

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
GENERALITES	3
I / Systématique des termites	3
II / Organisation sociale et Ecologie des termites	4
1/ Organisation sociale	4
1.1/ Les sexués primaires	4
1.2/ Les sexués secondaires.....	4
1.3/ Les ouvriers.....	5
1.4/ Les soldats.....	5
2 / Ecologie.....	5
2.1 / Rapport des termites avec le climat	5
2.2/ Ecologie et distribution spatiale.....	6
2.3/ Nécessité d'un milieu riche en cellulose.....	7
2.4/ Rôle écologique.....	7
III/ Rappel anatomique des termites	8
1/ Tube digestif.....	8
1.1/ Intestin antérieur	8
1.2/ Mésentéron ou intestin moyen	9
1.3/ Intestin postérieur.....	9
2/ L'appareil respiratoire.....	10
3/ L'appareil circulatoire.....	10
4/ Les organes génitaux.....	11
4.1/ Les organes génitaux males	11
4.2/ Les organes génitaux femelles	11
MATERIEL ET METHODES	12
I/ Matériel	12
1/ Matériel biologique	12
2/ Matériel de laboratoire	12
II/ Méthodes	13
1/ Récolte des termites	13
2/ Traitement	14
2.1/ Effet répulsif.....	14
2.2/ Effet toxique.....	14
3/ Calcul des pourcentages de mortalité corrigée	15
4/ Etude histologique.....	15
4.1/ Fixation	15
4.2/ Déshydratation	16
4.3/ Imprégnation	16
4.4/ Inclusion.....	16
4.5/ Réalisation des coupes histologiques.....	16
4.5.1/ Taille des blocs.....	16

4.5.2/ Coupes.....	16
4.6/ Coloration.....	17
4.6.1/ Déparaffinage et Réhydratation	17
4.6.2/ Coloration au Trichome de Masson.....	17
4.7/ Montage.....	17
RESULTATS	18
I/ Résultats du traitement	18
1/ Effet répulsif.....	18
2/ Effet toxique.....	19
II/ Résultats histopathologiques	22
DISCUSSION	28
1/ Effet répulsif.....	28
2/ Effet toxique.....	29
3/ Histopathologie	31
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	33
1/ Conclusion	33
2/ Perspectives	33
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	35

INTRODUCTION

Les termites sont des insectes répandus dans les régions tropicales et subtropicales du monde où ils représentent la macrofaune dominante du sol (Akpe et al. 2001).

Ces insectes ont fait l'objet de nombreuses études en Afrique tropicale où plusieurs auteurs se sont intéressés à leur éthologie et biologie (Noirot, 1970 ; Roy-Noel, 1971) et à leur rôle agrologique (Grassé, 1986).

Par ailleurs, des études sur le peuplement des termites en Afrique ont été faites par beaucoup d'auteurs notamment en Mauritanie par Lefèvre (1956) et au Sénégal par Roy-Noel (1969 ; 1971), Roy-Noel et Wane (1978), Agbogba et Roy-Noel (1986), Agbogba (1990), Lepage (1972), Sarr (1995 ; 1999), N'diaye (1998), Ndiaye et Han (2006).

Parmi les 2000 espèces de termites connues dans le monde, environ 200 ont été identifiées comme étant les plus nuisibles aux arbres et cultures (Wood, 1996 ; Mill, 1992). Ces espèces appartiennent généralement aux genres de termites inférieurs comme *Mastotermes* (Logan et al., 1990), *Kalotermes* (Harris, 1954) ou *Hodotermes* (Wood, 1996). Cependant, en Afrique tropicale les espèces de termites nuisibles à l'agriculture appartiennent à la famille de Termitidae (termites supérieurs) et plus particulièrement aux sous-familles des Macrotermitinae (Collins, 1984), Termitinae (Sands, 1973) et Nasutitermitinae (Pretorius et al. 1991). Selon Sands (1973), les Macrotermitinae notamment les genres *Odontotermes*, *Macrotermes*, *Microtermes* et *Ancistrotermes* sont les plus grands ravageurs d'arbres et de cultures en Afrique tropicale et en Asie.

Jusqu'à la fin des années 70, ces insectes ont été contrôlés efficacement par l'emploi d'insecticides Organochlorés persistants tels que l'Aldrine, la Dieldrine, le Chlordane, le Lindane (Bell et Muck, 2006). Ceux-ci ont été toutefois interdits après la découverte de leurs effets secondaires sur l'environnement et des risques entraînés pour la santé humaine. Outre le coût extrêmement élevé de ces insecticides, les résistances observées chez les insectes cibles constituent un frein à leur utilisation pour de nombreux pays en voie de développement. Une nouvelle orientation s'impose pour ces pays. L'usage de substances naturelles et de leurs dérivés est une alternative qui doit servir de base pour la mise au point de nouvelles molécules. Des études récentes faites dans les pays en voie de développement ont montré l'efficacité de plusieurs extraits de plantes sur les termites ravageurs. C'est notamment le cas des investigations sur des extraits de *Juniperus virginiana* (Blaske et Hertel, 2001) et d'*Allium sativum* (Park et Shin, 2005). Ces extraits naturels ont l'avantage d'être peu dispendieux, sans danger sur l'environnement et l'homme.

La présente étude entre dans ce cadre. Elle a pour objet de tester l'efficacité de l'huile de neem sur les ouvriers de termites (*Odontotermes nilensis*), à savoir ses effets répulsif, toxique et histopathologique.

Après une synthèse bibliographique dans laquelle nous ferons un bref rappel de la systématique, de l'organisation sociale, de l'écologie et de l'anatomie des termites, nous présenterons les matériel et méthodes utilisés. Les résultats obtenus seront analysés et discutés à la lumière de la bibliographie. Et enfin nous tirerons une conclusion qui sera suivie de perspectives d'études.

GENERALITES

I / Systématique des termites

La première classification des termites a été établie par Holmgren en 1911. La nomenclature a été changée par Banks et Snyder en 1920, révisée en 1921 par Light et continuée par Emerson en 1928 (Velderrain, 1991). Elle est basée sur le degré d'évolution (tableau1).

Grassé (1986) distingue 7 familles de termites :

- Mastotermitidae Desneux, 1954;
- Termopsidae (Nec Karny, 1930), Grassé, 1949;
- Hodotermitidae Snyder, 1925;
- Kalotermitidae Banks, 1919;
- Rhinotermitidae Light, 1921;
- Serritermitidae Emerson, 1965;
- Termitidae Light, 1921;

Tableau1: Classification des termites par degré d'évolution (Velderrain, 1991)

Familles	Caractéristiques
Mastotermitidae	La plus primitive
Hodotermitidae	Primitive sous plusieurs aspects mais développée socialement
Kalotermitidae	Capable de fonder ses colonies dans du bois relativement sec
Rhinotermitidae	Généralement souterraine
Termitidae	Famille avec des habitudes très diverses en ce qui concerne la nourriture et la structure de la colonie

Ainsi, il regroupe les espèces des différentes familles selon leur régime alimentaire en :

- Champignonnistes, qui consomment le bois mort, la litière et stockent les tritures formant des meules à champignon dans leurs nids ;
- Lignivores qui se nourrissent de bois morts secs ou humides ;
- Humivores, consomment de la matière organique dans les horizons humifères du sol ;

- Fourrageurs, on qualifie de fourrageurs les termites dont les ouvriers, hors et loin du nid récoltent les chaumes des graminées, des tiges de plantes herbacées, les sectionnent en courts tronçons.

II / Organisation sociale et Ecologie des termites

1 / Organisation sociale

1.1 / Les sexués primaires

Ce sont les fondateurs de la colonie, le roi et la reine qui vont quitter la colonie pour former de nouvelles termitières.

Dans la majorité des cas, il n'y a qu'un roi et une reine par colonie mais dans certaines colonies il peut y avoir plusieurs couples reproducteurs (Velderrain, 1991).

On les reconnaît bien des autres individus de la termitière par une taille plus grande, une coloration plus foncée du tegument par une sclérisation importante de l'ensemble du corps, la présence de petits moignons d'ailes et de petits yeux noirs.

D'après Velderrain (1991), la reine est au moins cinq fois plus grande que les autres individus. Elle a un abdomen fort distendu du fait du nombre considérable d'oeufs en gestation.

1.2 / Les sexués secondaires

Ce sont des individus, mâles et femelles, qui ne quittent pas la colonie pour former d'autres cités. Elles apparaissent dans les termitières en grand nombre quand les sexués primaires ont disparu.

Chez les termites inférieurs, la disparition du couple royal est généralement suivie de l'apparition de sexués de remplacement néoténiques. Des sexués de remplacements imaginaires ont été décrits par Grassé (1949), ils proviennent des nymphes âgées proches de la mue imaginaire au moment de la disparition du couple royal.

Chez les termites supérieurs, les sexués de remplacements imaginaires sont plus fréquents. Dans la sous-famille des Macrotermitinae, tous les sexués de remplacement sont de type imaginal. Ces sexués de remplacement sont identiques aux imagos normaux, certains présentent une pigmentation moins complète (Bordereau, 1975)

1.3 / Les ouvriers

Les ouvriers sont les individus les plus nombreux et les plus petits de la colonie. Ils sont reconnaissables par leur teinte blanchâtre, due à une faible sclérisation de l'ensemble du corps, et par un abdomen mou souvent coloré par la cellulose.

Neutres sexuellement, aveugles, jamais ailés, ils sont munis de mandibules broyeuses. Les ouvriers nourrissent toute la colonie et sont les seuls responsables des dégâts.

Leur fonction est de chercher la nourriture à l'extérieur de la termitière, circulant en un incessant va-et-vient dans des galeries fermées, à l'abri de l'air et de la lumière. Ils digèrent la nourriture, puis l'apportent au nid pour nourrir les individus d'autres castes soit par régurgitation salivaire (trophallaxie), soit par défécation (Velderrain, 1991).

