, 8-ciseaux, 9-tube à essai, 10-marqueurs de fourmis) – (Photo : Auteur)

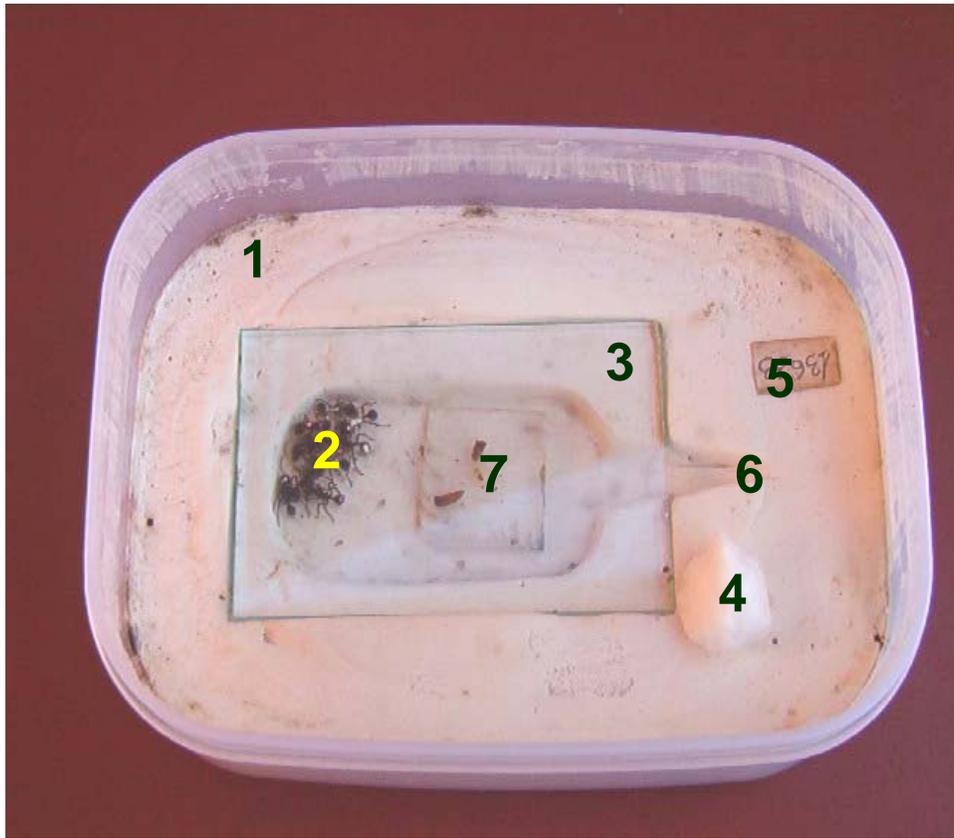


Figure 7: Formicarium (1- Espace libre autour du nid, 2-fourmis à l'intérieur du nid, 3-
Plaque de verre, 4- Coton imbibé d'eau, 5- Code, 6- Trou d'entrée des fourmis, 7-
Portions de vers de farine)- Photo :Auteur

3. METHODES:

3.1 Collecte des fourmis:

Différentes méthodes ont été utilisées pour la collecte des fourmis.

3.1.1 Collecte à l'aide des parapluies japonais:

Pour chaque site, on fait plusieurs transects de 10m de longueur. On choisit au hasard six arbres le long d'un transect. Chaque arbre est secoué à trois coups de bâtons. Les arthropodes qui tombent de l'arbre sont recueillis à l'aide du parapluie japonais et sont collectés à l'aide des aspirateurs à bouche ou à la main.

3.1.2 Echantillonnage des litières:

On fait 50 échantillonnages.

Des échantillons de litière d'une profondeur de 5cm sont prélevés tous les 5m le long d'un transect de 250m. On choisit de prendre la litière autour d'un arbre. Avant de passer au tamis, les litières sont hachées avec une machette pour casser les nids de fourmis dans les petites tiges et les bois pourris. On met la litière ainsi obtenue dans le tamis. Ce tamis comporte des grilles calibrées de 1cm.

A peu près deux litres de litières tamisées sont prises par prélèvement et mises dans un petit sac. Ces échantillons de litières sont ramenés au campement pour extraction. Les arthropodes dans les échantillons de litière sont extraits à l'aide d'une forme modifiée d'extracteur de Winkler : le maxi-winkler, pendant une période de 48 heures.

Extraction par les maxi-winkler :

On suspend les maxi-winkler sur un support. Puis, on met 4 pochons en filet à l'intérieur de chaque maxi-winkler. On ferme l'ouverture du haut à l'aide d'un cordon pour empêcher la fuite des fourmis.

Sur chaque maxi-winkler est suspendu un verre en plastique à fond troué et encapuchonné dans une cellophane appelé : « whirl-pak », contenant de l'alcool pour recueillir les fourmis et les autres arthropodes qui s'échappent des litières.

3.1.3 Les assiettes jaunes ou « yellow pan »:

La méthode d'échantillonnage qui utilise les assiettes jaunes consiste à mettre une assiette jaune tous les 5m de distance le long d'un chemin bien tracé.

Dans chaque assiette, on met de l'eau savonneuse. Cette solution est utilisée pour dégrader la chitine du tégument des arthropodes pour les empêcher de s'envoler après capture. On utilise 50 assiettes jaunes pour chaque site.

On utilise la couleur jaune car les insectes sont attirés par cette couleur.

3.1.4 Les pièges malaises:

Les pièges malaises sont des pièges pour la capture des arthropodes volants. On les met le long d'un chemin bien tracé. On utilise 4 malaises pour chaque site et ils sont mis à travers le chemin. Les insectes volants sont alors attirés par la couleur blanche de la toile de la piège et sont conduits vers un bocal contenant de l'alcool situé en haut de la piège.

3.1.5 Pour les collectes générales:

La collecte générale est définie comme toute capture autre que : le maxi-winkler, le parapluie japonais et les yellow pans. Y compris les recherches et les collectes systématiques dans les bois pourris, les rameaux morts et vivants, les végétations basses, sous les mousses et sous les pierres.

Puisque la méthode de collecte générale n'est pas standardisée, elle ne prête pas à des analyses statistiques fiables. Mais, elle reste quand même l'une des méthodes très efficaces pour avoir un aperçu de la composition d'espèces de fourmis dans un site donné.

Pour toutes les captures, chaque caste est récoltée (reine, si elle existe, ouvrières, soldats, pupes, larves, œufs), et mise dans des containers soigneusement étiquetés. Chaque étiquette porte le lieu de récolte, la date des récoltes, les situations géographiques du milieu...

Outre les fourmis, un peu de matériel de la fourmilière est également prélevé et mis dans les containers de fourmis vivantes pour ne pas rompre subitement leurs habitudes avec leur milieu naturel.

Les fourmis, dont l'élevage n'est pas nécessaire sont mises tout de suite dans de l'alcool avec leurs codes pour identification au laboratoire.

3.2 Elevage des colonies en laboratoire:

Les fourmis sont élevées au laboratoire dans des nids artificiels appelés : FORMICARIUM.

Il s'agit de nids fabriqués à l'aide de plâtre et une moule (cf. Annexe 1). Les fourmis récoltées vivantes sur terrain, conservées dans des containers étiquetés sont alors transférés dans les formicariums au laboratoire.

Le transfert se fait comme suit :

- 1- On prend une boîte qui contient une colonie vivante.
- 2- On verse le contenu dans un grand récipient pour pouvoir compter chaque caste (ouvrières, pupes, larves, œufs...) avant de les mettre dans le formicarium.
- 3- On remet le code de la boîte sur le formicarium.
- 4- On met un peu de matériel d'origine de l'ancien nid dans le formicarium pour faciliter l'adaptation des fourmis.
- 5- On recouvre le trou du nid par la plaque de verre pour qu'il soit hermétique. La seule aération du nid est le trou d'entrée des fourmis
- 6- Dans un récipient disposé à l'extérieur du nid, on met des portions de vers de farines ou des portions de criquets ainsi que du miel ou du sucre mouillé pour la nourriture des fourmis.
- 7- On couvre la boîte par une voile tenue par des élastiques, puis on la recouvre avec son couvercle.

- 8- Tous les 2 jours, on nettoie les restes de nourriture avant d'en remettre de nouveau pour empêcher la contamination par des champignons ou des acariens qui peuvent perturber les fourmis.

Par la suite, on procède au marquage de chaque individu (cf. Annexe 4). Cette méthode est nécessaire pour reconnaître chaque individu de la colonie et pour mieux suivre leurs comportements. On introduit chaque individu marqué dans le formicarium.

L'élevage est suivi régulièrement afin d'observer le comportement de chaque individu et détecter les individus morts.

Ainsi, une fiche de suivi est établie pour chaque colonie (cf. Annexe3).

Condition d'élevage:

La température d'élevage est maintenue entre 20°C à 26°C par l'intermédiaire d'un chauffage électrique. L'hygrométrie est entre 60 à 80% d'humidité. On maintient l'humidité dans le formicarium à l'aide d'un coton imbibé d'eau et que l'on humidifie régulièrement chaque fois qu'on nettoie les cages.

Méthode de suivi de l'élevage:

- Compter tous les individus de chaque formicarium pour voir leur évolution (s'il y a des morts, ou des éclosions, ou des pontes...) et les enregistrer sur la fiche établie auparavant.
- Nettoyer les cages.
- Nourrir chaque colonie deux à trois fois par semaine.

Les formicariums sont placés sur les paillasses du laboratoire loin des produits chimiques.

3.3 Méthode de dissection des fourmis:

L'étude de l'anatomie des fourmis, l'état de leurs ovarioles et leurs différentes glandes nécessite la dissection de la fourmi.

Vu leur petite taille, il nous a fallu utiliser des matériels de dissection très fins et une loupe binoculaire.

En l'absence de pinces entomologiques très fines, on peut utiliser les minuties pour pratiquer la dissection.

- Fixer la tête de la fourmi avec une pince entomologique.
- Disséquer petit à petit le corps à l'aide d'une minutie la plus fine en commençant par le pygidium au niveau du gaster. Faire très attention pour ne pas détruire les organes.
- Bien étaler les exosquelettes pour exposer tous les organes.
- Pour mettre en évidence les glandes à venin, on sépare à l'aide des minuties le dernier segment du pygidium du reste du corps.
- Puis on monte entre lame et lamelle le segment ainsi obtenu.
- On procède de la même façon pour faire l'observation des ovarioles.

Chapitre II

**RESULTATS ET
INTERPRETATIONS**

Chapitre II- Résultats et Interprétations

1. Résultats des captures:

1.1 Nombre de descente sur terrain:

Nous avons fait une seule descente sur terrain au parc national de Marojejy en Décembre 2005 pour faire la récolte d'*Eutetramorium mocquerysi*. Deux autres investigations ont été réalisées en Avril 2006 dans le massif d'Andringitra et dans le Parc National d'Andasibe sans trouver cette espèce.

1.2 Nombre de colonies récoltées:

7 colonies de *Eutetramorium mocquerysi* ont été récoltées. Le tableau suivant montre la composition de chaque colonie :

codes	Ouvrières	Pupes	Larves	Oeufs	Totaux individus
BLF13390	30	00	23	00	53
BLF13429	07	00	09	04	20
BLF13456	07	01	16	06	30
BLF13465	23	00	03	01	27
BLF13633	11	00	00	00	11
BLF13634	07	07	13	12	39
BLF13636	07	01	02	02	12
Total	92	09	66	25	192

Tableau 1: Tableau récapitulatif du nombre de colonies récoltées au Parc National de Marojejy en Décembre 2005 (auteur)

1.3 Identification des colonies récoltées:

Pour l'identification des genres *Eutetramorium*, nous avons utilisé les clés de détermination établies par Hölldobler et Wilson (1990) pour identifier les colonies.

Pour les ouvrières:

- Antenne à 12 segments, les trois derniers segments forment un club, le dernier plus long par rapport aux deux précédents.
- Mandibules avec 7-8 dents. Les dents apicales et sub-apicales sont larges, les restes sont réduites et souvent rondes. L'apex des mandibules est incurvé vers le bas.
- Palpes maxillaires à quatre segments; palpes labiales à trois segments.
- Le centre de la marge antérieure du clypéus avec une petite projection triangulaire ou une dent saillante.
- Insertion antennaire limitée par la marge postérieure du clypéus. Lobe frontal bien développé et porte des carènes.
- Absence d'antennal scrobes (cavité où se loge l'antenne au repos). Carène frontale bien développée.
- Yeux composés présents.