1.4 / Les soldats

Ils sont en nombre très variables, selon les espèces, la période l'année, la taille et le développement de la termitière. Ils sont facilement reconnaissables par leurs mandibules extrêmement puissantes, issues d'une tête massive, brune et fortement sclérisée. Sur le front ou "vertex", ils possèdent parfois une glande qui produit un liquide corrosif destiné à combattre leurs ennemis. La caste des soldats, neutre, génétiquement de constitution mâle ou femelle comme chez les ouvriers, assure la sécurité de la termitière. Les soldats gardent à l'abri des attaques de leurs pires ennemis les fourmis, qui sont capables de mettre fin à toute une colonie (Goncalves, 2005).

2 / Ecologie

2.1 / Rapports des termites avec le climat

Grâce aux "subterfuges" du nid, les termites parviennent à vivre dans des milieux qui leur sont hostiles, notamment dans le désert où l'eau est rare et la masse alimentaire réduite. Les variations quotidiennes de la température et de l'humidité relative dans le nid, parfois construit dans les lieux très arides, sont très négligeables. Ce qui montre ainsi le rôle d'isolant que joue le nid.

La faune des déserts se compose d'une majorité d'espèces qui ont découvert la niche écologique grâce à laquelle elles échappent aux rigueurs du climat général. Dans les régions à longue et sévère saison sèche (sahel, diverses zones de l'Afrique australe), les termites vont chercher l'eau jusqu'à la nappe

phréatique, et de la sorte, maintiennent leur équilibre hydrique interne et climatisent leur termitière par apport d'eau liquide.

Les termites sont à 99 pourcent des insectes habitant les zones chaudes, voire torrides du globe. Quelques genres habitent les pays tempérés : *Reticulitermes*, diverses Kalotermitidae dont *Kalotermes flavicollis* que l'on peut considérer comme appartenant à la faune méditerranéenne. Ces insectes, en immense majorité, habitant les pays chauds ont des exigences fonctionnelles et écologiques précises. C'est le cas de *Bellicositermes subhyalinus*, qui vivent dans les savanes sèches de l'ouest africain. La journée, les ouvriers exploitent depuis les bois qui jonchent le sol, de préférence plus ou moins enterrés, les excréments d'herbivores et ne s'exposent pas à l'air libre.

Au crépuscule, les colonnes des récoltants sortent du nid et vont fourrager pendant plusieurs heures, découpant les fétus des graminées qu'ils ingèrent et avec lesquels ils élaborent les mylosphères dont ils construisent les meules à champignons.

La double activité des Macrotermitinae (diurne et nocturne) et aussi des *Anacanthotermes* témoignent d'une bonne adaptation aux conditions climatiques. La climatisation du nid par transport d'eau, la recherche, la trouvaille et l'exploitation des nappes souterraines aquifères ne sont pas des pratiques courantes dans le monde animal. Les termites les ont inventées et sont les seuls à les mettre en œuvre avec succès (Grassé, 1986).

2.2 / Ecologie et distribution spatiale

Le facteur principal délimitant l'aire géographique des termites est le climat général où la température tient le rôle le plus important. Les températures situées entre 18 et 30°C sont celles qui conviennent le mieux à ces insectes. 18°C est pour beaucoup, une valeur limite inférieure, même pour les espèces de climat tempéré. Les *Reticulitermes* n'essaient que par une température égale ou supérieure à 20°C (Grassé, 1986).

Le régime des pluies, l'hydrologie souterraine, la nature pétrologique des sols, la qualité et la quantité d'humus, la masse alimentaire contenant de la cellulose ... exercent une influence primordiale sur la répartition et la densité des populations termitiques. Chaque espèce de termites a ses préférences ce qui explique, grosso modo, sa localisation et sa densité dans un espace donné.

2.3 / Nécessité d'un milieu riche en cellulose

Les Isoptères, quelqu' ils soient, ont le même aliment énergétique, la cellulose qui a toujours une origine végétale. Ils exploitent largement le bois vivant ou mort, les feuilles et herbes sèches ou vertes, l'humus. Ils connaissent rarement la disette. Seuls, les termites désertiques sont exposés à la subir.

En fonction de la source de cellulose dont le terme se nourrit, on distingue les Xylophages stricts qui vivent soit exclusivement dans le bois (Kalotermitidae, Termopsidae), soit dans la terre et le bois (Heterotermitinae, Coptotermitinae). Les Macrotermitinae (*Sphaerotermes* exclus) mangent le bois, les herbes sèches ou vertes, les feuilles et meules à champignons et constituent une catégorie parfaitement caractérisée. Les Fourrageurs exploitent les herbes, surtout les graminées de la savane et la litière forestière. On en trouve parmi les Hodotermitidae, les Psamotermitinae, les Nasutitermitinae, les Termitinae, les Macrotermitinae. Les Humivores vrais vivent pour la plupart dans la grande forêt et dans les forêts-galeries. Ils mangent de l'humus qui recouvre le sol. Ils sont de grands consommateurs de la cellulose altérée de la matière végétale en cours de décomposition.

2.4 / Rôle écologique

Les termites font partie de la macrofaune du sol qui a une influence sur l'évolution du sol et la végétation (Arshad, 1982). Leurs actions peuvent faciliter la régénération des sols en augmentant la fertilité. Enbudu et al. , (1992) ont constaté que certains nids de termites ont un grand pouvoir fertilisant cité par Sarr (1995). Selon Renoux (1995)), en Afrique intertropicale, les termites représentent la biomasse la plus importante des sols, ont une influence considérable aussi bien écologique qu'économique, par leur régime alimentaire et leur opportunisme, cité par M'bengue (2003). Cette importance dans le processus de décomposition et de recyclage de la matière organique est due à une distribution des espèces dans des biotopes variés qu'elles ont pu coloniser grâce à une diversification de leur régime alimentaire et à leur métabolisme particulier. Chaque groupe trophique a une action particulière sur le sol :

- les Champignonnistes jouent un rôle important sur l'évolution du sol en savane et forêt. En zone humide les Macrotermitinae assurent la remontée en surface de l'argile. En savane, les *Odontotermes* et *Macrotermes* ameublissent le sol et l'aèrent par des galeries. Une grande quantité de sol

est amenée en surface par les Macrotermitinae. Ces Champignonnistes exercent des effets notables sur la redistribution des éléments minéraux (Boyer, 1971) ;

- les Humivores exercent en forêt une forte action ameublissante des sols et contribuent à détruire la cellulose contenue dans l'humus. En savane, ils jouent le même rôle que les Champignonnistes (ameublissement, aération du sol, etc.) et font apparaître de nouveaux sols riches en matières organiques qui couvrent une partie non négligeable des grandes dalles latéritiques (Sarr, 1995) ;
- les Lignivores exercent une action peu significative sur le sol. Mais leur consommation de bois vivant sur pied leur permet de réaliser la première étape de la transformation végétale.
- les Fourrageurs ont une action qui se limite à une aération du sol par leurs galeries de récolte.

III / Rappel anatomique des termites

1 / Tube digestif

Le tube digestif, bien que sa structure soit d'un type assez général, présente des particularités liées à la xylophagie. Il commence par le cibarium ou étage supérieur de la cavité buccale, limité en haut par le plafond de ladite cavité, en bas par l'hypopharynx. Puis vient l'intestin antérieur issu du stomodeum de l'embryon, invagination ectodermique qui s'insinue entre le tritocérébron (3^e segment) et les mandibules (4^e segment). Suivent le mésentéron ou intestin moyen d'origine endodermique et l'intestin postérieur qui est le proctodeum ectodermique embryonnaire transformé.

1.1 / Intestin antérieur

Il dérive tout entier du stomodéum de l'embryon ; ébauche constitué par une invagination de l'ectoderme postoral. Il débute par le pharynx dont le cibarium est considéré comme correspondant à la bouche vraie. L'arrière du pharynx se continue par l'œsophage qui, du point de vue topographique, commence dans la région postérieure de la tête et, situé dans le plan sagittal, traverse le cou puis passe dans le thorax.

Vers l'arrière, l'œsophage agrandit progressivement son diamètre et forme une petite outre, le jabot qui apparaît le plus souvent comme une dilatation latérale du tube digestif. La partie postérieure du jabot s'individualise et devient un organe broyeur d'aliments, le gésier ayant la forme d'un cône renversé. La zone de passage du gésier à l'intestin moyen est désignée sous le nom de valvule oesophagiennne. Cette valvule est une portion du stomodéum,

composée exclusivement de cellules d'origine ectodermique, revêtues sur la face limitant la lumière d'une cuticule chitineuse ou intima.

1.2 / Mésentéron ou intestin moyen

Le mésentéron est un tube d'un diamètre uniforme sur toute sa longueur, dépassant celui du gésier. Dans quelques espèces au niveau de la valvule oesophagienne, il envoie vers l'avant quelques caeca. La disposition de ces caeca est symétrique par rapport au centre de la circonférence que dessine la paroi du mésentéron.

Les couches constituantes du mésentéron sont :

- une couche mince de tissu conjonctif ou pseudoperitoneum ;
- une faible couche de fibres musculaires longitudinales ;
- une faible couche de fibres musculaires circulaires ;
- une épaisse couche de tissu conjonctif ;
- une couche plus interne de l'épithélium sécréteur.

1.3 / Intestin postérieur

Il dérive du pr octodéum, invagination ectodermique embryonnaire se produisant à l'opposé du stomodéum. En principe, sa limite est marquée par l'implantation des tubes de Malpighi. Cela est loin d'être vrai pour tous les Isoptères, où intestins moyen et postérieur s'intriquent plus ou moins au niveau de leur jonction.

Chez les termites, autres que les Termitidae, les intestins moyen et postérieur s'abouchent au niveau où s'implantent les tubes de Malpighi. Chez les Termitidae et de façons variées, mésentéron et intestin postérieur s'intriquent plus ou moins au niveau de leur jonction, réalisant un segment mixte tout à fait caractéristique des termites supérieurs.

Holmgren (1909), cité par Grassé (1982) a subdivisé l'intestin postérieur des Isoptères en segments successifs :

- 1^{er} segment, plus ou moins long et tubulaire, parfois dilaté (côlon).
- 2^e segment, il correspond à une zone organisée en valvule différemment armée selon les genres ; c'est la valvule entérique.
- 3^e segment, son entrée est sous le contrôle de la valvule entérique. Il se dilate en panse, le plus souvent d'un volume considérable, dans laquelle le transit des aliments se ralentit et où la digestion du bois est effectuée par des organismes symbiotiques (Bactéries ou Zooflagellés).
- 4^e segment, c'est une région tubulaire.
- 5^e segment, il correspond à l'ampoule rectale où sont collectés les excréments.

Tous ces segments, de par leur origine ectodermique, sont tapissés intérieurement par une intima chitineuse ayant la valeur d'une cuticule.

2 / L'appareil respiratoire

Cet appareil, comme chez tous les insectes à de rares exceptions près, se compose d'un système complexe de tubules ramifiées appelées trachées. Ces trachées communiquent avec l'atmosphère extérieure par des orifices, les stigmates. Ces orifices se situent dans les pleurites du mésothorax, du métathorax et de l'abdomen, à raison d'une paire par segment.

La structure des trachées et des trachéoles est du type banal, tel qu'on l'observe chez l'immense majorité des insectes ptérygotes. Le système trachéen acquiert, chez la reine physogastre, des particularités.

Les stigmates ou ouvertures respiratoires, sont au nombre de 10 : I (mésothorax), II (métathorax), III à X (huit premiers segments abdominaux). Ils s'ouvrent dans les pleurites de chaque côté du corps et n'ont pas la même structure.

3 / L'appareil circulatoire

Des organes des Isoptères, l'appareil circulatoire est, avec les tubes de Malpighi, celui dont l'étude a été la plus négligée (Grassé, 1982). Comme chez tous les insectes, il se compose d'un tube cardiaque fait d'une suite de ventricules, situé immédiatement sous la ligne médio-dorsale plus ou moins transparente.

Le tube cardiaque compte 11 chambres ou ventricules, à raison d'une pour chacun des premiers segments abdominaux et pour le métathorax et le mésothorax. C'est un tube continu qui va de la tête jusqu'à l'extrémité postérieure de l'abdomen. Chaque ventricule, renflé vers l'arrière, est percé de chaque côté d'une ouverture ou ostium qui le fait communiquer avec la cavité hæmocœlomique. Le sang des Isoptères est l'hémolymphé dont la composition en acides aminés varie d'une espèce à une autre voire d'une caste à une autre.

Les termites avec les insectes primitifs Thysanoures, Diploures, sont les moins pigmentés de la gent entomologique. La plupart sont blancs et leurs larves translucides. Toutefois, les imagos sont roux, brun foncé, voire noirs. Moore (1962) a trouvé des substances hautement fluorescentes dans l'hémolymphé de *Nasutitermes exitiosus* qu'il a nommé nasutines dont le rôle reste inconnu.

4 / Les organes génitaux

4.1 / Organes génitaux mâles

Ils sont relativement simples. Les deux testicules se tiennent, de part et d'autre du tube digestif, en position latéro-dorsale dans la partie postérieure de l'abdomen. Chacun d'eux se compose d'un ou plusieurs bouquets de lobes ou tubules débouchant dans l'extrémité antérieure du canal déférent. Les deux canaux déférents se dirigent ventralement sur les côtés du corps. Ils passent sous l'intestin, sur le plancher de l'abdomen et aboutissent au niveau du 9^e sternite et à la vésicule séminale en convergeant l'un vers l'autre. Puis ils s'unissent et forment le canal éjaculateur, dont l'extrémité se transforme plus ou moins en organe copulateur rudimentaire. Cet organe constitue le pénis qui déborde à l'extérieur par le pore génital (gonopore) mâle situé dans la membrane intersegmentaire des segments IX et X.

4.2 / Organes génitaux femelles

Ils sont représentés par une paire d'ovaires qui courent dorso-latéralement sur toute la longueur de l'abdomen. Chaque ovaire dispose d'un canal évacuateur, l'oviducte pair. Les deux oviductes se dirigent vers l'arrière et convergent l'un vers l'autre s'unissant sous le rectum. Ils forment l'oviducte impair, qui s'élargit et devient la chambre génitale. Les ovaires se composent d'ovarioles dont le nombre varie selon l'espèce.

MATERIEL ET METHODES

I / Matériel

1 / Matériel biologique

Dans le présent travail, nous avons utilisé une espèce d’Isoptère : *Odontotermes nilensis* dont la position systématique est la suivante :

Règne	Animal
Sous Règne	Métazoaires
Embranchement	Arthropodes
Sous-embranchement	Antennates ou Mandibulates
Super classe	Hexapodes
Classe	Insectes
Sous-classe	Ptérygotes
Infra classe	Néoptères
Super ordre	Blattoptéroïdes
Ordre	Isoptères
Famille	Termitidae
Sous-famille	Macrotermitinae
Genre	<i>Odontotermes</i>
Espèce	<i>nilensis</i>

2 / Matériel de laboratoire

Tous nos tests ont été effectués dans les conditions du laboratoire. Le matériel de traitement que nous avons utilisé est constitué :

- des boites de Pétri de 4.5 cm de diamètre
- des pipettes graduées
- d'une poire pipette
- d'un masque
- d'une étuve
- des gants
- d'une hotte
- des papiers filtre
- de l'huile de neem formulée
- d'une cuillère en plastique.

Le matériel d'histologie est composé :

- du CarnoyII
- des microtubes
- de l'alcool 95 et 70%
- du butanol
- de la butyraparaffine
- de la paraffine pure
- des barres de Leuckart
- d'un microtome STIASSNIE
- d'une batterie de coloration

II / Méthodes

1 / Récolte des termites

Toutes nos récoltes ont été effectuées dans le Jardin Botanique de la Faculté des Sciences et Technique (FST) de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD). Les termites sont récoltés à l'aide d'une cuillère en plastique placée à l'intérieur du nid après avoir créé une brèche dans la paroi du nid. Les individus ainsi récoltés sont placés dans des bocaux de dimensions 7x 10x 10 cm. Les soldats sont au préalable extraits du groupe. Les ouvriers restant sont nourris avec des excréments d'herbivores mélangés avec un échantillon de sable humide issu du nid avant les tests.

L'identification de l'espèce a été possible grâce à une clé d'identification des termites et à la collaboration d'un chercheur de l'IFAN.

2 / Traitements

2.1 / Effet répulsif

Pour tester l'effet répulsif du HNF, nous avons utilisé 8 boîtes de Pétri de 4.5cm de diamètre dont 4 pour les tests et 4 pour les témoins. Des papiers filtre imbibés d'Huile de Neem Formulée sont placés dans chacune des boîtes pour les tests suivant une gamme de doses croissantes allant de 0.4 à 0.16mg/ ml. Par contre pour les témoins les papiers filtres ont été imbibés d'eau distillée. Des comptages de 30 termites ont été effectués. Ces derniers ont été placés dans chaque boîte de Pétri en contact avec les papiers filtre imbibés de HNF et d'eau distillée. Les boîtes ne sont pas fermées au cours du traitement. Le comptage du nombre de termites qui ne se sont pas enfouis ou bien qui sont restés dans les boîtes s'est fait toutes les 5 minutes et cela pendant 60 minutes. L'expérience a été répétée 4 fois. Les moyennes des individus enfouis ou restants dans les boîtes traitées et celles des témoins ont été calculées et comparées au test T de Student.

2.2 / Effet toxique

Nous avons, pour ce cas, utilisé 6 boîtes de Pétri de 4.5cm de diamètre dans lesquelles sont placés 5g de sable humide issu du nid et quelques excréments d'herbivores pour s'assurer que les ouvriers mis en contact ne meurent pas de faim et que ces derniers, en creusant des galeries, ingèrent le produit mélangé au sable et excréments.

Les 5 premières boîtes sont traitées avec les doses 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60 mg/ml du produit. La 6^e boîte restante sert de témoin. 30 ouvriers sont placés dans chaque boîte de Pétri. Contrairement à l'effet répulsif, toutes les boîtes ont été fermées pour que les ouvriers ne s'échappent pas et ainsi pouvoir enregistrer les mortalités. L'expérience est répétée 5 fois. Les moyennes des pourcentages de mortalité sont calculées dans chaque boîte de Pétri puis elles ont été comparées grâce au test T de Student.

Après chaque traitement, les individus morts sont fixés au CarnoyII pour étudier l'effet histopathologique de l'huile de neem sur le corps des termites.

3 / Calcul des pourcentages de mortalité corrigée

Pour ce faire, nous avons fait appel à la formule d'Abbot (Abbot, 1925) :

$$\% \text{ de mortalité} = (\text{N.O. M.} - \text{N.O.TE.}) \times 100 / \text{N.T.O.} - \text{N.O.TE.}$$

Avec N.O.M. : Nombre d'Ouvriers traités Morts

N.T.O. : Nombre Total d'Ouvriers

N.O.TE. : Nombre d'Ouvriers morts dans le Témoin

4 / Etude histologique

4.1 / Fixation

Selon Martoja & Martoja-Pierson (1967) " fixer une cellule, c'est la conserver dans un état aussi proche que possible de l'état vivant". La fixation vise plus précisément :

- une bonne conservation des protéines qui jouent un rôle très important dans la constitution des organites cellulaires ;
- l'insolubilisation des constituants cellulaires qu'on se propose d'étudier ;
- l'inhibition des enzymes cellulaires responsables de l'autolyse de la cellule ;
- la préparation des structures aux traitements ultérieurs (déshydratation, coloration...) par mordantage.

L'effet mordanteur de la fixation permet la coloration des constituants de la cellule vivante qui, exceptions faites aux vacuoles et mitochondries, sont normalement colorables.

Dans le présent travail, nous avons utilisé comme fixateur le CarnoyII. Les ouvriers sont laissés dans le fixateur 48 à 72 heures avant qu'ils ne soient soumis aux étapes suivantes.