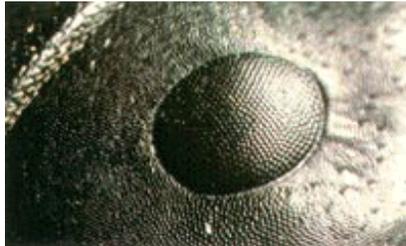


Figure 8: Oeil composé des fourmis-

- Tête fortement arrondie dans la marge occipitale.
- Epines épinoles présentes
- Premier tergite gastral sans suture.
- Epine pygidiale pointue, fine et sans extension triangulaire.
- Présence de glande métapleurale.
- Suture promésonotum présente latéralement.

- Eperons tibial sur la patte moyenne et postérieure, pectinés, en dents de scies ou absents.

Pour les reines:

Antennes à 12 segments, les trois derniers segments forment un club. Reine semblable à l'ouvrière pour *Eutetramorium mocquerysi*, pour les autres espèces, la vraie reine existe et se reconnaît par la présence d'ocelles et un mesosoma* développé.

2. Etude des Comportements des Colonies:

2.1 Classement par caste et caractéristiques morphologiques et anatomiques de chaque caste:

Comme toutes les sociétés animales, celles des fourmis sont marquées par une « coopération » entre les individus qui les composent. Mais ce qui distingue profondément les sociétés d'insectes des vertébrés primitifs, à quelques exceptions près, c'est l'existence d'une spécialisation au niveau de la reproduction (Aron et Passera, 2005). Cette spécialisation s'accompagne d'une caractéristique des insectes sociaux : l'existence d'un polymorphisme.

Le polymorphisme des insectes sociaux apparaît être essentiellement d'origine phénotypique. Il résulte de l'expression différentielle d'un pool génétique partagé par tous les membres de la colonie (Wilson, 1971a ; West-Eberhard, 1987a ; Abouhef et Wray, 2002). Ce polymorphisme est comme chez les autres hyménoptères sociaux un polymorphisme d'imagos (ou adultes) chez les fourmis.

Le polymorphisme renvoie à la notion de caste ; pour Lathreille (1978), elle désigne les diverses catégories d'individus rencontrés dans la fourmilière et identifiables par des apparences physiques (le phénotype). Selon Wilson (1971a) : “ la caste est un groupe d'individus qui sont à la fois morphologiquement distincts et spécialisés dans l'exécution de certains comportements “.

En règle générale, il existe des femelles de grande taille, spécialisées dans la ponte, les gynés ou reines, et d'autres femelles plus petites, les ouvrières, souvent stériles, qui se consacrent aux soins des couvains, à la construction ou à la récolte de nourriture. Mais, il existe une ou plusieurs entorses à cette règle. C'est le cas de notre espèce, *Eutetramorium mocquersyi*. En effet, il n'existe pas de distinction morphologique entre la reine et les ouvrières. Elles sont de même forme, de même taille. Par conséquent, on les appelle les fourmis « SANS REINE ».

2.1.1 Morphologie de la “reine”(dominante) et des ouvrières de *Eutetramorium mocquersyi*:

L'identification de l'espèce *Eutetramorium mocquersyi* est tirée des clés de détermination de Emery (1899), Bolton (1986) et G.Alpert et P.Rabeson (non publié).

Clé de détermination de l'espèce (ouvrières)

- Epine tibiale de la patte antérieure présente, marge antérieure du clypéus avec un point triangulaire très évident ou dent médiane; grandes fourmis (H.W:Head width >1,2mm)

Epines épinothoraciques longues. Ponctuations ovales autour des yeux et sur le flanc du pronotum. Pas de poils sur la surface dorsale du pétiote et post-pétiote; des petits poils présents sur le gaster.

- Mandibules avec de nombreuses stries très serrées, longitudinales. Dents apicale et sub-apicale fortement développées, les cinq dents restantes sont réduites et arrondies. Dent apicale fortement incurvée vers le bas.
- Marge antérieure du clypéus sinuée avec une forte dent triangulaire médiane où s'accroche une courte carène.
- Clypéus avec une faible carène verticale.
- Insertion antennaire limitée par la marge postérieure du clypéus.
- Antennes à 12 segments, les trois derniers segments forment un club ou le dernier segment est plus long que les deux premiers.

- Carène frontale bien développée, étendue jusqu'à la marge postérieure de la tête.

- Le labre : C'est une plaque simple, susceptible de mouvements limités de haut en bas.



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'ENTOMOLOGIE



ETHOLOGIE DES FOURMIS EUTETRAMORIUM MOCQUERYSI (Emery, 1900)

HYMENOPTERA FORMICIDAE

EN LABORATOIRE



Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies d'ENTOMOLOGIE
Soutenu par :RAHARIMALALA Fara Nantenaina

Devant la commission de jury :

Président:

Pr RAZAFINDRASATA Fidimanana

Professeur titulaire

Rapporteur:

Dr RAVELOSON RAVAOMANARIVO Lala Harivelo

Maître de conférences

Examineurs:

Pr RALISOA RANDRIANASOLO Bakoly O.

Professeur titulaire

Dr RAFARASOA Lala Sahondra

Maître de conférences

Elle surplombe les bases des mandibules et forme le toit de la cavité buccale. Morphologiquement, le labre est un segment céphalique.

➤ Les palpes : c'est un appendice pair, articulé à l'extrémité de la tête. Les palpes sont des organes tactiles, gustatifs, préhensiles. Il existe deux sortes de palpes :

*Les palpes labiaux : Il s'agit des palpes antérieurs ou intérieurs. C'est l'appareil sensoriel du labium des insectes, composé d'un à quatre articles insérés sur le palpifer.

*Le palpe maxillaire : C'est le palpe extérieur. Il fait office d'appareil sensoriel, placé sur le palpifer où le stipe a son extrémité externe. C'est l'appendice le plus visible de la maxille.

Ces deux palpes maxillaires permettent aux fourmis d'apprécier le goût et la texture des aliments.

L'œil composé : L'œil composé ou photorécepteur possède un seul appareil dioptrique. Il est pair chez les fourmis. Les yeux composés sont constitués d'une centaine de facettes appelées : Ommatidies. C'est l'assemblage de ces facettes qui donne une vision large de 180°. Chaque cellule va mémoriser une partie de l'image et le cerveau fait une synthèse de toutes les informations afin de reconstituer l'image en entier. Mais la vision des fourmis n'est pas très nette en comparaison avec celle des abeilles. La netteté de la vision dépend, entre autres, du nombre d'ommatidies qui composent l'œil. Certaines fourmis ne voient qu'en noir et blanc alors que d'autres espèces voient en couleurs.

➤ les ocelles : Ils sont au nombre de trois et se disposent en triangle sur le vertex du front chez la plupart des fourmis. Seuls les mâles et les vraies reines en ont.

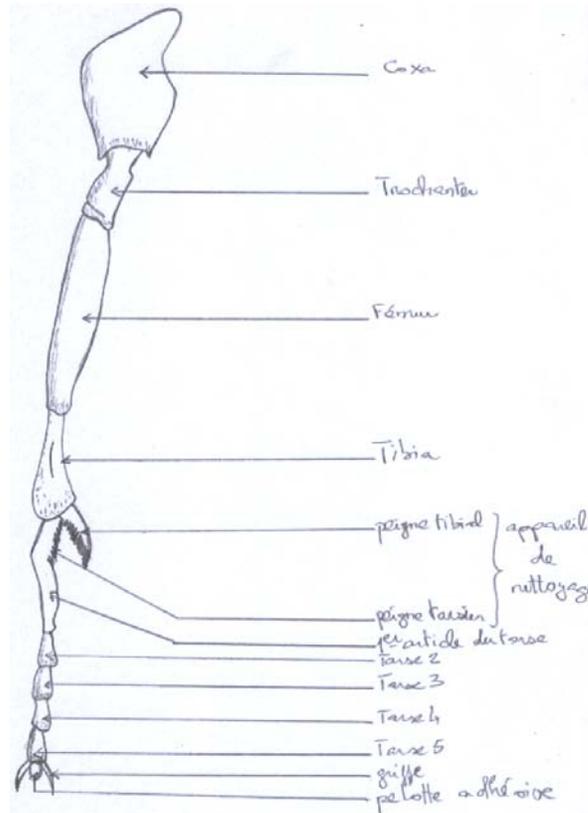
La reine de *Eutetramorium* n'en a pas.

➤ les pattes : Comme toutes les fourmis, ainsi que les autres insectes, les pattes de *Eutetramorium mocquerysi* sont au nombre de 6. Elles sont longues et articulées et se terminent par deux griffes. Les pattes médianes et postérieures portent des éperons tibiaux.

Elles sont composées des éléments suivants :

*Protarse : Une seule pour la patte antérieure.

- *Etrille antenne : ou éperon : C'est l'appendice à broser, nettoyer leurs antennes, souvent sollicitées pour communiquer. Il est situé à l'extrémité du tibia des pattes antérieures ;
- *Coxa : Hanche articulée.
- *Trochanter : Deuxième article de la patte, articulée, placée entre le coxa et le fémur.
- *Basitarse : Tarse numéro 1 (avec muscle).
- *Métaplanta : Tarse numéro 2 (sans muscle).
Le troisième tarse n'est pas nommé (sans muscle)
- *Griffes : Elles sont au nombre de deux par pattes. Entre les griffes terminales se trouve une sorte de coussinet minuscule couvert de poils. Ils secrètent un liquide adhésif permettant à l'insecte de se déplacer sur des surfaces lisses ou très pentues.



Echelle :

Figure 9 : Dessin d'une patte antérieure (P1) de *Eutetrarmorium mocquerysi*. – (Photo : Internet)

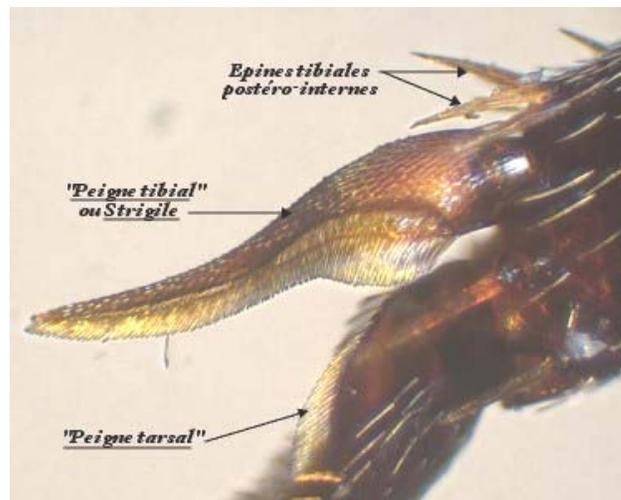
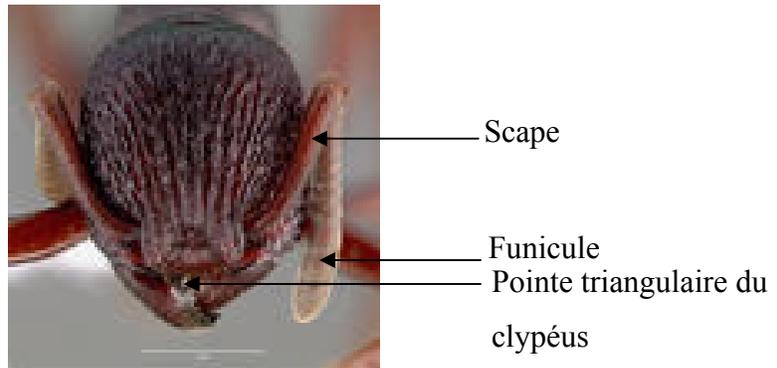


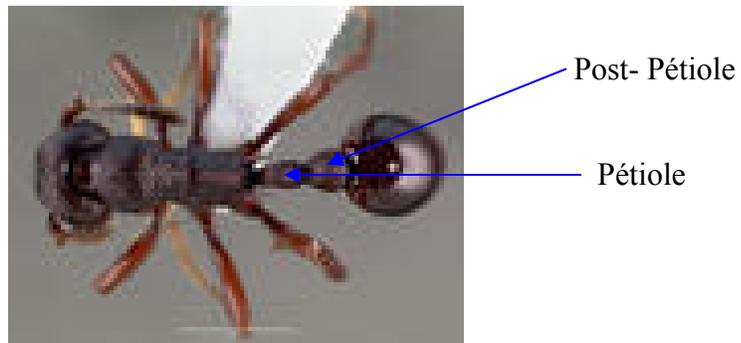
Figure 10: "Organe de toilette" tibio-tarsal de l'antenne sur les P1 (photo M. Verolet)

- Présence d'un petit éperon tibial sur la patte antérieure.
- Couleur du corps entre noir et marron-rouge, antennes et pattes marron-rouge. Les ouvrières mesurent souvent 8mm.
- La "reine" (dominante) est indiscernable des ouvrières. La dissection des organes reproducteurs pour voir les ovaires plus développés et les oeufs est le moyen le plus sûr pour la distinguer.