4.2 / Déshydratation

Le matériel fixé est déshydraté par :

- un premier bain d'alcool 95% (5 heures)
- un deuxième bain d'alcool 70% (5 heures)
- un premier bain de butanol (4 heures)
- un deuxième bain de butanol (4 heures)

4.3 / Imprégnation

Le matériel déshydraté est mis dans un bain de butyraparaffine qui est un mélange à quantité égale de butanol et de paraffine. L'imprégnation est parachevée par 3 bains de 3h de paraffine pure. Les pièces sont mises en bloc dans la paraffine du 3^e bain.

4.4 / Inclusion

Nous avons utilisé des moules appelées "Barres de Leuckart" placées sur une plaque de verre. Le matériel est introduit dans la paraffine versée dans la moule et appliqué contre un des bords de la moule. Il est rapidement orienté avant que la paraffine ne polymérisé. Une étiquette est plantée dans la paraffine encore liquide, à l'opposé du matériel. Afin d'obtenir une bonne polymérisation de la paraffine, nous avons conservé les blocs obtenus à la température ambiante avant la confection des coupes.

4.5 / Réalisation des coupes

4.5.1 / Taille des blocs

Elle consiste à éliminer l'excès de paraffine entourant la pièce, avec une lame de scalpel ou une lame de rasoir. Nous avons utilisé un scalpel à l'aide duquel nous obtenons une pyramide contenant la pièce. La surface de coupe étant un trapèze rectangle comportant 2 cotés opposés parallèles.

4.5.2 / Coupes

Les coupes ont été réalisées au microtome avec une épaisseur de 7µm environ. Ces dernières sous forme de ruban sont étalées sur des lames porte-objet et séchées à l'étuve (30°C) avant la coloration au Trichome de Masson.

4.6 / Coloration

4.6.1 / Déparaffinage et Réhydratation

La paraffine des lames porte-objet avec les coupes est liquéfiée sur une plaque chauffante ou par flambage avec une lampe. Les lames sont immédiatement plongées dans 2 bains de toluène qui dissolvent totalement la paraffine. Après déparaffinage, les tissus sont réhydratés en vue de la coloration. La réhydratation s'est faite par 2 bains de butanol, suivis de 2 bains d'alcool (un premier bain à 95 % et un deuxième bain à 70%). Elle est parachevée par un bain des tissus dans l'eau courante. La durée de chacun des bains est de 5 minutes.

4.6.2 / Coloration au Trichome de Masson

Elle s'est faite dans des tubes de Borrel pouvant contenir 3 lames. Cette technique est à base de 4 colorants débutant par une coloration à l'Hématoxyline de Groat. Les tissus sont ensuite rincés à l'eau courante pendant 5 minutes. La coloration se poursuit successivement par des bains de 5 minutes : la Fuschine Ponceau, l'Orange Molybdique et le Vert lumière. Chacun des ces bains est séparé du suivant par un rinçage des tissus durant 5 mn dans l'eau acétique à 1%.

4.7 / Montage

Après coloration, les lamelles sont montées sur des lames et collées avec du baume de Canada puis nous avons procédé au séchage de la préparation dans l'étuve à 60°C pendant 48 h avant les observations. Ces dernières sont faites par le biais du microscope photonique Motic relié à un ordinateur permettant une nette vision des éléments et la prise de photos.

RESULTATS

Nous les avons scindé en deux : les résultats sur les traitements et sur l'histopathologie :

I / Résultats du traitement

1 / Effet répulsif

Pendant 60 minutes, nous avons observé le comportement des termites dans les boîtes de Pétri. Pour chaque essai, nous avons compté le nombre d'ouvriers qui restent dans les boîtes aussi bien dans les traités que dans les témoins. Avec les doses 0,4 ; 0,8 ; 0,12 et 0,16 mg/ml nous avons obtenu respectivement les moyennes 4,5 ; 3,25 ; 2,5 et 2,75. Avec les trois premières doses, Il y a plus d'ouvriers sur les papiers témoins (papiers traités avec de l'eau distillée) que sur ceux traités avec le HNF. Autrement dit, les moyennes des individus trouvées dans les témoins sont significativement supérieures à celles trouvées dans les traités ($P<0,01$, $V=3$, test T de Student). Par contre, avec la dose 0,16mg/ml, nous constatons que la moyenne au niveau du témoin n'est pas significativement plus importante que celle trouvée dans les boîtes traitées avec le produit ($P>0,01$, $V=3$, test T de Student) (tableau 2).

Tableau 2 : Moyennes des individus trouvés sur les papiers pendant 60 minutes.

Traités (concentrations en mg/ml)	Témoins (quantité d'eau en ml)	Moyennes des individus trouvés sur les papiers traités pdt 60mn	Moyennes des individus trouvés sur les témoins pdt 60mn	Différence entre les moyennes
0,4	0,4	4,5	10	$P<0,01$; $V=3$
0,8	0,8	3,25	11	$P<0,01$; $V=3$
0,12	0,12	2,5	10	$P<0,01$; $V=3$
0,16	0,16	2,75	8,75	$P>0,01$; $V=3$

2 / Effet toxique

Nous avons obtenu en 24h de test, avec les concentrations 0,20 et 0,30mg/ml les pourcentages de mortalité correspondant à 54,41 et 55,63% respectivement. Ces résultats montrent que la DL 50 est obtenue en 24h et se situe entre les concentrations précitées (environ 0,25mg/ml). Tandis qu'avec les doses 0,40 ; 0,50 et 0,60mg/ml les pourcentages de mortalité obtenus en 24h sont respectivement 65,35 ; 68,40 et 78,21%.

Ces pourcentages augmentent 48h après dans toutes les boîtes de Pétri. Ainsi, la DL 100 est obtenue en 48h pour la concentration 0,60mg/ml alors que pour les autres, elle ne l'est que 72h après (figures 3 et 4).

En 72h, nous obtenons 100% de mortalité dans toutes les boîtes de Pétri. Dans le témoin la mortalité reste toujours faible (tableau 3).

Tableau 3 : Pourcentages de mortalité des ouvriers après traitement

Concentrations (mg/ml)	24H	48H	72H	96H
0,20	54,71	61,41	100	100
0,30	55,63	71,38	100	100
0,40	65,35	90,22	100	100
0,50	68,40	95,04	100	100
0,60	78,21	100	100	100
T (0,6ml H ₂ O)	0,83	1,66	5	8,33

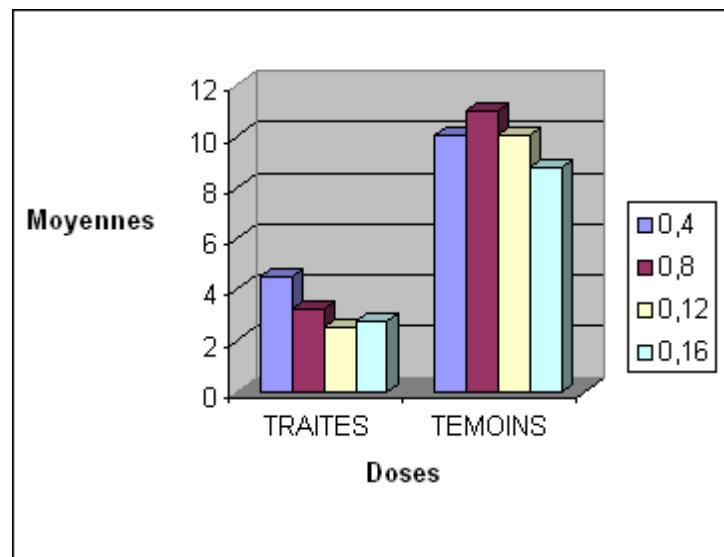


Figure 1 : Comparaison entre les individus traités et témoins (Moyennes des individus en fonction de la dose (mg/ml)).

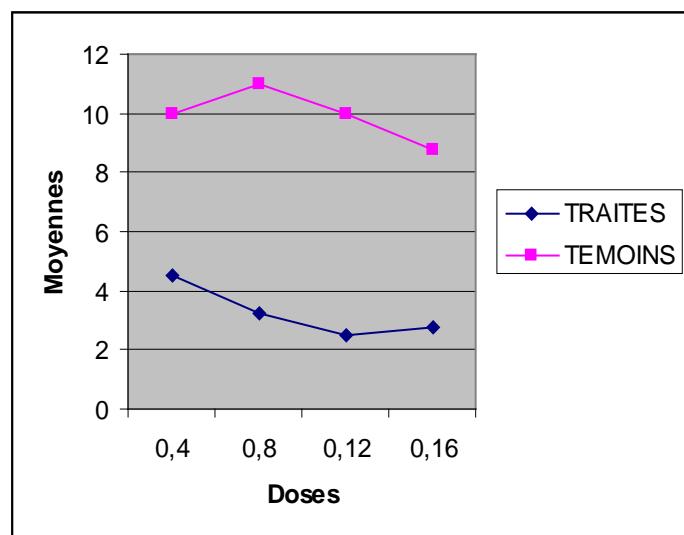


Figure 2 : Evolution de la répulsion en fonction de la dose (mg/ml).

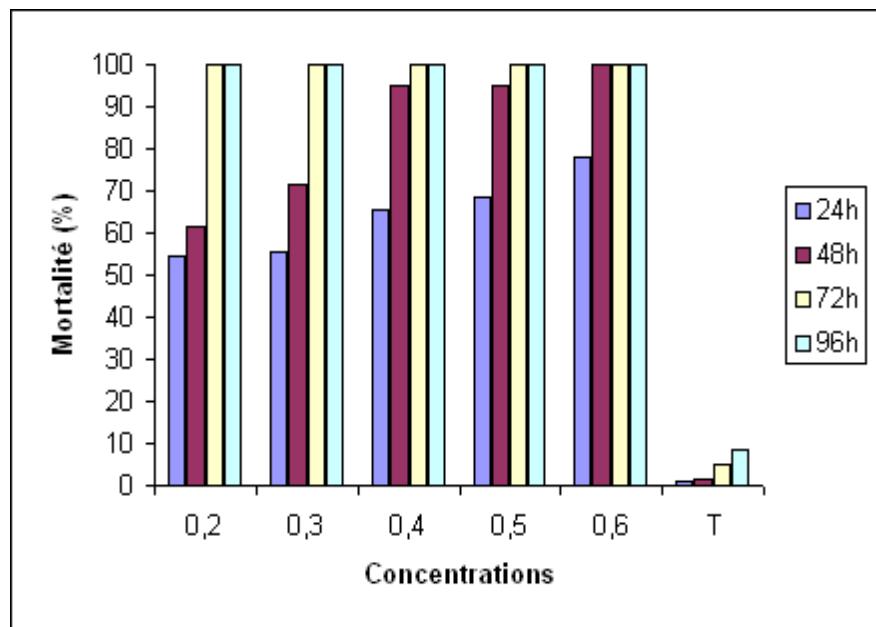


Figure 3 : Pourcentages de mortalité des ouvriers en fonction de la concentration en matière active (mg/ml).