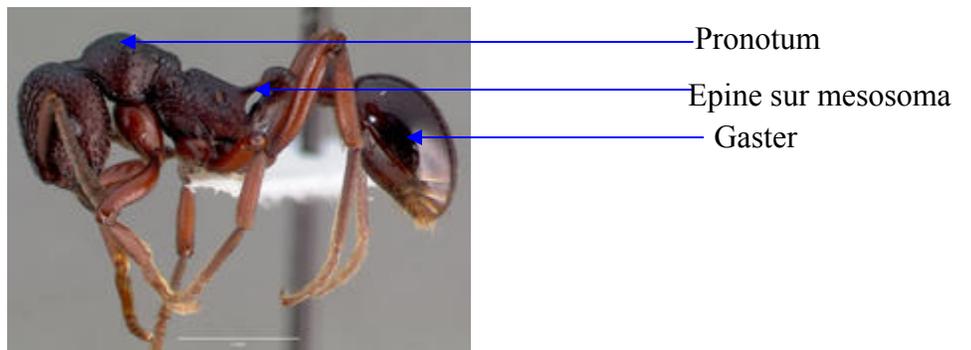
Mais on peut aussi la distinguer des autres en faisant des observations de leurs comportements a priori.



Tête de *Eutetramorium mocquerysi* (vue de face)



***Eutetramorium mocquerysi* (vue d'en haut)**



***Eutetramorium mocquerysi* (vue de profil droite)**

Figure 11: Morphologie d'une dominante et d'une ouvrière de l'espèce *E. mocquerysi*. – (Photo : B. FISHER)

2.1.2 Morphologie du mâle:

La fourmilière est une société matriarcale, au sein de laquelle les mâles ne jouent pas de rôle social. Ils sont considérés plus comme de simples véhicules, destinés à produire, transporter les spermatozoïdes.

La morphologie de la fourmi mâle est adaptée à son futur rôle. Chez le genre *E. mocquerysi*, le mâle est ailé et possède de gros yeux saillants, ce qui suppose que la vision sera utilisée à un moment de leur cycle vital.

Il possède également une paire d'antennes, non coudées, le scape n'est pas véritablement distingué comme chez les ouvrières.

Le mâle est haploïde, c'est à dire, qu'il provient d'un œuf non fécondé, produit par les ouvrières. De sa constitution haploïde découle peut-être l'absence d'activité sociale des mâles des fourmis. L'absence de variation allélique caractérise les mâles des hyménoptères qui sont en fait des individus susceptibles de véhiculer des agents infectieux plus facilement que les femelles diploïdes (Keller et Passera, 1988)

2.1.3 Morphologie des couvains:

➤ **Les pupes:**

Les pupes de l'espèce étudiée sont nues. Elles ne sont pas enfermées dans des cocons.

Elles sont, comme chez toutes les fourmis, immobiles et ne se nourrissent pas. Les pupes mâles se distinguent des pupes des ouvrières par leur caractère d'haploïde et par la présence de deux paires d'ébauche d'ailes. En effet, les pupes mâles n'ont pas les antennes « coudées » car le scape n'est pas bien différencié chez elles. De plus, on peut déjà remarquer que leurs mandibules sont très réduites par rapport à celles des ouvrières.



Figure 12: Morphologie d'une pupa d'ouvrière- (Photo Internet)

➤ **Les larves:**

Les larves ressemblent à des petits vers blancs au corps mou et trapu. Elles sont aveugles et n'ont pas de pattes. On compte quatre stades larvaires de durée variant de 4 à 8 semaines chez les fourmis. Après chaque mue, la larve devient plus volumineuse. Arrivée à la fin de sa vie larvaire, elle se transforme en prénymphe, une forme intermédiaire blanche au corps cylindrique et immobile. Quelques jours plus tard, elle se métamorphose en nymphe, image du futur adulte, mais complètement blanche et immobile. La pigmentation se fait petit à petit.

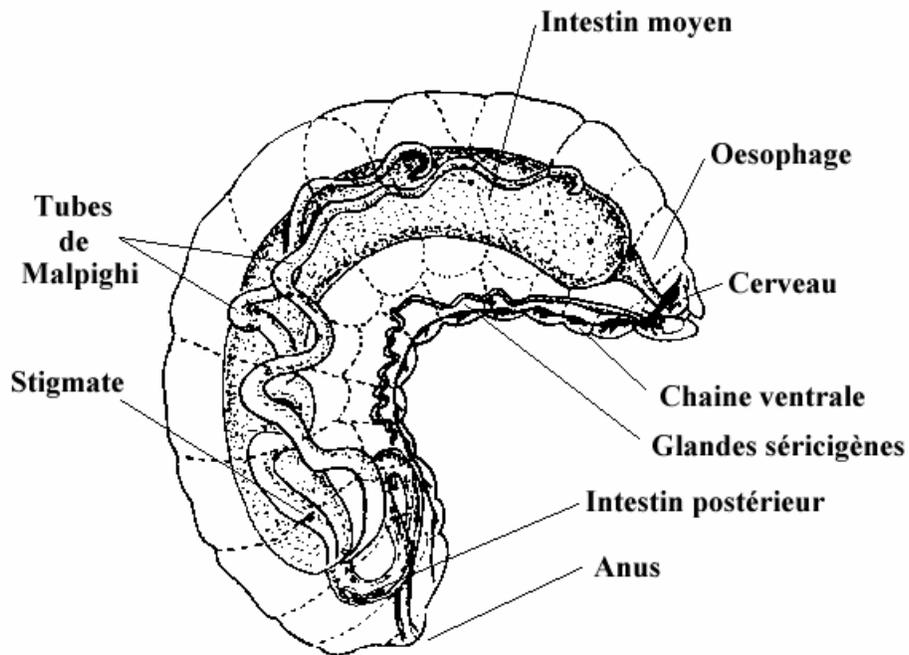


Figure 13: La larve de *E. mocquerysi* avec son anatomie- (Photo Internet)

Les œufs:

Les œufs des fourmis sont minuscules, blancs. Ils éclosent deux à six semaines après la ponte et donnent naissance à des larves blanches.



Figure 14: Œufs de *E. mocquerysi*- (Photo Internet)



Figure 15: Les différents stades larvaires de *E. mocquerysi*- (Photo Internet)

Les œufs mâles et femelles des fourmis n'ont pas les mêmes contenus chromosomiques. En effet, les mâles sont issus d'un œuf vierge à n chromosome, c'est à dire haploïde alors que les femelles sont issues d'œufs fécondés : à $2n$ chromosomes : diploïdes (L.Passera, S.Aron, 2005).

C'est pour cette raison que l'on qualifie le mode de détermination du sexe chez les fourmis, ainsi que chez tous les hyménoptères sociaux, d'haplodiploïde*.

2.1.4 Anatomie de l'espèce étudiée:

L'anatomie générale des fourmis est conforme au schéma commun aux insectes : il existe toutefois des spécificités affectant quelques organes et qui sont en relation étroite avec le comportement des fourmis :

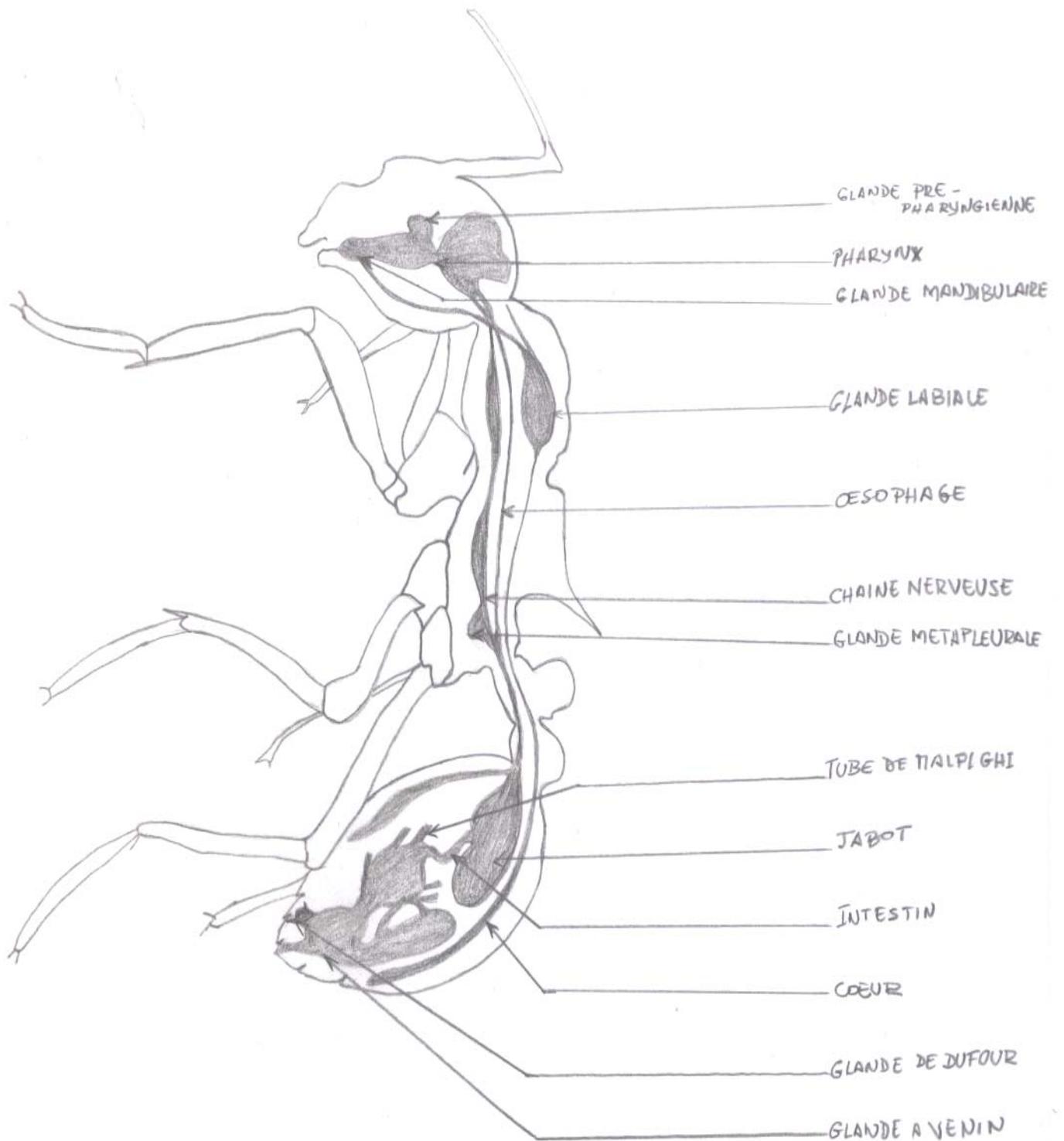
2.1.4.1 Le système digestif de la fourmi:

Le système digestif des fourmis comprend trois parties, comme chez tous les Insectes : Après le pharynx, le stomodeum forme un œsophage, puis un jabot suivi d'un gésier ou proventricule. Le mésentéron forme un estomac dont la fonction digestive est ordinaire. Le proctodéum se termine par un rectum, qui s'ouvre dans un cloaque.

L'intestin antérieur (stomodéum) présente une particularité liée à la présence dans le nid d'individus qui n'en sortent jamais : la 'reine', ici la dominante, occupée par ses fonctions reproductrices ; et les larves, apodes et quasiment immobiles. Ce sont donc les ouvrières du service extérieur ou fourrageuses qui sont tenues de ramener de la nourriture pour ces individus reclus.

Pour ces ouvrières:

- Le transport des liquides est rendu possible par l'existence au niveau du gésier de lamelles cuticulaires qui ferment le passage entre l'intestin antérieur et l'intestin moyen, à la manière d'une valve (L Passera, S Aron,2005).
- La fermeture est passive et ne nécessite aucun effort musculaire. Le jabot est transformé en un récipient individuel, destiné à l'alimentation collective, d'où le nom de 'jabot social' qu'on lui donne souvent. Pour se nourrir, les ouvrières ont la possibilité d'utiliser une partie du jabot social. Il leur suffit de commander l'ouverture de l'intestin antérieur et l'intestin moyen pour remplir leur estomac.



Echelle : 

**Figure 16: Schéma récapitulatif du système digestif des fourmis et leurs glandes-
Echelle X 10 (Photo : Auteur)**

2.1.4.2 La glande à venin:

La fourmi l'utilise pour tuer ses proies ou pour se défendre de ses ennemis.

On peut observer deux glandes :

- Une glande acide venimeuse, dorsale, qui débouche dans un réservoir situé à la base de l'aiguillon.
- Une glande alcaline ou de Dufour, plus discrète, ventrale, qui débouche à la base de l'appareil vulnérant. Elle est le « flacon à parfum » de la fourmi. Le composé déposé sur le sol trace un rail odorant qui conduit généralement à une source de nourriture. L'activité du composé a une durée de 100 secondes.

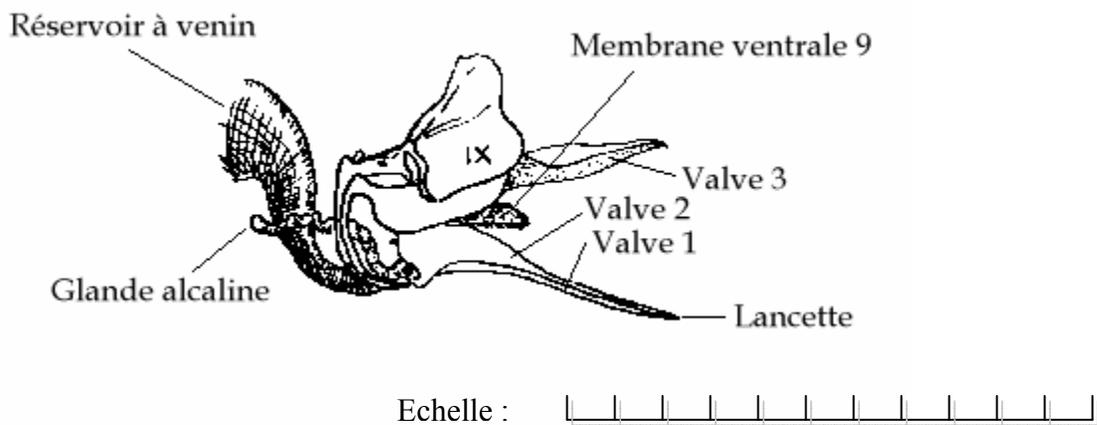


Figure 17: Schéma de la glande à venin (Photo : Auteur)

2.1.4.3 Tubes de Malpighi:

Ils sont disposés en étoile autour du tube digestif. Ils jouent le rôle de rein : ils débarrassent la fourmi des déchets contenus dans le sang.

2.1.4.4 Le cœur:

En se contractant, il fait gicler le sang d'arrière en avant vers le cerveau. Il tapisse la paroi dorsale du gaster.

2.1.4.5 Le cerveau:

Le cerveau des fourmis compte environ 500.000 neurones. Il est composé de trois parties :

- le protocérébron
- le deutocérébron
- le tritocérébron.

Les deux premières formations ont un rôle important dans l'intégration des informations chimiques perçues par les chimiorécepteurs.

Dans le deutocérébron, on trouve les corps cellulaires des neurones innervant les antennes.

Dans le protocérébron, il existe des structures qui permettent l'intégration des messages nerveux issus de la traduction des messages chimiques : il s'agit des corps pédonculés ou corpora pedunculata. Chaque corps pédonculé consiste en un ensemble de petits groupes de neurones, les glomérules. Ces glomérules constituent donc un site de transfert d'information entre les neurones sensoriels et les neurones afférents aux centres supérieurs (Passera et Aron, 2005)

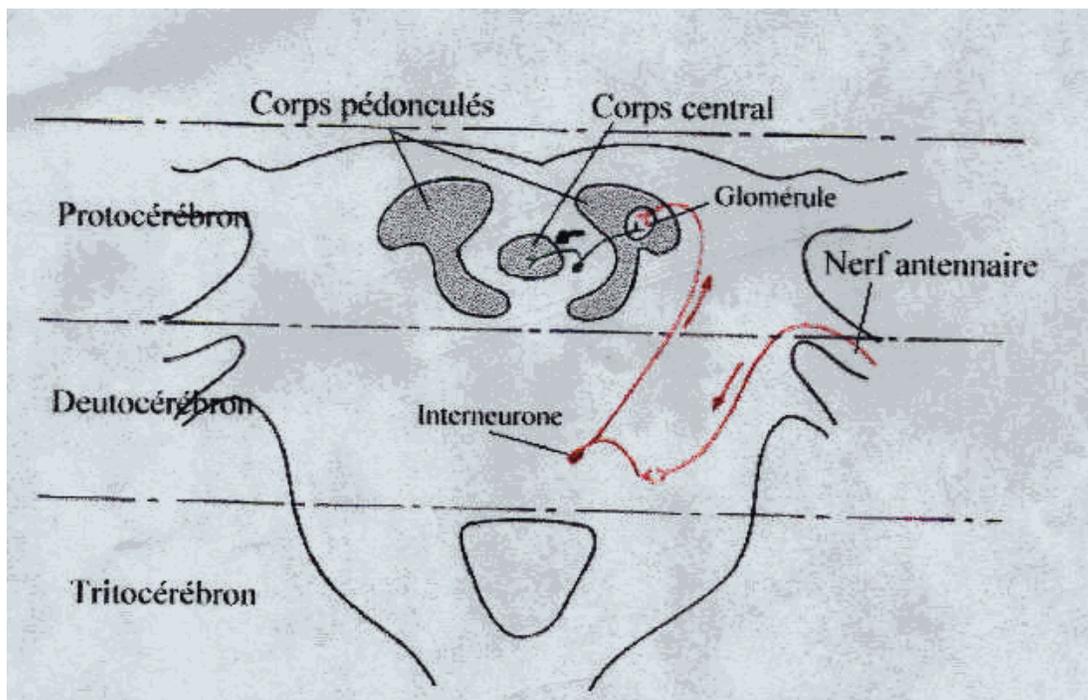


Figure 18: Schéma du cerveau de la fourmi (Photo : Internet)

2.1.4.6 La chaîne nerveuse:

Elle est composée de trois ganglions thoraciques (un vers chaque paire de pattes) et de ganglions abdominaux.

2.1.4.7 Les trachées:

Elles portent les stigmates et elles conduisent l'air jusqu'aux cellules sans que le sang n'ait à intervenir. Chez les fourmis, ce n'est donc pas le sang qui distribue l'oxygène aux cellules.

2.1.4.8 Le sac infra buccal:

C'est un filtre à particules minérales.

2.1.5 Degré de pigmentation et âge des fourmis:

La variation des couleurs, allant de jaune très claire à brun noir permet de connaître l'âge des fourmis.

Au début de leur vie d'adulte, après leur émergence, les jeunes ouvrières sont de couleur jaune très claire, pour *Eutetramorium mocquerysi*. Elles sont alors encore très faibles et les ouvrières plus âgées les aident à se mouvoir dans le nid. Puis elles acquièrent au fil des jours une couleur de plus en plus foncée jusqu'à devenir brun noir pour les plus âgées. Et ce sont ces jeunes émergents qui sont susceptibles de prendre la place de la fourmi dominante si celle-ci vient à disparaître.

Les ouvrières et la dominante de *Eutetramorium* peuvent vivre, comme presque toutes les fourmis, durant un assez long temps, quelque fois même plusieurs années.

Au cours de nos observations, nous avons remarqué que la couleur du mâle n'est pas la même que celles des autres habitants du nid. Dès son émergence en adulte, le mâle est tout de suite de couleur noire très foncé.

Due à son caractère d'haploïdie, il est de forme très différente des autres, et de ce fait, il a une durée de vie assez brève car il ne peut vivre que quelques semaines ; après l'accouplement, s'il n'est pas tué par la femelle reproductrice, il mourra tout seul.

2.2 Comportements de chaque caste:

2.2.1 Comportements de reproduction:

2.2.1.1 Structure reproductrice des colonies:

Certaines espèces de fourmis, comme *E.mocquerysi* ne possèdent pas de reines morphologiquement différenciées, la caste royale ayant été perdue au cours de l'évolution. A l'inverse de la plupart des ouvrières des autres sous-familles, certaines ouvrières de *E.mocquerysi* ont conservé une 'spermathèque' dans laquelle le sperme du mâle est accumulé et stocké lors d'un seul accouplement durant leur vie, ce qui leur permet de pondre des œufs fécondés et de remplacer fonctionnellement la reine.

Pour désigner ces femelles reproductrices à caractère morpho anatomique intermédiaire entre ouvrière et reine, on utilise le terme des '**intermorphes**'.

2.2.1.2-Les individus reproducteurs:

Pour pouvoir distinguer les intermorphes des autres ouvrières, sans procéder à une dissection, une observation quotidienne et régulière (d'une durée de 15mn par colonie) des comportements de chaque fourmi a été faite pendant 5 mois (Décembre-Avril). Les observations sont échelonnées et réparties en une journée.

Le marquage fait sur les fourmis nous a aidé à distinguer chaque individu.

L'intermorphe se démarque des autres ouvrières par son comportement dominant. En effet, elle se montre très agressive envers les autres en donnant des flagellations antennaires à toutes celles qui s'approchent d'elle, mord sans toutefois causer des blessures. A l'intérieur de la colonie, elle occupe le rang dit '**alpha**'. Au rang hiérarchique inférieur, on trouve quatre à six ouvrières vierges occupant respectivement les rangs **bêta**, **gamma**....En fait, ce sont des ouvrières nouvellement émergées. Ces ouvrières sont pondeuses d'œufs vierges qui peuvent se développer en individus mâles et elles sont susceptibles de prendre la place de la dominante

C'est la dominante et le mâle ailé qui sont responsables de la reproduction chez ces fourmis sans reine. L'accouplement présente alors des particularités dues à l'aptérisme des femelles reproductives. Par conséquent, ce sont les mâles qui se déplacent par voie aérienne à la recherche des intermorphes sexuellement les plus attractives.

A partir des observations quotidiennes que nous avons effectuées, une seule intermorphe est fonctionnelle chez *E. mocquerysi*. Durant la période d'élevage, un seul mâle a été arrivé au stade adulte. Dès son émergence, les ouvrières lui ont coupé les deux ailes et une de ces pattes postérieures. Ainsi il ne peut pas s'envoler et partir à la recherche d'une autre femelle apte à s'accoupler dans une autre colonie.

Le mâle atteint sa maturité sexuelle et est prêt à s'accoupler une fois qu'il sort du nid et reste à l'extérieur (L Passera et S. Aron, 2005)

Normalement, les fourmis ne s'accouplent pas avec leurs frères, mais s'il vient à manquer de mâles, elles le font quand même (L. Passera, S. Aron ; 2005)

Nous avons attendu plusieurs jours, mais aucun accouplement ne s'est passé dans le nid d'origine du mâle. Ainsi, nous l'avons changé de nid. Tout de suite après son arrivée, il a été assailli de toute part par les ouvrières du nouveau nid, mais elles ne l'ont pas agressé toutefois.

Elles lui ont fait la toilette par léchage et après quelques minutes, elles se sont toutes détournées de lui, sauf la dominante qui reste près de lui.

Ils se font des 'antennal boxing' (flagellations antennaires) et se poursuivent partout.

Le mâle essaie de prendre la dominante par le cou, celle-ci se débat et s'enfuit, mais après quelques instants, elle revient toujours près de lui.

Ces manèges se renouvellent plusieurs fois durant la journée jusqu'au soir très tard. Mais faute de matériels d'observations et d'enregistrements des faits et gestes en permanence, au matin nous avons trouvé le mâle très faible.

Au bout de 5 heures, il meurt.

Quand à la dominante, elle est redevenue très calme et ne bouge presque plus du nid.

2.2.1.3 Potentiel reproducteur des ouvrières:

Toutes les ouvrières sont des intermorphes potentielles et si elles ne parviennent pas à acquérir ce statut, elles ont au moins la possibilité d'émettre des œufs vierges qui produiront des mâles. Cette situation est alors à l'origine de divers conflits : certains opposent la dominante à des ouvrières qui veulent la supplanter ; d'autres opposent les ouvrières entre elles pour remplacer la dominante après sa mort.

2.2.1.4 Morphologie ovarienne de l'intermorphe et des ouvrières dominées:

Des dissections ont été faites pour connaître les nombres des ovarioles de chaque individu.