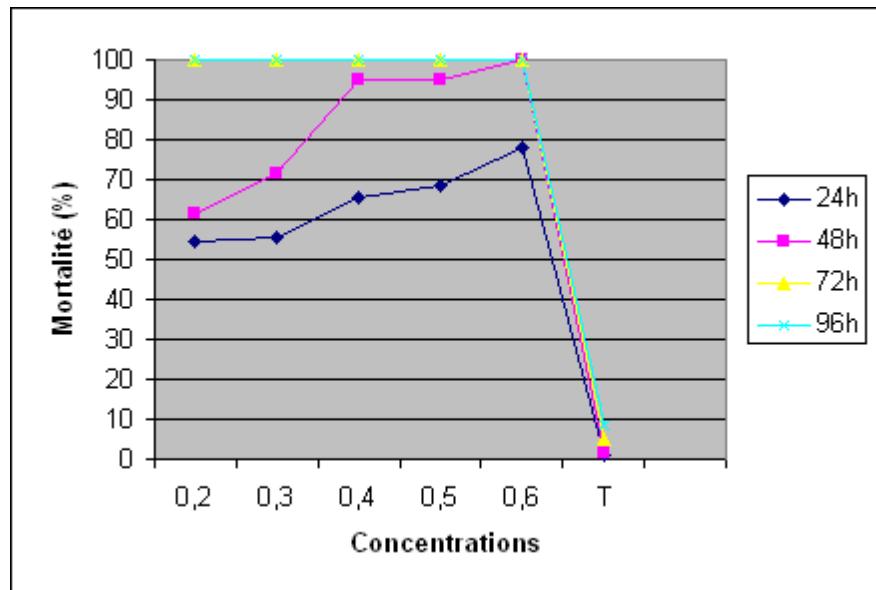


Figure 4 : Courbes d'évolution de la mortalité des ouvriers en fonction de la concentration en matière active (mg/ml).

II / Résultats histopathologiques

L'aspect externe des ouvriers traités comparé à celui des témoins montre des différences. Les termites traités ont une cuticule sombre et sèche (figures 5 et 6) par rapport aux témoins ou spécimens morts naturellement (figures 7, 8,9 et 10). Les organes externes tels que les antennes, les pattes et les mandibules de ces insectes montrent des signes d'atteinte comme le montre les figures (5) et (6). Sur quelques individus nous observons des antennes décomposées et des jambes brisées.

Les coupes réalisées sur des individus morts montrent que l'huile de neem mélangée au substrat a été ingérée par ces insectes. Nous observons une désorganisation de certains organes du tube digestif.

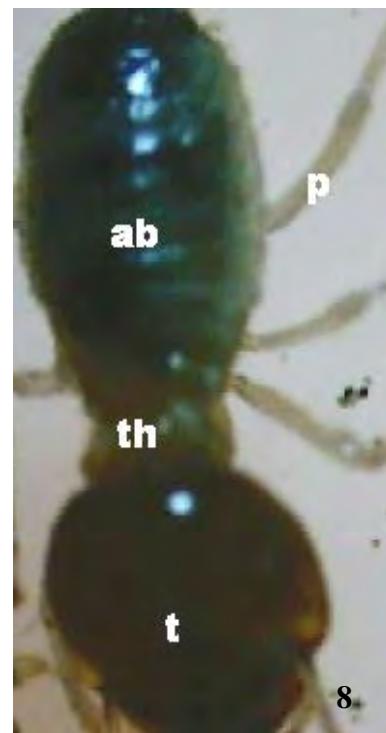
Les coupes réalisées au niveau du tube digestif et plus particulièrement au niveau de l'intestin antérieur montrent que le gésier (organe broyeur d'aliment) est affecté par le produit.

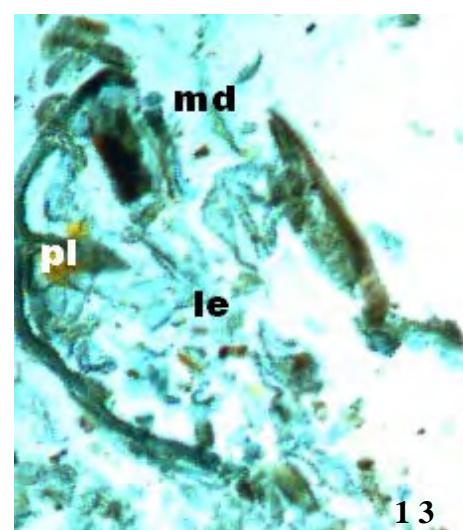
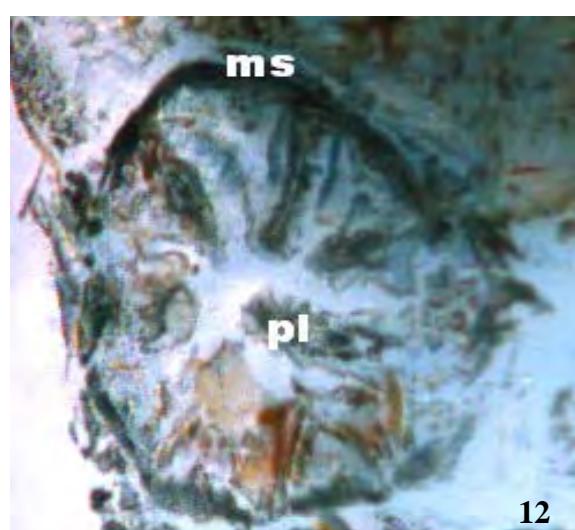
Comme le montrent les figures 11 et 12, la paroi du gésier (membrane séreuse) ainsi que les plis longitudinaux des témoins ne sont pas détruits. Nous observons au niveau des individus traités la destruction par endroit de la membrane séreuse et les plis longitudinaux

Les coupes longitudinales réalisées au niveau de l'intestin postérieur (figures 14 et 15) ne montrent pas de différence du point de vue destruction entre les valvules entériques et intima des ouvriers traités et témoins. Par contre, le tissu musculaire est très affecté par le produit. Les coupes faites au niveau des caeca gastriques montrent peu de différences entre individus traités (figure 16) et témoins (figures 17). Cependant, quelques débris occupant la lumière des caeca des individus traités ont été observés.

Les coupes faites au niveau de la tête de ces insectes ne montrent pas d'atteinte à ce niveau (figure 18).