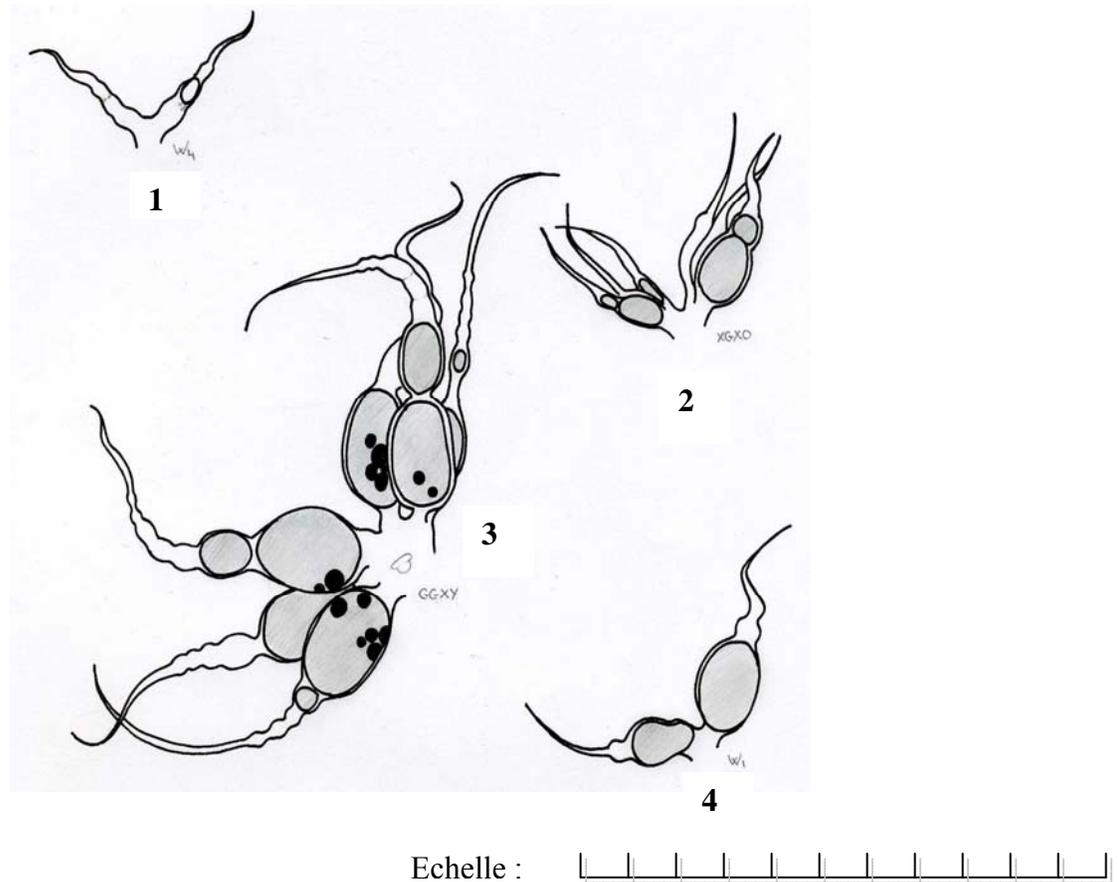


Figure 19: Différents types d'ovarioles des castes d' *E.mocquerysi*. (1-ovarioles d'une simple ouvrière âgée, 2-ovarioles d'une jeune ouvrière à haut rang, 3-ovarioles d'une dominante, 4-ovarioles d'une simple ouvrière) – (Photo A. BASTIEN)

2.2.2 Comportement de changement de ‘reine’ ou remplacement de la dominante:

L'intermorphe lutte en permanence pour ne pas perdre son rang de première pondeuse convoitée d'abord par l'individu bêta (L. Passera et S. Aron, 2005). Les flagellations antennaires y jouent un rôle important. L'ouvrière dominée se plaque au sol, les antennes repliées vers l'arrière. On obtient ainsi une chaîne hiérarchique linéaire impliquant une demi-douzaine d'individus qui sont les plus jeunes de ces microsociétés comportant moins de vingt fourmis.

Ce n'est qu'à la disparition de la dominante que l'ouvrière bêta, dont les ovaires sont déjà bien développés, devient sexuellement attractive.

2.2.2.1 Expérience d'isolement:

Au cours des observations quotidiennes, une grande partie du travail est axée au repérage de l'intermorphe.

Elle se reconnaît facilement par son comportement de dominance envers les autres. Elle donne souvent et partout des coups d'antennes (flagellations) à ses congénères, surtout avec les jeunes ouvrières nouvellement émergées.

Elle ne bouge presque pas du nid et reste immobile, souvent, au-dessus des couvains.

Après le repérage de la dominante, nous avons procédé à son isolement. Pour se faire, nous avons enlevé doucement la plaque de verre qui constitue le toit du nid et sans trop perturber le reste des habitants, nous avons pris l'individu dominant avec une pince entomologique molle et l'avons mis dans un autre nid où il n'y a que des aliments (portion de vers de farine, eau sucrée) et coton imbibé d'eau.

On le laisse là pendant quatre heures (4h) le temps de voir le comportement des ouvrières puis on le remet de nouveau dans son nid d'origine.

2.2.2.2 Observation des comportements des ouvrières:

Suite au retrait de la dominante, quelques ouvrières commencèrent à se battre dont en particulier deux jeunes ouvrières nouvellement émergées ; les restes des ouvrières, les plus âgées restent un peu à l'écart et s'occupent seulement des couvains.

Les deux battantes ne se blessent pas, elles se donnent vigoureusement des coups d'antennes, se harponnent par les antennes seulement.

Mais, après 4h, quand on remet la dominante dans la case, les choses changent. La dominante fait régner de nouveau son autorité parmi tous les habitants, elle donne des vigoureux coups d'antennes aux deux autres qui se sont battues et après quelques minutes, le calme est revenu dans le nid, plus aucune bataille.

Nous avons procédé plusieurs fois, au cours de l'étude, à ces retraits de la dominante et à chaque fois, les mêmes manèges se reproduisent.

Il est évident alors de constater que ce sont les jeunes ouvrières, nouvellement émergées, qui tentent de prendre la place de la dominante, qui est l'alpha (α) ici. Elles sont les bêta et gamma (β et γ).

Et si on laisse continuer la bagarre, sans remettre la dominante dans le nid après quelques heures de retrait, c'est celle qui triomphera sur la bataille qui reprendra la place de la dominante et règnera à nouveau dans le nid.

Celle qui a perdu dans la bataille restera alors tranquille attendant toujours l'occasion où elle pourra prendre à son tour la place de alpha.

2.3 Comportements de communication des fourmis:

La communication est une fonction indispensable à la survie de tous les êtres vivants.

Pour les fourmis qui sont des insectes sociaux, la communication entre les différentes castes et les congénères est très importante. Différentes formes de communication sont ainsi utilisées comme la communication sonore, tactile et visuelle, mais surtout la communication chimique.

2.3.1 La communication sonore:

Après l'observation des fourmis, deux sortes de communication sonore sont connues:

➤ Les stridulations

Cette communication est due à des organes stridulatoires qui sont constitués par un mince grattoir transversal situé sur le post-pétiole en position dorsale de la fourmi, contre un plateau de fines crêtes parallèles, situé sur la partie médio-dorsale antérieure de l'abdomen.

Ce signal peut être émis par une ouvrière en danger. Il se propage dans le sol et est perçu par les pattes des autres fourmis. Chez les fourmis, les pattes sont de véritables détecteurs ultrasensibles aux variations du sol. Elles réagissent alors en conséquence et s'enfuient dans toutes les directions.

Cette stridulation est également utilisée pour renseigner sur la qualité de l'alimentation. Une fourmi récolteuse 'chante' quand elle rencontre une nourriture de bonne qualité pour avertir ses congénères. L'intensité de la vibration émise dépend de la valeur nutritive de la nourriture.

La fourmi émet aussi des stridulations caractéristiques quand elle a besoin de renfort, par exemple lorsqu'elle a trouvé une proie de grande taille et qu'elle a besoin de ses soeurs pour transporter celle-ci vers le nid.

➤ Autre mécanisme:

Il est surtout utilisé par les fourmis pour prévenir un éventuel danger. Une ouvrière frappe sa tête contre le mur en plâtre du nid pour alerter ses congénères. Celles-ci deviennent alors très excitées.

2.3.2 La communication tactile:

Très souvent, nous avons observé que les fourmis se tapotent, se touchent et s'effleurent avec leurs antennes et leurs pattes antérieures face à face.

En effet, certains types de messages, simples et directs sont transmis par rapport physique. La grande majorité de ce type de communication est réalisée par l'intermédiaire des antennes qui sont très sensibles au toucher.

Au cours des échanges trophallactiques entre deux ouvrières, les fourmis se touchent par l'antenne pour provoquer le réflexe de régurgitation d'alimentation.

De même, la communication par l'intermédiaire des pattes reste aussi très fréquente et souvent utile.

Pour amener une fourmi à régurgiter encore de la nourriture liquide, l'autre fourmi, étend sa patte antérieure sur le labium de la 'donneuse', provoquant de ce fait un réflexe vomitif. La 'receveuse' en profite pour se nourrir.

2.3.3 La communication visuelle:

De moins en moins utilisée par les fourmis plus évoluées, la communication visuelle est quand même utilisée dans des situations particulières.

Par exemple, une ouvrière étant tombée sur une trop grosse proie, tourne fréquemment autour de celle-ci jusqu'à ce que les autres ouvrières la voient et viennent l'aider.

Les mâles ont des gros yeux saillants, ce qui suppose que la vision sera utilisée à un moment de leur cycle vital (Passera et Aron, 1988), plus exactement pour repérer les femelles avant l'accouplement.

Ainsi, la communication visuelle varie selon les espèces, mais aussi selon les individus.

2.3.4 La communication chimique:

C'est la plus utilisée. En effet, la communication chimique régit presque toutes les actions des fourmis. Lorsqu'elle intervient entre représentants d'une même espèce, les substances en cause sont les PHEROMONES.

Il existe deux voies de productions de phéromones: plus de quarante (40) glandes se rencontrent chez les Formicidae (Billen et Morgan, 1998) et parmi les glandes exocrines qui se situent essentiellement dans l'abdomen, la tête et les pattes.

Certaines de ces glandes se rencontrent chez tous les insectes sociaux, pour tous sexes et toutes les castes, mais la famille des Formicidae possède en propre les glandes post-pharyngiennes, les glandes métapleurales et les glandes pygidiales.

Très souvent, on peut observer que les fourmis se lèchent ou se font la toilette. C'est pendant ces moments là que les échanges chimiques se font.

La communication chimique regroupe la communication sexuelle, la communication "reine"- ouvrière, le recrutement, l'alarme et la défense, ainsi que les phéromones territoriales.

La fourmi possède de nombreuses glandes dont certaines ont un rôle important dans la communication chimique:

- les glandes mandibulaires: elles secrètent une substance dite "d'alarme" ou "d'alerte", c'est une substance volatile. Elle fait fuir les ouvrières voisines. En fait, elle peut être attractive ou répulsive selon la dose émise.
- les glandes métapleurales: la phéromone qu'elles produisent sont perceptibles par les antennes pour la reconnaissance des membres d'une fourmilière (elles donnent l'odeur de la fourmilière); elles secrètent aussi des substances antiseptiques.
- les glandes de Dufour et de Pavan: elles servent au marquage des chemins et voies d'explorations autour de la fourmilière par des substances odorantes ou pour le recrutement pour se rassembler.
- les glandes tergaux ou pygidiales: les fourmis peuvent entrouvrir leur membrane intersegmentaire du dos de l'abdomen pour libérer une phéromone sexuelle qui a pour effet d'attirer les sexes opposés et de repousser les individus de même sexe.

2.4 Comportements d'alimentation des fourmis:

Le transport vers le nid de la nourriture nécessaire à l'alimentation de la "reine", ici la dominante, et des larves constitue une obligation pour les fourmis. En effet, les larves qui sont apodes ne peuvent pas sortir de la colonie et la dominante reste confinée au nid.

2.4.1 Comportement d'alimentation de la "reine":

La "reine", qui morphologiquement ressemble aux ouvrières, n'est distinguable que par son comportement, dite: 'dominante'. Elle sort du nid très rarement à la période de reproduction et règne parmi les ouvrières de sa colonie. Chez le genre *Eutetramorium mocquerysi*, comme dans d'autres espèces, les ouvrières dites "récolteuses" stockent les liquides dans leur jabot social, puis les régurgitent à des ouvrières nourrices, qui elles-mêmes les transmettront bouche à bouche à la dominante.

Cet échange de nourriture liquide, bouche à bouche, entre adultes ou entre adultes et larves, découvert par Réaumur il y a 250 ans, mais publié seulement en 1928, est connue sous le terme de "TROPHALLAXIE".

Les échanges trophallactiques sont un caractère propre aux insectes sociaux et ne se retrouvent qu'exceptionnellement chez les autres animaux. En multipliant les interactions entre occupants d'un même nid, ceci constitue certainement un puissant moteur de l'évolution sociale (Marchal, 1897, Hunt et Nalepa, 1994).

2.4.2 Comportement d'alimentation des ouvrières:

Les trophallaxies entre adultes s'accompagnent d'échanges antennaires entre la 'donneuse', auxquels s'ajoutent souvent des mouvements effectués par les pattes antérieures. La 'solliciteuse' ou 'receveuse' balaie rapidement de ses antennes la tête de la 'donneuse'. Ces balayages d'antennes entraînent alors l'ouverture des mandibules de cette dernière et donc le démarrage de la trophallaxie.

La transmission alimentaire sera ensuite maintenue, grâce à la persistance des contacts antennaires de la “receveuse” sur la tête de la “donneuse” (Bonavita- Cougourdan et Morel, 1986)

2.4.3 Comportement d'alimentation des couvains:

➤ **Les pupes:**

Les pupes du genre *Eutetramorium mocquersyi* sont nues contrairement à celles des autres fourmis où elles sont enfermées à l'intérieur d'un cocon tissé à partir d'une substance sécrétée à la fin du stade larvaire.