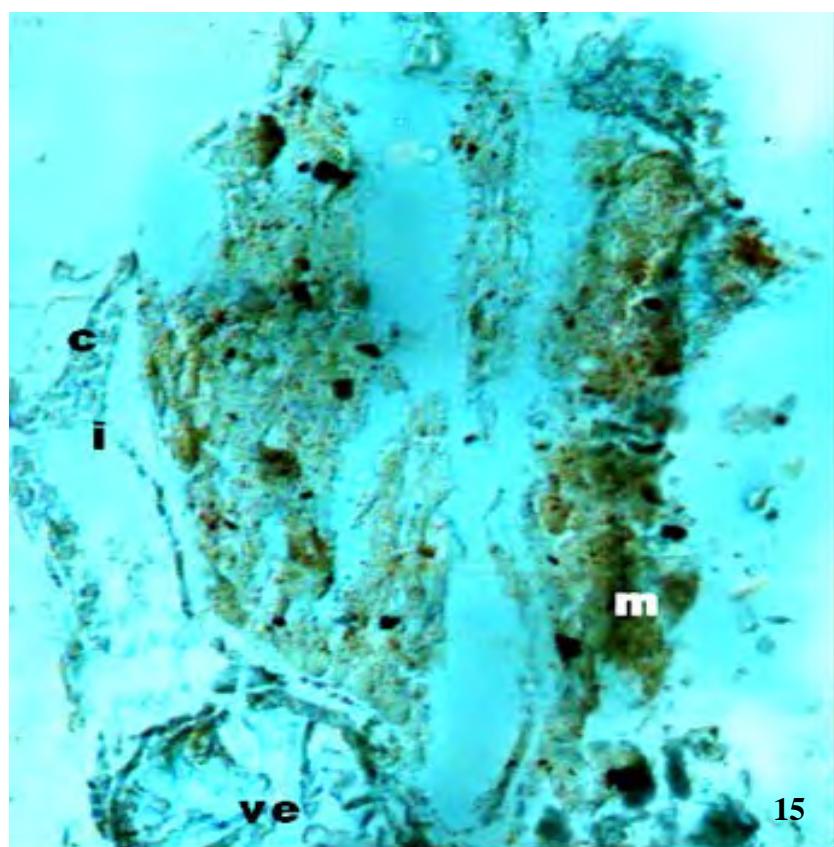




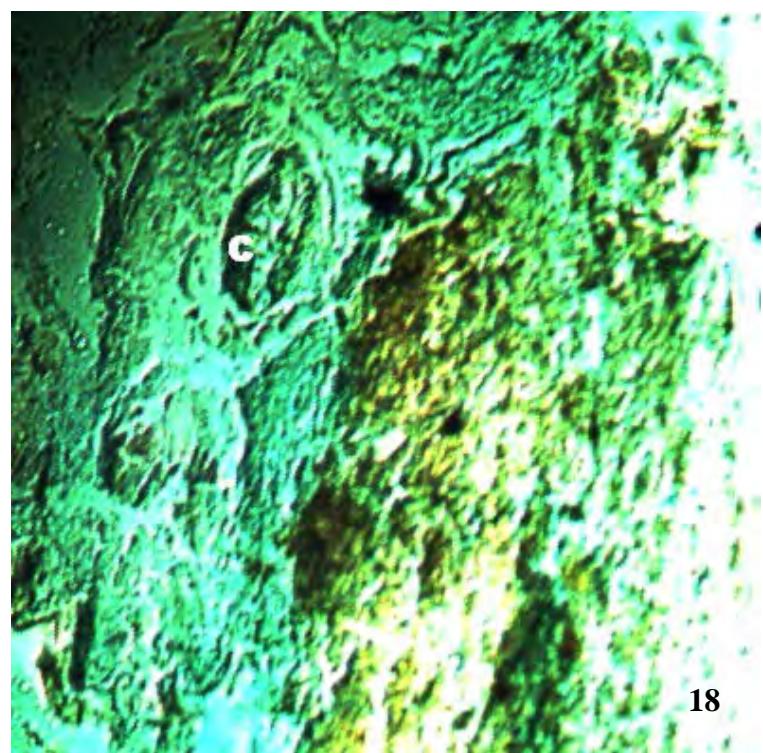
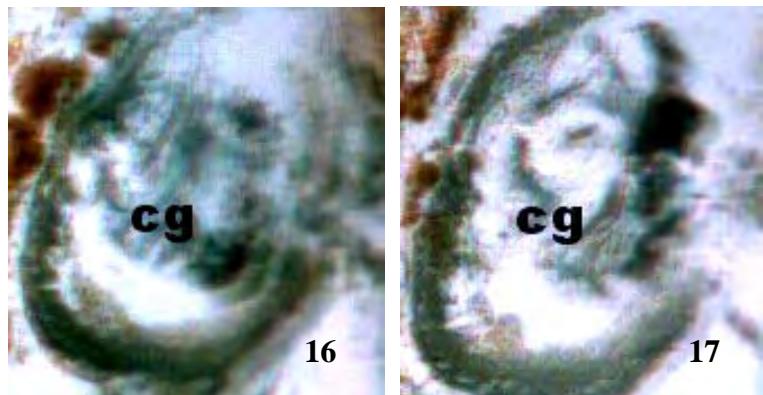




14



15



DISCUSSION

1 / Effet répulsif

Pour élucider les propriétés répulsives de certains insecticides sur les insectes ravageurs, il est nécessaire de tester leur efficacité par des expériences au laboratoire (Smith, 1979 ; Sharma et al. 1994).

Nos études montrent que le neem et plus particulièrement l'azadirachtine exerce un effet répulsif sur des ouvriers d'*Odontotermes nilensis*. En effet, toutes doses que nous avons utilisées sont répulsives comme le montrent les résultats du tableau 2. Cette répulsion devient plus importante avec l'augmentation de la dose : plus la concentration en matière active est importante, moins nous trouvons des ouvriers sur les papiers traités. Les moyennes trouvées avec les doses 0,4 ; 0,8 et 0,12 mg/ml de notre produit sont significativement supérieures à celles trouvées au niveau des témoins. Cette différence s'explique par le fait que le neem exerce un effet répulsif sur ces insectes. Cependant, avec la dose 0,16 mg/ml, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes ($P>0,01$; $V=3$; test t de Student).

Nos études confirment les propriétés répulsives des extraits de plantes notamment, le neem sur les termites.

Des études similaires à nos travaux faites au laboratoire par certains auteurs tels que Grace et al. (1992), Grace et Yates (1992), Ishida et al. (1992) ont montré les propriétés répulsives du neem sur les termites. Ces auteurs ont testé le neem sur les termites inférieurs connus pour leur grande sensibilité à l'égard des produits chimiques. Cependant, dans notre travail, nous avons testé le neem sur une espèce de terme supérieur ou champignonniste également très sensible au produit.

Par ailleurs, il existe d'autres produits insecticides extraits de plantes autres que le neem qui ont été testés pour leurs propriétés répulsives vis-à-vis des termites en particulier et aux insectes ravageurs en général.

C'est ainsi que, en testant les effets répulsifs de plusieurs quinones sur *Odontotermes obesus*, Ganapaty et al. (2004) ont utilisé les concentrations 0,200 ; 0,100 et 0,020 g/ml. Ils obtiennent respectivement en 60 minutes d'expérience les moyennes suivantes : 2,1 ; 3 et 2,1.

Dans notre expérience, les moyennes obtenues sont légèrement supérieures à celles obtenues par Ganapaty et al. (2004). Toutefois, il faudra noter que nos deux produits sont différents ainsi que les espèces sur lesquelles ils sont testés. Ce qui peut expliquer la différence entre nos deux moyennes.

D'autre part, Blaske et Hertel (2001), en testant les effets répulsifs de l'huile de coco, de l'huile de cèdre, de l'isobornéol sur *Reticulitermes santonensis*, *Reticulitermes virginicus*, *Coptotermes formosanus* et *Schedorhinotermes intermedius* avec les mêmes doses, trouvent des moyennes différentes. Ces moyennes diffèrent selon l'espèce. Selon ces auteurs, Ceci s'explique par la sensibilité de chaque espèce à l'égard d'un insecticide. C'est ainsi qu'en étudiant la susceptibilité des termites aux produits chimiques, Gatti et al. (2002) montrent que celle-ci peut être due à la sensibilité des protéines notamment, l'acétylcholinestérase des espèces voire des castes. Autrement dit que cette susceptibilité peut être différente d'une espèce à une autre et même d'une caste à une autre. D'où, avec les mêmes doses d'un produit, on peut avoir des sensibilités différentes selon l'espèce.

Nos études ont montré que les ouvriers d'*Odontotermes nilensis* sont très sensibles au neem donc à l'azadirachtine même avec de faibles doses. Cette sensibilité augmente avec la concentration en matière active comme le montrent l'histogramme et les courbes des figures (1) et (2).

2 / Effet toxique

Plusieurs extraits de plantes sont utilisés pour tester leur efficacité sur les insectes ravageurs, notamment certaines huiles formulées, telles que l'huile de *Calocedrus formosana* (Cheng et al. 2004), l'huile d'*Allium sativum* et d'*Eugenia caryophyllata* (Park et Shin, 2005).

Le neem (*Azadirachta indica* A.Juss), par ses graines renfermant l'azadirachtine, une substance utilisée comme insecticide et comme fongicide depuis des siècles, est très efficace contre plus de 170 Arthropodes ravageurs. Il agit soit par ingestion, soit comme répulsif, ou encore, comme inhibiteur de la ponte et de la croissance (Gahukar, 2005).

Dans notre expérience, nous avons observé une nette efficacité du neem sur les ouvriers d'*Odontotermes nilensis*.

De toutes les doses utilisées, c'est la concentration 0,60mg/ml qui entraîne une mortalité de 100% en 48h. Donc, en 48h nous obtenons avec cette dose la DL 100. En testant la toxicité de l'isobornéol, de l'huile de cèdre et de l'huile de coco sur *Reticulitermes santonensis*, Blaske et Hertel (2001) obtiennent 100% de mortalité en 48h, avec les concentrations 10 et 2%. Cependant, avec l'isobornéol 1%, ces auteurs trouvent un pourcentage de mortalité correspondant à 53,30% en 48h. Dans notre expérience, la mortalité correspondant à celle de la DL 50 se situe entre les valeurs 0,20 et 0,30 mg/ml (environ 0,25 mg/ml).

La concentration en matière active entraînant 100% de mortalité en 48h dans notre expérience est plus faible comparée à celle utilisée par Blaske et Hertel (2001) pour leurs produits

Dans notre témoin, les pourcentages de mortalité sont très faibles en 24h et 48h (0,83 et 1,66%) par rapport à celui obtenu par Blaske et Hertel (2001) qui est de 6,7% en 48h. Ceci peut s'expliquer par le solvant que ces auteurs ont utilisé. Dans notre expérience, l'huile de neem ne contient pas de solvant c'est pourquoi nous avons traité le témoin avec de l'eau distillée.

De même que Ganapaty et *al.* (2004), en testant la toxicité de plusieurs quinones sur *Odontotermes obesus*, trouvent avec les concentrations 10, 5 et 1%, 100% de mortalité en 48h. Toujours, est-il que les concentrations en matière active utilisées sont supérieures à celles que nous avons utilisées. De même il faudra noter que les produits testés par ces auteurs ainsi que l'espèce sur laquelle ils ont été testés sont différents de notre insecticide et espèce.

Par ailleurs, Park et Shin (2005), trouve par fumigation, avec les huiles d'*Allium sativum* et d'*Eugenia caryophylatta* testées sur *Reticulitermes speratus*, 100% de mortalité en 48h pour la concentration 0,5 μ l/l d'air. Avec la concentration 0,25 μ l/l d'air, ils obtiennent 42 et 67% de mortalité en 72h de traitement. Nous avons obtenu pour toutes les concentrations 100% de mortalité en 72h. Cette mortalité est significativement très importante par rapport au témoin où le pourcentage de mortalité est de 5% en 72h ($P<0,01$; $V= 4$, test T de Student). Elle augmente en 96h au niveau du témoin et devient 8,33%. Cette augmentation de la mortalité au niveau des témoins peut être due à une mort naturelle ou au cannibalisme (Cymorek et Pospischil, 1984).

En testant l'efficacité des produits de Neem (Huile de Neem Formulées, Neemix et Poudre de Neem) et la Deltaméthrine 25 SC sur les larves de moustiques, Seye (2004) trouve avec l'huile de neem formulée de concentration 3 et 3,6mg/l les pourcentages de mortalité 52 et 55,5% en 48h. Donc, en 48h il obtient la DL-50. Dans notre expérience, nous avons à peu près trouvé les mêmes pourcentages de mortalité 54,71 et 55,63% mais avec un temps record (24h). Les concentrations en matière active que nous avons utilisées pour obtenir la DL 50 sont plus faibles que celles utilisées par Seye (2004).