Les pupes ne se nourrissent pas. Elles sont immobiles et elles sont nettoyées et protégées par les ouvrières adultes.

➤ **Les larves:**

L'aliment trophallactique, après sa circulation d'adulte en adulte, finira finalement dans le tube digestif des larves.

On ne sait pas encore très bien comment les ouvrières reconnaissent les larves affamées. Comme chez beaucoup de fourmis, les larves semblent solliciter une régurgitation en agitant leurs mandibules ou leur tête, spontanément ou après un effleurement antennaire. Les ouvrières réagissent par le don d'une goutte alimentaire.

Les besoins nutritionnels, quantitatifs et qualitatifs, des larves sont à l'origine du comportement alimentaire des ouvrières. Ce sont elles qui règlent la circulation du flux alimentaire par le biais des trophallaxies. Quand les larves sont affamées, elles quémandent de la nourriture aux ouvrières nourrices, qui s'adressent elles-mêmes à des ouvrières “réserves” stationnant dans le nid, ces dernières sollicitent à leur tour des ouvrières fourrageuses. Les ouvrières fourrageuses sortent du nid et vont chercher de la nourriture.

A l'inverse, quand les larves sont rassasiées, les ouvrières fourrageuses ne peuvent plus transférer leur provende vers les ouvrières “réserves”, puisque ces dernières ont le jabot plein. La réaction en chaîne s'interrompt et les ouvrières fourrageuses restent au nid jusqu'à la prochaine demande des larves (Sorensen et al, 1985).

Les trophallaxies déterminent donc l'activité extérieure des fourmis, grâce à une division du travail au sein des ouvrières.

Ainsi, les larves reçoivent exclusivement de l'aliment liquide régurgité par trophallaxie, pendant les premiers stades de leur développement. Plus tard, l'alimentation devient mixte. Les larves âgées consomment alors des fragments d'insectes, parfois aussi gros qu'elles, que les ouvrières ont déposés à proximité de leurs mandibules. Il arrive même que les larves soient transportées sur la proie dont elles vont se nourrir.

Les relations trophiques entre adultes et les larves ne sont pas à sens unique. Les larves sont capables d'offrir des liquides alimentaires à leurs ouvrières. Quelques fois, les ouvrières, lors des toilettes des larves, caressent activement la région anale des larves. Celles-ci émettent alors une gouttelette que les ouvrières lèchent avidement en se la passant entre elles.

Des sécrétions orales sont également émises par les larves, après sollicitation des ouvrières.

2.4.4 Comportement d'alimentation des mâles:

Pourvus de mandibules rudimentaires, les mâles sont incapables de s'alimenter lui-même. Les ouvrières les nourrissent par trophallaxie, en leur accordant une ration alimentaire juste suffisante pour les maintenir en état de s'envoler, le jour où ils seront prêts à s'accoupler.

A la différence des reines vierges, qui pendant les jours précédents le vol nuptial, sont gavées par les nourrices et doublent ou triplent leur poids, les mâles ne grossissent pas (Keller et Passera, 1988).

5 Comportement de division de travail:

La société de fourmis est sans cesse en activité: récolter la nourriture, soigner les couvains, construire le nid, protéger le nid des intrus...Chaque ouvrière de la colonie est assignée à une tâche déterminée, conduisant à la division du travail ou polyéthisme.

Plusieurs facteurs déterminent cette division du travail:

- les facteurs internes
- les facteurs externes

2.5.1 Les facteurs internes:

D'après Gordon (1996), ces facteurs sont de trois types:

- **Le premier concerne l'existence de castes physiques qui prédisposent l'ouvrière à accomplir une tâche particulière.**

Dans cette caste physique, les individus forment un groupe, à la fois morphologiquement distincts et spécialisés dans l'exécution de certains comportements (Wilson, 1971a) : on observe alors des individus polymorphiques au sein d'une même colonie et qui accomplissent des travaux proportionnels à leur morphologie.

Mais cette conception de la caste est devenue ambiguë lorsque l'on a découvert les fourmis monomorphiques, à morphologie d'ouvrière, mais possèdent une spermathèque leur permettant de pondre des oeufs diploïdes. C'est le cas de *Eutetramorium mocquerysi*.

Pour désigner ces individus, faut-il accorder la priorité à la morphologie ou à la fonction?

Ce fait amène la considération de la présence d'un autre élément qui implique la division du travail au sein de la société des fourmis.

➤ **La division de travail selon l'âge:**

Le polyéthisme fondé sur l'âge des individus constitue un caractère sans doute universel chez les insectes (L. Passera, S. Aron, 2005).

Au cours des observations faites au laboratoire, nous avons remarqué que les individus les plus jeunes restent confinés au nid. Le nourrissage des larves est occupé par les jeunes ouvrières. Les soins aux couvains comprennent aussi l'assistance à l'éclosion, les jeunes ouvrières aident les adultes nouvellement émergés à sortir des dernières membranes de la nymphose et à se mouvoir.

Par contre, les individus âgés sont chargés des activités extérieures, au fourragement et à la défense.

Une fiche résumant cette chronologie entre l'âge et la division du travail a été établie pour *Eutetramorium mocquerysi* (cf. annexe n°2).

➤ **Le dernier élément du facteur interne impliqué dans la division du travail est le facteur génétique:**

Ces facteurs déterminent les aptitudes des ouvrières à réaliser certains travaux particuliers. Aucune étude n'a pas encore été réalisée sur ce dernier dans notre recherche.

2.5.2 Les facteurs externes:

D'autres observations ont montré qu'au sein d'un pool d'ouvrières, certaines manifestent un comportement qui n'est pas celui de leur groupe. L'activité des ouvrières peut changer rapidement d'un jour à l'autre, voire d'une heure à l'autre. D'après Gordon (1989, a), ces variations ne peuvent provenir que des facteurs externes aux individus. Elles impliquent la globalité de la fourmilière et sont liées à des facteurs qui interviennent à l'intérieur ou à l'extérieur du nid.

2.5.2.1 Changements rapides d'activités:

Lors d'un dérangement important (exemple: destruction du nid par les hommes), les ouvrières des fourmis sont capables de déménager leurs couvains dans un endroit plus sûr. Les ouvrières qui accomplissent cette activité ne sont stimulées ni par leur

appartenance à une sous caste ni par leur âge puisque cette tâche d'urgence est accomplie aussi bien par les ouvrières du service intérieur que par les fourrageuses.

Les variations écologiques sont donc responsables également de l'activité des ouvrières entraînant un changement rapide dans leurs activités.





Figure 20: Déménagement des ouvrières en dérangement (de Brian Fisher, 2004)

2.5.2.2 De l'individualisme au travail d'équipe:

Organisées et communicantes, les fourmis sont également dotées d'une exceptionnelle diversité, qui renforce leur capacité d'adaptation aux changements environnementaux. Mais au de là de la diversité des espèces, le principe commun aux organisations des fourmis est "la confiance absolue". (L. Passera, S. Aron, 2005)

Dans une société de fourmis, il n'y a pas de tricheurs. Chaque fourmi accomplit son travail dans le but d'apporter le bien-être au sein de la fourmilière. Elles travaillent en synchronisation parfaite. Le travail à accomplir est fractionnée en sous tâche, chacune confiée à un groupe de spécialistes qui peuvent les effectuer simultanément.

Exemple: pendant l'alimentation des larves, plusieurs groupes de fourmis à travaux différents participent en synchronisme pour accomplir l'acte: les fourmis fourrageuses apportent de l'extérieur les alimentations dans leurs jabots sociaux puis les passent par trophallaxie aux fourmis réserves. Celles-ci stationnent au nid pour attendre la sollicitation des fourmis nourrices qui, à leurs tours, nourrissent les larves à leurs demandes.

2.6 Comportement de combat:

La défense de la société est une activité vitale, qui atteint chez les fourmis un degré de complexité au moins égal aux autres activités sociales.

La sécurité du nid et de ses habitants est confiée à une sous caste d'individus présentant une morphologie adaptée à cette fonction chez certaines fourmis; mais pour *Eutetramorium mocquersyi*, qui est une espèce où toutes les castes sauf les mâles sont identiques morphologiquement et sans reine distincte, tous les habitants de la colonie peuvent participer à la défense du nid.

Pour faire un test d'agressivité à l'espèce étudiée, nous avons procédé à deux sortes d'expériences:

➤ **1ère expérience:**

On fait entrer dans un nid de *Eutetramorium mocquersyi* un autre genre de fourmi qui est un *Aphaenogaster* de la même sous famille de Myrmicinae.

Tout de suite après, tous les habitants du nid ont attaqué sauvagement le visiteur, après que celui-ci a été touché par une ouvrière *Eutetramorium mocquersyi* de ses antennes. De son côté, l'*Aphaenogaster* a tenté de riposter en agrippant ce qu'elle a attrapé par une patte. Mais le nombre est très inégal que l'*Aphaenogaster* a fini par être coupée en deux morceaux.

Après s'être assurée que l'intruse est bien morte, les ouvrières ont sorti les débris à l'extérieur du nid.

➤ **2ème expérience:**

On fait entrer une autre fourmi, d'une colonie de *Eutetramorium mocquersyi* dans le nid. De même que dans la première expérience, des ouvrières ont tout de suite tâté l'intruse de leurs antennes, sur tout le corps.

Mais après quelques attouchements, elles l'ont laissé sans l'agresser davantage. Pour se connaître entre elles et rejeter les intrus, les fourmis utilisent un message chimique qui reflète avec précision la position de leur colonie à un instant donné. Chez les insectes

sociaux, la défense implique la fermeture coloniale, autrement dite, l'hermétisme d'une vie à tout individu étranger.

Comment la colonie réussit-elle à fabriquer un signal chimique qui la singularise des autres colonies de même espèce?

Et comment ce signal se transmet-il entre congénères d'une même colonie?

Tous les travaux sur les fourmis confirment que la discrimination entre individus de colonies différentes est fondée sur cette reconnaissance chimique. L'odeur coloniale est acquise quelques heures après l'éclosion imaginale, parfois même au stade larvaire (L. Passera, Keller, 1988).

Lors de leur rencontre, deux fourmis se balaient par leurs antennes sur tout le corps. C'est le test si le cocktail chimique de reconnaissance est présent sur la cuticule.

La discrimination est donc fondée sur l'existence de signaux chimiques qui constituent une sorte de visa ou passeport odorant, commun à tous les membres d'une même colonie. Ces signaux chimiques constituent l'odeur coloniale, résultant des échanges trophallactiques, des contacts antennaires et des frottements corporels. (Holldobler et Wilson, 1990)

Ils sont perçus lors des effleurements antennaires, puisque ces appendices sont porteurs de récepteurs sensoriels olfactifs.

Chaque fois qu'un individu d'une colonie est confronté à un autre individu, il compare l'odeur de ce dernier à un modèle odorant emmagasiné dans ses structures nerveuses et qui constitue une référence.

Le degré de recouvrement entre le signal et le gabarit de référence détermine ensuite le comportement du récepteur.

C'est pourquoi, le comportement d'attaque, lors de la première expérience est plus violent par rapport à celui de la deuxième car pendant les balayages antennaires, il y avait plus de reconnaissance de visa pour l'*Eutetramorium* d'une autre colonie que pour l'*Aphaenogaster*.

Chapitre III
DISCUSSIONS

Chapitre III- Discussions

Durant la période où nous avons fait l'étude des comportements de l'espèce *Eutetramorium mocquerysi*, nous avons remarqué que certains oeufs avaient disparu lors des comptages. De plus, certaines larves et pupes ont aussi le corps ou la tête déchiqueté, comme si elles ont été pompées de leur liquide physiologique.

Tous ces faits nous amènent à penser si ce cannibalisme des couvains est dans une intention précise : limiter les nombres des mâles produits, par exemple.

Par conséquent, cela veut-il dire que les fourmis connaissent le sexe de ses couvains (oeufs, larves et pupes) et qu'elles peuvent régler le sexe ratio, selon leur besoin?

D'après la théorie de Fisher (1930), le sexe ratio (proportion d'adultes de chaque sexe dans la descendance) doit être équilibré au nombre de la population. La raison de cet équilibre repose sur la connaissance du fait que le succès reproductif d'un type dépend de sa dominance dans la population (Fisher, 1930; Ayala et Campbelle, 1974)

Supposons alors que la population d' *Eutetramorium mocquerysi* soit caractérisée par le fait de limiter la production du sexe mâle. D'ailleurs, nous pouvons constater que pendant toute la durée de l'étude, deux mâles seulement ont été arrivés au stade adulte. Les ouvrières éliminent alors les oeufs et les larves mâles.