Mis à part ces insecticides biologiques, il existe d'autres insecticides de synthèse comme les Organochlorés, Carbamates et Pyréthrinoïdes testés sur ces insectes.

Parmi ces insecticides, ce sont les Organochlorés qui ont donné des résultats satisfaisants aussi bien au laboratoire que sur le terrain.

Ainsi, en luttant contre les termites ravageurs du palmier dattier de Kankossa (Mauritanie), Lefèvre (1956) avait fait appel aux termicides suivants : Chlordane 20 (5%), Pentachlorophénol, Lindane, HCH 50 et 25 à 1 et 5%. Le traitement

des sols au niveau desquels sont plantés ces palmiers a donné des résultats satisfaisants sur l'ensemble des parcelles et la protection fut totale.

De même que Argawala (1955), pour contrôler l'infestation de cannes à sucre par des termites (*Microtermes obesi*), avait utilisé la DDT, l'Aldrine, la Dieldrine, la Toxaphène et le Parathion. Ces derniers ont été très efficaces : protection apportée aux graines et bourgeons entraînant une bonne germination, réduction de l'incidence des attaques de termites et un bon rendement.

Récemment, des termicides de synthèse tels que le Thiamétoxame (Delgarde et Lefèvre, 2002), le Chlorpyrifos (Gatti et al. 2002), le Chlorfluazuron (Peters et Fitzgerald, 2003), le Disodium Octaborate Tetrahydrate (Scheffrahn et al. 2001), testés sur les termites se sont montrés très efficaces.

Cependant, ces insecticides présentent un risque pour la plupart des organismes non ciblés. Ils persistent très longtemps dans l'environnement et il arrive qu'ils se retrouvent dans la nourriture. Par contre le neem, utilisé aux doses efficaces ne présente aucun risque important pour les organismes non ciblés comme les abeilles, les poissons, les insectes aquatiques. Il se dégrade rapidement dans l'environnement (Anonyme 1).

3 / Histopathologie

Dans la lutte contre les insectes ravageurs et plus particulièrement contre les termites ravageurs, il n'est jamais pratiquement question de critères histologiques. Parmi tous les travaux effectués sur les termites pour étudier la toxicité des biopesticides, peu d'entre eux s'intéressent à leurs effets histopathologiques. Autrement dit que cette partie de notre étude dépend très peu de données bibliographiques.

Les résultats histologiques nous ont permis de confirmer l'effet toxique de contact du neem. Le dessèchement et changement de couleur de la cuticule pourraient être dus à la destruction de la chitine qui est un constituant du squelette externe de ces insectes.

Ces mêmes effets ont été observés avec un insecticide biologique naturel appelé Penn'Ty Bio (constitué de Géraniol, de glycérine, d'huile de coco et d'acide citrique) qui extrait rapidement l'eau du corps de l'insecte (Anonyme 2). Le mode d'action que nous venons de décrire sur les organes externes ressemble aussi au mécanisme d'action d'un biopesticide (*Metarhizium anisopliae*) décrit par Wright (2005) et Krutmuang et al. (2005) sur *Coptotermes* sp. et *Microcerotermes* sp.

Outre les effets observés au niveau des organes externes, les coupes histologiques réalisées sur les ouvriers d'*Odontotermes nilensis* nous ont permis de confirmer et d'apporter un éclaircissement sur l'action du neem en plus de son effet de contact.

Les travaux de Weathersbee et Mckenzie (2005) et ceux de Gahukar (2005) montrent que l'effet du neem se manifeste généralement au niveau du tube digestif. Ceci est tout à fait en concordance avec nos résultats.

Nous avons pu observer au niveau de nos coupes transversales réalisées sur des ouvriers, plus précisément au niveau de l'intestin antérieur de ces insectes, que le gésier qui est un organe broyeur d'aliment est atteint par le neem.

En outre, les coupes longitudinales faites au niveau des caeca gastriques ne montrent pas de différence significative entre les insectes traités et les insectes témoins. Quelques débris s'observent au niveau de la lumière des caeca des ouvriers traités. Ces débris ressemblent à ceux observés par Karch et Coz (1983) en étudiant l'histopathologie de *Culex pipiens* soumis à l'activité larvicide de *Bacillus sphaericus*. Selon ces auteurs, ces débris correspondent à l'éclatement des cellules des caeca et leur rejet dans la lumière. Les coupes faites au niveau de la tête des ouvriers traités ne montrent pas d'indications comme quoi le système nerveux ait été atteint d'une manière ou d'une autre.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

1/ CONCLUSION

Dans nos travaux, nous avons successivement étudié la répulsion, la toxicité ainsi que l'effet histopathologique de l'Huile de Neem Formulée (HNF) sur les ouvriers d'*Odontotermes nilensis*.

Nos études montrent que le neem, par sa matière active, exerce un effet répulsif sur les ouvriers de cette espèce. Cette répulsion augmente en fonction de la concentration en matière active. Plus elle est forte plus la répulsion devient plus importante.

Les mortalités engendrées par le produit montrent bien son effet toxique. Ainsi la DL-50 est obtenue en 24h et se situe entre les valeurs 0,20 et 0,30mg/ml. La DL-100 est atteinte en 48 h avec la dose 0,6mg/ml et en 72 h pour toutes les autres.

En outre, nos travaux montrent de façon indubitable que la matière active (l'azadirachtine) responsable de l'effet insecticide du neem agit plus particulièrement au niveau du tube digestif, de la cuticule et des organes externes de ces insectes. C'est ainsi que nos observations nous ont permis de voir une destruction de la membrane séreuse et des plis longitudinaux du gésier. Nous avons observé une cuticule des termites traités devenant très sèche en ayant un aspect sombre. De même que les antennes et pattes montrent des déformations. Cependant, le mécanisme d'action n'a pas été détaillé dans nos travaux. Nous n'avons pas d'indications comme quoi le système nerveux, les valvules entériques ainsi que l'intima chitineuse et les caeca gastriques des ouvriers aient été atteint d'une manière ou d'une autre.

2/ PERSPECTIVES

Au terme de ce travail, un certains nombres d'axes de recherche nous apparaissent très intéressant à investir. C'est ainsi qu'une étude plus poussée à l'échelle du terrain, de même que le mode d'action de l'azadirachtine à différents niveaux tissulaires mériteraient d'être examinés plus en détail.

Il serait très intéressant d'orienter nos investigations vers certains points essentiels à savoir :

- Tester l'huile de neem sur d'autres genres et espèces de termites pour voir son spectre d'action.

- Tester le neem sur les autres castes des termites, notamment sur les soldats.
- Tester les autres produits de neem autres que l'huile de neem tels que le neemix et la poudre de neem sur les ouvriers d'*Odontotermes nilensis* pour comparer leur efficacité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABBOT W.S., 1925- A method of computing effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.

AGBOGBA C., 1990- The termite population of the Lac de Guiers region (Senegal). In *Social Insect and the Environment*. Proc. 11th International Congress. IUSSI Bangalore. Eds. GK Veeresh, B Mallik, C A Vivaktamath, 45-46.

AGBOGBA C., ROY-NOEL J., 1986- l'attaque des arbres par les termites dans la presqu'île du Cap-Vert : cas du parc forestier de Hann. *Bull. IFAN.*, 44, ser.A, 3-4, 341-364.

AKPESS A.A., KOUASSI P., YAPI A., LEPAGE M., TANO Y., TAHIRI A., 2001- Influence des traitements insecticides sur les populations de termites nuisibles aux cultures de riz et de maïs en milieu de savane (Lamto et Booro-Borotou, Côte d'Ivoire). *Agron. Afr.* 13: 67-80.

Anonymous 1, 2006. Le neem contre les insectes. Entomologie des produits naturels.-Ulttrateck et Produits bologiques-Ville de Montréal.

Anonymous 2, 2005. file // A: \ Un insecticide naturel qui détruit la chitine des insectes. htm

ARGAWALA S.B.D., 1955- Control of sugarcane termites. *J. Econ. Entomol.* 48: 533-537.

ARSHAD M.A., 1982- Influence of the termites *Macrotermes michaelseni* (Sjoestedt) on soil fertility and vegetation in a semi-arid savanna ecosystems. *Agro-ecosystems*. 8: 47-58.

BELL A., MUCK O., 2006- Contrôle intégré des termites dans le stockage des grains. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). GmbH, OE 4232. 2p

BLASKE V.-U., HERTEL H., 2001- Repellent and toxic effects of plant extracts on subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 1200-1208.

BORDEREAU C., 1975- Déterminisme des castes chez les termites supérieurs: mise en évidence d'un contrôle royal dans la formation de la caste sexuée chez

Macrotermes bellicosus Smethman (Isoptera : Termitidae). Insect. Soc. 22 : 363-374.

BOYER P., 1971- Les différents aspects des termites sur les sols tropicaux. Dans la vie dans les sols : aspects nouveaux, études expérimentales. Collection Internationale Géobiologie-Ecologie-Aménagement. Ed. Gauthier Villars, Paris. 279-334.

CHENG S.S., WU C.L., KAO Y.T., CHANG S.T., 2004- Antitermitic and antifungal activities of essential oil *Calocedrus formosana* leaf and its composition. J. Chem. Ecol. 30: 1957-1967.

COLLINS N.M., 1984- Termites damage and crops loss studies in Nigeria-Assessment of damage to upland sugarcane. Trop. Pest. Manag. 30: 262-28.

CYMOREK S., POSPISCHIL R., 1984- Simple arrangement for testing termicides in soil including accelerated aging of sample in the laboratory. Mater. Org. 19: 1-7.

DELGARDE S., ROULAND-LEFEVRE C., 2002- Evaluation of the effects of Thiametoxam on three species of African termite (Isoptera: Termitidae) crops pests. J. Econ. Entomol. 95: 531-536.

GAHUKAR R.T., 2005- Plat-derived products against insect pest and plant diseases of tropical grain legumes. Int. Pest. Control. 47: 315-318.

GANAPATY S., THOMAS P.S., FOTSO S., LATSCH H., 2004- Antitermitic quinines from *Diospyros sylvatica*. Photochemistry. 65: 1265-2171.

GONCALVES T.T, REIS R., DESONZA O., RIBEIRO S.P., 2005. Predation and interference competition between ants (Hymenoptera: Formicidae) and arboreal termites (Isoptera: Termitidae). Sociobiology. 46: 409-419.

GRACE J.K., YATES J.R., 1992- Behavioural effects of a neem insecticide on *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Trop. Pest. Manag. 38: 176-180.

GRACE J.K., YAMAMOTO R.T., EBESU R.H., 1992- Laboratory evaluation of the novel soil insecticide silafluofen against *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). J. Appl. Entomol. 113: 466-471.

GRASSE P.-P., 1949- Traité de Zoologie. Insectes. 9 : 596-670.

GRASSE P.-P., 1959- Un nouveau type de symbiose : la meule alimentaire des termites champignonnistes. *La Nature. Revue des Sciences et de leurs Applications*. 385-389.

GRASSE P.-P., 1982- *Termitologia. Tome I. Anatomie- Physiologie-Reproduction des termites*. Masson, Paris, 676p.

GRASSE P.-P., 1984- *Termitologia. Tome II. Fondation des sociétés-Construction*. Masson, Paris, 613p.

GARSSE P.-P., 1986- *Termitologia. Tome III. Comportement-Socialité-Ecologie-Evolution-Systématique*. Masson, Paris, 715p.

HARRIS W.V., 1954- *Termites and tropical agriculture*. *Trop.Agric. Trin.* 31: 31: 11-18.

ISHIDA M., SERIT M., NAKATA K., JUNEJA L.R., KIM M., TAKAHASHI S., 1992- Several antifeedants from oil neem, *Azadirachta indica* A. JUSS., against *Reticulitermes speratus* Kolbe (Isoptera: Rhinotermitidae). *Biosci.biotech.biochem.* 56: 1835-1838.

JOUQUET P., BARRE P., LEPAGE M., VELDE B., 2005- Impact of subterranean fungus-growing termites (Isoptera: Termitidae) on chosen soil properties in a West African savanna. *Biol. Fertil. Soils.* 41: 365-370.

KARCH S., COZ J., 1983- Histopathologie de *culex pipiens* Linné (Diptera, Culicidae) soumis à l'activité larvicide de *Bacillus sphearicus* 1593-4. *Cah.ORSTOM. Ser. Ent. Med. Parasitologie.* 21: 225-230.

KRUTMUANG P., MECKCHAY S., 2005- Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* Against Termites. Conference on International Agricultural Research for Development. Stuttgart- Hohenheim. 4p.

LEFEVRE F., 1956- La lutte contre les termites à la station IFAC du palmier dattier de Kankossa (Mauritanie). *Fruits. SETCO. Paris.* 11 : 47-50.

LEPAGE M., 1972- Recherche écologique sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : données préliminaires sur l'écologie des termites. *Terre et la vie.* 26 : 383-404.

LOGAN J.M.W., COWIE R.H., WOOD T.G., 1990- Termite (Isoptera) control in agricultural and forestry by non chemicals methods. Bull. Entomol. Res. 80: 309-330.

MARTOJA R., MARTOJA.M., 1967- Initiation aux Techniques de l'histologie Animale. Masson éd, Paris : 345-368.

M'BENGUE M.F., 2003- Impact de al qualité de al litière et activité des termites sur la fertilité du sol. Mémoire de DEA, UCAD, Dakar. 115p.

MOORE B.P., 1962- Coumarin-like substances from Australian-Termites. Nature. 195: 1101-1102.

N'DIAYE A.B., 1998- Contribution à l'étude des termites ravageurs d'arbres fruitiers au Sénégal : Inventaire, Systématique, Etude écologique et dégâts. Thèse d'Université, UCAD, Dakar. 117p.

N'DIAYE A.B., HAN.S.H., 2006- L'attaque des arbres fruitiers par les termites dans la région de Thiès (Sénégal) (Isoptera). Bull. Soc. Entomol. Fr. 111: 59-64.

NOIROT C., 1970- The nest of termites. In. Biology of termites. Eds. Krishna K and F. Mweesner. Academic Press London and New York. 2: 73-125.

PARK I.K., SHIN S.C., 2005- Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia carryophyllata*) oils against the japenesse termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). J. Agric. Food. Chem. 53: 4388-4392.

PETERS B.C., FITZGERALD C.J., 2003- Field evaluation of the bait Chlofluazuron in eliminating *Coptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae) in attic modules. J. Econ. Entomol. 94: 9121-919.

PRETORIUS M.W., VAN HARK H., MOHR J.D., 1991- Preliminary mound-fumigation trials for the control of *Trinervitermes trinervoides* colonies (Isoptera: Termitidae). Phytophylactica. 23: 89-90.

ROY-NOEL J., 1969- Le parc de Niokolo-koba (Sénégal). Fascicule III. VIII Isoptera. Mémoire de l'IFAN. 84 : 114-167.

ROY-NOEL J., 1971- Recherche sur l'écologie des Isoptères de la presqu'île du cap-vert. Thèse de doctorat d'état. Univ. Paris. 280p.

ROY-NOEL J., WANE C., 1978- L'attaque des arbres par les termites dans la presqu'île du Cap-Vert : cas des reboisements sur les dunes fixées de M'bao. Bull. IFAN. Ser. A. 39: 124-141.

SANDS W.A., 1973- Termites as pests of tropical food crops. Pans. 19: 167-177.

SARR M., 1995- Contribution à l'étude des peuplement de termites dans le cycle culture jachère. Mémoire de DEA, UCAD, Dakar, 74p.

SARR M., 1999- Etude écologique des peuplements de termites dans les jachères et dans les cultures en zone Soudano- sahélienne au Sénégal. These d'Université, UCAD, Dakar, 117p.

SCHEFFRAHN R.H., BUSEY P., EDWARDS J.K., KRECEK J., MAHARAJHN B., SU N-Y., 2001- Chemical prevention of colony foundation by *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae) in attic modules. J. Econ. Entomol. 94: 915-919.

SEYE F., 2004- Test d'efficacité des produits de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) compares à la Deltaméthrine sur les larves de moustiques (*Culex quinquefasciatus*), étude histopathologiqu. Mémoire de DEA, UCAD, Dakar 49 pages.

SHARMA R.N., TUNGIKAR V.B., PAWAR P.V., VARTAK P.H., 1994- Vapour toxicity and repellency of some soils and terpenoids to the termites, *Odontotermes brunneus*. Insect. Sci. Applic. 15: 495-498.

SMITH V.K., 1979- Improved techniques designed for screening candidate termicides on soil in the laboratory. J. Econ. Entomol. 72: 877-879.

VELDERRAIN C., 1991- Danger! Termites. Préserver les constructions des dégâts des termites. Le point sur les technologies. CF. GRET. 154p.

WEATHERSBEE A.A, MCKENZIE C.L., 2005- Effect of neem biopesticide on repellency, mortality, oviposition and development of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). Fla. Entomol. 88: 401.

WOOD T.G., 1996- The agricultural importance of termites in the tropics. Agric. Zool. Rev. 7: 117-155.

WRIGHT M.S., RAINA A.K., LAX A.R., 2005- A strain of the fungus *Métarhizium anisopliae* for controlling subterranean termites. *J. Econ. Entomol.* 98: 1451-1458.

Titre : Tests d'efficacité de l'huile de neem formulée sur les ouvriers de termites, *Odontotermes nilensis* (Isoptère : Termitidae) : Etude de la répulsion, de la toxicité et de l'histopathologie.

Nom du candidat : Mamadou KELLY
Nature du mémoire : D.E.A de Biologie Animale
Jury : Président : M. Mady NDIAYE
Membres : M. Abdoulaye Baila NDIAYE
M. Massamba SYLLA
M. Cheikhna DIEBAKATE

Soutenu le 28 juillet 2006 à 10 heures.

RESUME :

Les problèmes liés à l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour lutter contre les insectes ravageurs sont nombreux pour beaucoup de pays en voie de développement. C'est ainsi que dans la recherche de méthodes nouvelles, les produits naturels constituent un axe de recherche.

Le travail que nous avons effectué au laboratoire entre dans ce cadre. Nous avons testé l'huile de neem formulée par la SENCHIM sur les ouvriers de terme (*Odontotermes nilensis*) afin de voir ses effets répulsif, toxique et histopathologique. Les insectes ont été capturés dans le jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Pour étudier l'effet répulsif, 30 termites sont placés dans des boîtes de Pétri dans lesquelles sont étalés des papiers filtre traités avec le produit. Quatre séries de tests ont été réalisées au total. Pour l'étude de la toxicité, le même nombre de termites est placé dans des boîtes de Pétri dans lesquelles se trouve du sable humide issu du nid des termites mélangé aux excréments d'herbivores. Cinq séries de traitement ont été effectuées pour ce cas. Certains individus morts sont récupérés et fixés au Carnoy II pour étudier l'effet histopathologique du produit. Les résultats des tests ont montré les faits suivants :

- le neem exerce un effet répulsif sur les ouvriers d'*Odontotermes nilensis*. Cette répulsion augmente en fonction de la concentration en matière active.
- le neem est très toxique pour les termites. La DL 50 est obtenue en 24h et se situe entre les valeurs 0,20 et 0,30 mg/ml (environ 0,25 mg/ml). La DL 100 est obtenue en 48h avec 0,60 mg/ml.

Les résultats histopathologiques ont montré que le neem agit comme un insecticide de contact. En effet, les organes externes sont atteints, la cuticule devient très sèche en ayant un aspect sombre. Par ailleurs, le neem agit au niveau du tube digestif en détruisant par endroit la membrane séreuse et les plis longitudinaux du gésier ainsi que le tissu musculaire.

Mots clés : *Azadirachta indica*, termites, ouvriers, *Odontotermes nilensis*, histopathologie, insecticide.