Mais une autre possibilité aussi peut se présenter pour ce cannibalisme des couvains. Il se pourrait bien que les fourmis ne sont pas satisfaites de leurs rations alimentaires (ici vers de farines), qu'il leur fallait changer de nourriture régulièrement. Pour cela elles produisent des 'œufs' dits 'alimentaires'. Ce sont des oeufs des ouvrières à l'allure d'un oeuf mou, flasque, dépourvu d'un véritable chorion. Son vitellus est totalement désorganisé, si bien que cet oeuf ne peut effectuer son développement embryonnaire (Passera et al, 2005). Sa paroi très fine est facilement percée par les mandibules des habitants du nid, adultes ou larves et son destin est d'être consommé.

Mais cette possibilité n'explique toujours pas le cannibalisme des larves et des pupes.

De plus, pendant l'élevage, nous avons procédé à plusieurs changements de nourriture des colonies. Mais, à chaque nouvelle tentative, des morts subites de fourmis sont observées.

Cette expérience nous emmène à penser qu'il se pourrait bien que notre fourmi ait une préférence alimentaire stricte.

Une autre discussion sur la position de dominance de cette fourmi sans reine se pose aussi.

Y a-t-il une relation causale entre le développement ovarien et le caractère de dominance de ces individus ? Tous les individus nouvellement émergés en adultes ont-ils la possibilité de devenir dominants ?

Durant la période d'étude, nous avons constaté que ce sont surtout les très jeunes ouvrières qui se battent pour devenir dominantes lors des expériences où la dominante est enlevée du nid. Mais des dissections sur ces fourmis nous ont montré que toutes n'ont pas six (6) ovarioles (soit individu dominant, soit β ou γ) ; certaines en ont seulement deux (2) quand elles sont plus âgées (ouvrières normales).

Ces constatations nous emmènent à penser que l'âge (jeune) est impliqué dans les relations de dominance et de fécondité mais quand elles deviennent plus âgées et selon leurs fonctions, certaines restent des dominantes potentielles, d'autres deviennent des véritables ouvrières de bas rang.

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES D'AVENIR

CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'AVENIR

En somme, l'élevage d'une colonie de fourmis en milieu artificiel est possible à conditions de posséder le matériel requis pour la création d'un formicarium, le local d'entreposage et la patience nécessaire. Les mois d'expérimentation (Décembre à Avril) nous ont montré que la colonie s'adapte sans problème, très rapidement à un milieu qui contient tous les éléments nécessaires à sa survie.

De plus, les observations des comportements les plus marquants d'une fourmilière, nous ont amené à découvrir que:

- Chez les fourmis sans reine, l'individu dominant doit lutter en permanence pour maintenir son statut auprès de ses congénères.
- L'instinct de survie de ces fourmis est tel qu'elles réussissent à perpétuer leurs lignées en changeant les 'dominantes' absentes lors des changements de la 'reine'.
- Toutes les fourmis utilisent plusieurs manières pour se communiquer entre elles, mais c'est la communication chimique qui prédomine. Elle est la source de la reconnaissance entre colonies et de tous leurs instincts de guerre.
- Le mode d'alimentation des fourmis se caractérise par l'échange trophallactique entre adultes et entre adultes et larves.
- La division de travail au sein de la colonie est régie par plusieurs facteurs : internes et externes, et elle est flexible selon la circonstance environnante de la fourmi.

Impact des fourmis sur la chaîne alimentaire et l'environnement:

Bien que ce soit de manière qui échappe au regard de l'observateur qui abaisse ses yeux au sol, les fourmis exercent une emprise sur la faune et la flore de notre planète:

- Principaux prédateurs des insectes et des autres arthropodes, les fourmis, par leur alimentation, participent activement à la régulation de la biodiversité de par leur biomasse évaluée à 11815 espèces répertoriées aujourd'hui (Agosti et Johnson, www.antbase.org).
- De même, étant des nécrophages et granivores (Passera, 2005), elles contribuent à la décomposition des déchets organiques et à la dispersion des graines.

- Enfin, tout comme le lombric, elles remuent le sol lors de la recherche de nourriture ou de la fabrication de leur nid, participant ainsi à l'aération du sol.

Dans l'avenir, une étude approfondie sur le cycle biologique de l'espèce, les différents types de nourritures et l'existence probable d'hydrocarbures cuticulaires qui seraient à la base de la reconnaissance interindividuelle serait envisageable. Enfin, une étude sur terrain de la répartition et du mode de dispersion de l'espèce étudiée s'avère indispensable car elle apportera une lumière nouvelle sur le statut de cette espèce.

RESUME

L'élevage en laboratoire de *Eutetramorium mocquerysi* a été réalisée dans une fourmilière artificielle :formicarium. Les colonies ont été nourries par des portions d'insectes (vers de farine, criquets, blattes...).Ce sont des insectes sociaux à plusieurs castes morpho-anatomiques (ouvrière dominante, ouvrières de haut rang pouvant devenir des potentielles dominantes, ouvrières de bas rang : véritables ouvrières, mâles). Chez tous les insectes sociaux, la vie de la colonie est réglée par la reine, mais chez l'espèce étudiée, il n'existe pas de véritable reine. Cette fonction est assurée par une ouvrière dominante. L'accès à cette dominance est dû à des perpétuels combats avec les jeunes ouvrières d'une part et du développement maximal des ovaires d'autre part. Chez les dominantes, ainsi que chez les ouvrières à haut rang, chaque ovaire est formé de six (6) ovarioles, alors que chez les vraies ouvrières,il n'y a que deux (2) ovarioles. La présence d'ouvrière dominante dans le nid permet le maintien de la vie laborieuse de la colonie, le maintien des ouvrières de rang inférieur à leurs états immatures et le maintien du nombre des individus mâles dans la colonie.

Mots-clés : *Eutetramorium mocquerysi*, fourmi sans reine, élevage, sociétés, comportements.

SUMMARY

The laboratory breeding study of *Eutetramorium mocquerysi* was conducted in an artificial fourmiliere: formicarium. The colonies were nourished with portions of insects (larvae of coleoptera, locusts, cockroaches. ..).All social insects have several morpho-anatomic castes (worker dominating, workers of high ranks: being able to become dominating, workers of low ranks: veritable worker,and the ant male). As with all social insects, the life of the colony is regulated by the queen. However, in the species studied no veritable queen exists. This function is fulfilled by a dominating worker, whose dominance is assured partly by constant fights with the young workers and partly by maximum ovarial development. Dominant worker and workers of the high ranks have six (6) ovarioles, while the veritable workers possess just two (2) ovarioles. The presence of a dominant worker in the nest allows the regulation of the laborious life of the colony, the maintenance of inferior workers ranks and the control of male abundance in the colony.

Words keys: *Eutetramorium mocquerysi*, ant without queen, laboratory breeding, societies, behaviors.

Bibliographie

- ALPERT.G. et RABESON 1999: ***Eutetramorium*, a rare ant genus endemic in Madagascar** (Hymenoptera: Formicidae) Psyche, in press.
- ALTMAN. J. 1974: **Observational study of behavior: sampling methods**, Behavior 49, p: 227-267
- BILLEN J. et MORGAN E.D. (1998) : **Pheromones communication in social insects : sources and secretions**. Boulder, Colorado, Westview Press, p: 3-33
- BOLTON.B. 1994: **Identification Guide to the Ant Genera of the world**. Harvard University Press, Cambridge, MA, p: 267-272
- BONAVITA-COUGOURDAN (1986): **Relations entre trophalaxie, lésion des antennes et facteurs saisonniers chez la fourmi *Camponotus vagus***. Scop. Insectes Soc., 33, p; 132-141
- BOURKE.A.F.G 1988: **Dominance orders, worker reproduction and queen-worker conflict in the slave-making ant *Harpoxenus sublaeri***. *Behavior.Ecol. Sociobiol.*,23 p 323-333
- CAGNIANT, H (1984) **Influence de la reine sur l'apparition des sexués ailés et sur la ponte des ouvrières chez la fourmi *Cataglyphis custor* (Fonocolombe) (Hymenoptères: Formicidae)**, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 120, p: 99-102
- CORBARA, B., A..DEJEAN, et al (1999). **Ant gardeners, a unique epiphyte ant association**, Ann. Biol.38, p: 73-89
- DIETEMANN, V. and C.PEETERS (2000) : **Queen influence on the shift from trophic to reproductive eggs laid by workers of the ponerine ant *Pachycondyla apicalis*** , Insectes Soc. 47, p: 223-228
- DIETEMANN V., C.PEETERS, HOLLDÖBLER B, 2004: **Gamergates in the Australian ant subfamily Myrmeciinae**. Naturwissenschaften, 91, p: 432-435
- EMERY.C. 1899: **Formiche do Madagascar raccolte dal sig.A.Mocquerysi nei pressi della Baia di Antongil (1897-1898)**. Bull. Soc. Entomol. Ital. 31 ,p: 263-290 traduit
- FISHER R. A. (1930) **The genetical Theory of Natural Selection**. Clarendon Press, Oxford.

- FRESNEAU, D. (1984) **Développement ovarien et statut social chez une fourmi primitive *Neoponera obscuricorni*, Emmerly (Hym, Formicidae, Ponerinae).** Insectes Soc. 31, p: 387-402
- GOBIN, B., J.BILLEN, et al (2001) **Dominance interaction regulate worker mating in the polygynous ponerine ant *Gnamptogenys menadensis*.** Ethologie 107, p: 495-508
- GORDON D.M (1996): **The organization of work in social insect colonies.** Nature, 380, p: 121-124
- HAGLER, J.R and C.G JACKSON (2001): **Methods for marking insects : current techniques and future prospects.** Annu. Rev. Entomol. 46, p 511- 543
- HEINZE J. and TSUJI.K. 1995 : **Ant reproductive strategies.** Res. Popul. Ecol. 37 , p: 135-149
- HEINZE.J.,HOLLDOBLER.B.and G. ALPERT (1999): **Reproductive conflict in a Myrmicine Ant.** In Press, 715 p
- HEINZE.J.,HOLLDOBLER.B.and PEETERS C. (1994a): **Cooperation and conflict in ant societies.** Naturwissenschaften. 81 , p:489-497
- HOLLDOBLER B. et ALPERT. (1999): **Gamergates in the Myrmicine genus *Metapone* (Hymenoptera – Formicidae)** Naturwissenschaften Germany, p: 305 -307
- HOLLDOBLER B and WILSON .E.O.(1990): **The ants** ,Harvard University Press, Cambridge. Mars, 732pp
- HUNT J.H, Nalepa C.A. (1994): **Nourishment, evolution and insect sociality.** (HUNT J. H & Nalepa C. A, Eds.) Boulder, Colorado, Westview Press, p: 1-20
- LIEBIG. J., C. PEETERS, et al. (1999) : **Worker policing limits the number of reproductives in a ponerine ants.** Proc. R. Soc. Lond. B, 266, p : 1865-1870
- LIEBIG. J., C. PEETERS, et al. (2000) : **Are variations in cuticular hydrocarbons of queens and workers a reliable signal of fertility in the ant *Harpegnatos saltator*?** Proc. Natl. Acad. Sci. USA 97 (8), p: 4124-4131
- MARCHAL P. (1897): **La castration nutritionnelle chez les [Hyménoptères](#) sociaux.** C. R. Soc. Biol. , p: 556-557
- MONNIN, T.and PEETERS.C. (1997) :**Cannibalism of subordinates'egg in the monogynous queenless and *Dinoponera quadriceps*,** Naturwissenschaften. 84, p: 299-306
- MONNIN, T and PEETERS C. (1998): **Monogyny and regulation of worker mating in the queenless ant *Dinoponera quadriceps*.** Anim. Behav. 55, p: 299-306

PASSERA L et ARON S (2005): **Les fourmis, comportements, organisation sociale et évolution.**” Les Presses scientifiques du CNRC, Ottawa, Canada. 480pp.

PASSERA et KELLER. (1988) : **Queen replacement in dequeened colonies of the Argentine ant *Iridomyrmex humilis*** (Mayr). *Psyche*, 95, p: 59-66

SORENSEN A.A et al (1985) : **Control of food influx by temporal subcastes in the fire ant, *Solenopsis invicta***. *Behav. Ecol. Sociobiol.* , 17, p: 191-198

WILSON E.O, (1971) : **The insect Societies.**The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA

ANNEXE 1

Fabrication de nids artificiels:

Matériels utilisés:

- Des boîtes avec des couvercles de dimension:20 x 20 x 8,5cm³
- Des plaques de verre de dimension:8 x 5cm
- Poudre de Paris:1+2,5
 - *1 dose d'eau
 - *2, 5 doses de poudre
- Un seau pour mélanger la poudre avec de l'eau
- Une spatule pour bien remuer le tout
- Un marqueur pour numérotéer chaque nid

Méthode de fabrication:

- Mettre la poudre de quantité voulue dans le seau.
- Verser l'eau (1+2,5), jusqu'à obtention d'un mélange consistant.
- Verser le mélange dans une boîte jusqu'à la moitié.
- Mettre le verre bien au centre. Appuyer dessus pour que le bord du verre soit au même niveau que la pâte, pour avoir un espace hermétique à la fin.
- Laisser sécher(environ 5 minutes)
- Enlever le verre, puis creuser un trou, pas trop profond (environ 0,5cm) à l'intérieur.
 - Il faut laisser un bord.
- Pratiquer un trou de sortie pour les fourmis. Ce trou doit être en pente.
- Enlever les croûtes de plâtre sur tout le bord de la boîte.
- Mettre du fluoron* sur tous les espaces vides de la boîte (sans plâtre) en renversant la boîte pour que la plâtre ne soit pas éclaboussée.

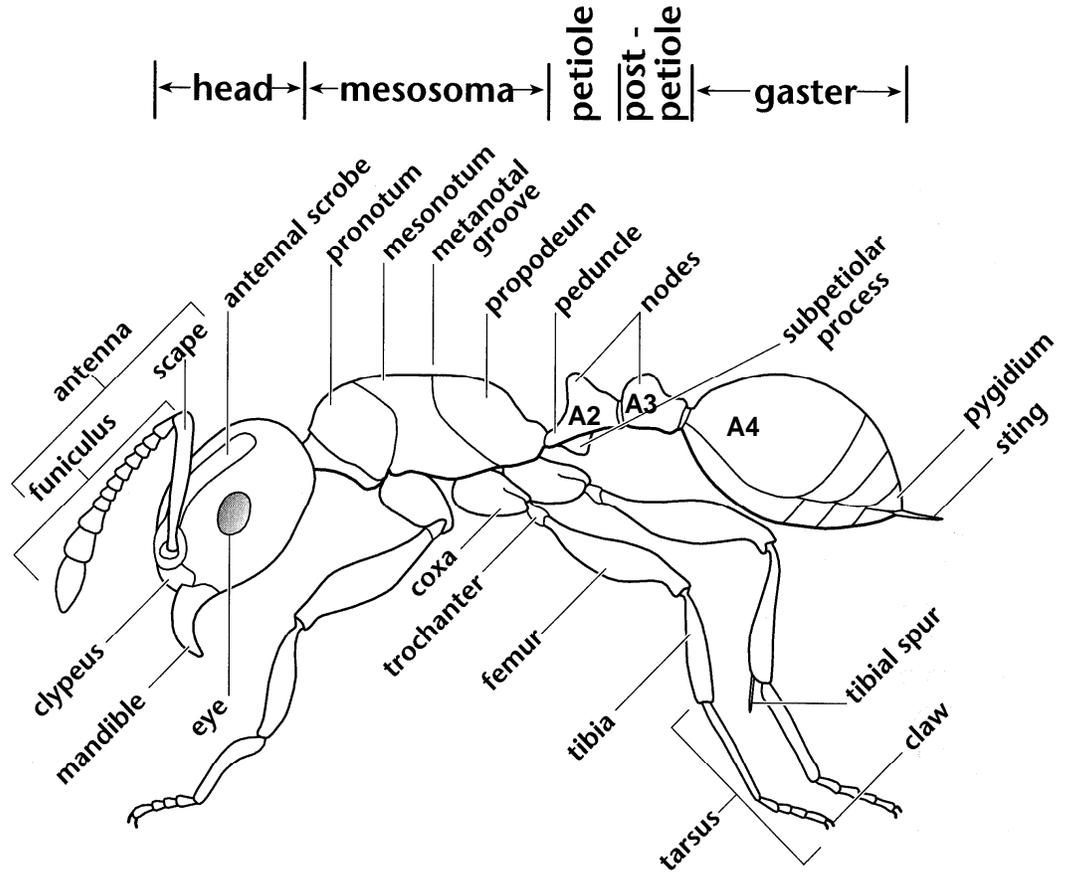
Avant utilisation, bien agiter le fluoron. Puis, avec un pinceau propre l'étaler de haut en bas de la boîte.

Le fluoron a pour rôle de rendre glissant les bords de la boîte ainsi les fourmis ne peuvent pas s'échapper.

- Laisser sécher complètement.
- Pratiquer des petites ouvertures (trous) sur le couvercle de la boîte pour l'aération.
- Bien marquer chaque boîte et couvercle ainsi que les verres pour prévenir les confusions.

ANNEXE 2

Myrmicine ant: lateral view of worker (from Shattuck, 1999)



ANNEXE 3 : Tableaux récapitulatifs des comportements des fournis (Source : Auteur)

ind de la colonie 13465	naissance	mort	dissection	statut dans la colonie	a pris la dominance	a échoué à la prise de dominance	a subi pdt la prise de dominance
GGXY	inconnue	13 avril	6 ovarioles ts dvp et très grandes, bcp de gros et sombres corps jaunes ds ts les ovarioles, spermathèque remplie, glande de Dufour flagrante	dominante			
nouvelle	11 avril	21 avril	6 ovarioles vides non dvp, présence d'une spermathèque	nourricière	non	non	non
WGXX	20 mars	19 avril	6 ovarioles, 1 œuf vitellin large, abs de corps jaunes	nourricière			
WGGX	20 mars	10 avril	6 ovarioles dt 1 avec 2 ovocytes vitellins	nourricière			
WYXY	27 février	21 avril	6 ovarioles, abs de corps jaunes, 2 gros œufs vitellins prêts à être pondus et 2 plus petits	nourricière			
B₁	13 février	15 février (à cause du marquage)	6 ovarioles vides	?			
WYXX	15 février	14 avril	6 ovarioles, 1 ovocyte basal vitellin aussi gros qu'un œuf	nourricière			
WWWW	30 janvier	21 avril	6 ovarioles sans ovocytes vitellins	nourricière			
WXXW	26 janvier	21 avril	6 ovarioles, 1 grand ovocyte vitellin	nourricière			
WWXW	26 janvier	19 avril	6 ovarioles vides	nourricière			
XYXX	ind pas très âgé comparé à certains	19 avril	6 ovarioles bien dvp, 4 gros œufs vitellins, 1 corps jaune, spermathèque avec deux glandes nourricières vide	nourricière			

abs : absence ; als : alors ; bcp : beaucoup ; dvp : développé ; dvt : développement ; ds : dans ; dt : dont ; ind : individus ; ts : tous

ANNEXE 3 : Tableaux récapitulatifs des comportements des fournis (Source : Auteur)

ind de la colonie 13465	naissance	mort	dissection	statut dans la colonie	a pris la dominance	a échoué à la prise de dominance	a subi pdt la prise de dominance
	autres						
YYOX	ind âgé	19 avril	6 petits ovarioles vides, spermathèque vide	fourrageuse	non	non	
OOXO	ind âgé	21 avril	6 ovarioles vides non dvp	fourrageuse	non	non	
YYXX	ind très âgé	19 avril	6 ovarioles vides non dvp	fourrageuse	non	non	
OXXG	inconnue	21 avril	6 ovarioles, abs d'ovocytes	fourrageuse	non	non	
YGXX	inconnue	19 avril	6 ovarioles vides	nourricière	non	non	
XGXO	inconnue	13 avril	6 ovarioles, dvt moyen, 1 œuf basal vitellin, abs de corps jaunes, spermathèque vide	nourricière			
WRXR	5 avril	21 avril	2 ovarioles, 2 gros ovocytes basaux vitellins	nourricière			
WRXX	27 mars	21 avril	2 ovarioles, 1 grand ovocyte vitellin et 1 plus petit ds l'autre ovariole	nourricière			
WOOX	08 mars	19 avril	2 ovarioles, 2 gros œufs vitellins, abs de corps jaunes, réservoir (≈ spermathèque) vide	nourricière			
W₄	24 janvier	14 avril	2 ovarioles, aucune activité, ovaires totalement vides	fourrageuse	non	non	
W₁	24 janvier	14 avril	2 ovarioles, 1 petit corps jaune, 1 œuf vitellin de la taille d'un œuf et 1 autre plus petit	nourricière			
GGXX	ind âgé	21 avril	2 ovarioles vides	fourrageuse	non	non	
O₄	ind âgé	21 avril	2 ovarioles non dvp, abs de corps jaunes	fourrageuse	non	non	
GGGX	ind âgé	19 avril	2 ovarioles vides, 2 corps jaunes	nourricière	non	non	
OXXY	ind très âgé	19 avril	2 ovarioles, 1 ovocyte vitellin qui semble avoir été produit il y a très longtps qui n'a pas été pondue, 1 petit corps jaune	nourricière	non	non	

abs : absence ; als : alors ; dvp : développé ; dvt : développement ; ds : dans ; dt : dont ; ind : individus ; longtps : longtemps ; pdt : pendant

ANNEXE 3 : Tableaux récapitulatifs des comportements des fournis (Source : Auteur)

ind de la colonie 13465	naissance	mort	dissection	statut dans la colonie	a pris la dominance	a échoué à la prise de dominance	a subi pdt la prise de dominance
-------------------------	-----------	------	------------	------------------------	---------------------	----------------------------------	----------------------------------

YOXX	inconnue	19 avril	2 ovarioles, 2 gros œufs basaux vitellins	fourrageuse-nourricière	non	non	
GXXY	inconnue	21 avril	2 ovarioles, 1 gros ovocyte vitellin, abs de corps jaunes	fourrageuse	non	non	
YOXG	inconnue	10 avril	(ind vu en train de pondre) 2 ovarioles, 2 très gros ovocytes vitellins (1 ds chaque ovariole), 1 corps jaune	nourricière	non	non	
GGGO	inconnue	21 avril	2 ovarioles, 1 œuf vitellin mature, abs de corps jaunes	nourricière	non	non	
YXXG	inconnue	19 avril	2 ovarioles, 1 gros ovocyte vitellin	nourricière	non	non	
OGXX	inconnue	21 avril	2 ovarioles, 2 ovocytes vitellins, abs de corps jaunes	fourrageuse-nourricière	non	non	
YYXG	inconnue	10 avril	2 ovarioles, 1 ovocyte basal vitellin, 1 corps jaune	nourricière	non	non	
GOXO	inconnue	21 avril	2 ovarioles, 2 grands ovocytes vitellins, abs de corps jaunes	nourricière	non	non	
GXXG	inconnue	19 avril	2 ovarioles vides non dvp	fourrageuse	non	non	

WOXX	08 mars	10 avril	?	nourricière			
XWWX	26 février	08 mars (naturelle)	?	nourricière			
WYYX	21 février	27 février	?	nourricière			
nouvelle	20 février	22 février	?	?			
Y₁	très âgée	14 février (naturelle)	?	fourrageuse			

Y= Yellow ; W= White ; G= Green ; O = Orange ; X= Sans couleur

abs : absence ; als : alors ; dvp : développé ; dvt : développement ; ds : dans ; dt : dont ; ind : individus

ANNEXE 4

Méthode de marquage de la fourmi

1-A l'aide des pinces entomologiques prendre une à une les fourmis en tenant compte de ne pas trop les perturber

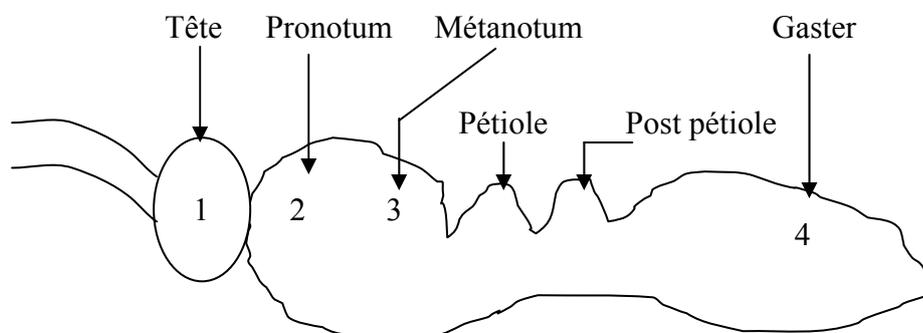
2-Sous loupe binoculaire, mettre un peu de marqueur sur des endroits précis du corps de la fourmi, désigner par les chiffres suivants :

1-au niveau de la tête

2-au niveau du pronotum

3-au niveau du métanotum

4-au niveau du gaster



Dessin simplifié du corps de la fourmi où l'on doit mettre les marquages

3-Les marqueurs utilisés sont des marqueurs sans alcool ni autres produits nocifs pour les fourmis.

4-On peut utiliser plusieurs couleurs pour une seule fourmi pour faciliter les distinctions

5-On doit faire très attention pour ne pas toucher les yeux

6-Faire une liste des individus marqués pour pouvoir suivre facilement leurs comportements (cf annexe 3)