

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR**



**REPUBLIQUE DU MALI**

**UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI**

**U.S.T.T-B**

**Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako**



## **Faculté de Pharmacie**

Année universitaire : 2015- 2016

**Thèse N °.....**

# **THESE**

## **PLANTES INSECTICIDES ET INHIBITION DE L'ACETYLCHOLINESTERASE**

**Présentée et soutenue publiquement le 19/ 03 /2016 devant le jury  
de la Faculté de Pharmacie**

**Par :**

**Mme Aminata TRAORE**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie  
(Diplôme d'Etat)**

### **JURY :**

**Président : Pr Boubacar S CISSE**

**Membres: Pr Sékou F TRAORE**

**Dr Adama DENOUE**

**Co-directrice : Dr Adiaratou TOGOLA**

**Directeur : Pr Drissa DIALLO**

## **DEDICACES:**

A DIEU le clément, le tout miséricordieux, le très miséricordieux pour le réveil de chaque matin, les challenges de chaque journée et pour m'avoir donné l'opportunité et le courage de mener à terme ce travail de thèse.

A ma mère, FATIMATA BAMBA

Maman, tes bénédictions et tes encouragements m'ont toujours accompagné; ce grand jour est une récompense de tous tes sacrifices et de toutes tes prières. Sans toi rien de tout ça n'aurait pu être fait. Je suis fière d'être ta fille. Que Dieu te donne une vie pleine de santé.

A mon père, AMARA TIEBA MAKAN TRAORE

Papa, aucun mot ne pourra exprimer toutes mes reconnaissances et toute ma gratitude. Merci pour ton aide, tes conseils et tes encouragements. Tu es un homme bon avec un grand cœur pour toute ta famille et je suis fière de toi. Puisse DIEU te donner une longue vie en bonne santé.

A feu mes grands-parents paternels et maternels

A la mémoire de ma sœur NASSARATA TRAORE, si adorable et si exceptionnelle, tu resteras toujours dans nos cœurs.

A feu Dr BAMBA BOURAMA, mon très cher oncle qui n'a ménagé aucun effort pour ma réussite, Que la terre te soit légère, que le tout puissant ALLAH t'accueille dans son paradis.

A mon mari Dr TOUMANI BARY SIDIBE, Tu m'as soutenu dans toutes les difficultés au cours de ce travail, merci pour ton assistance.

Je t'aime !

A mon amie Mme TRAORE ADIZATOU DIALLO et son mari HAMADI, merci pour votre présence et vos encouragements.

A mes camarades de la faculté MALADO BOCOUM, FATIM DIALLO, DJENIMBA DIALLO, ALIMA DAO.

A mes mamans et tantes : AMINATA BAMBA, MAÏMOUNA, MAMOU, ASSANATOU BAMBA, TANTIE ASSA, TANTIE INA TRAORE, TANTIE AMI SACKO, TANTIE BATOMA.

A mes frères et sœurs, cousins et cousines :

MOUSSA D COULIBALY, DAOUDA AMARA TRAORE, TENIN TRAORE, MAÏMOUNA, FIFI et SANATA TRAORE, BOUBACAR SANOGO, MALIKI COULIBALY, ASSITAN BAMBA, SADIO MARIAM, SALIMATOU, ASSITAN COULIBALY, MAMA JOLIE et TA KONE.

Ainsi qu'à toutes les familles BAMBA et SIDIBE, pour vos bénédictions et vos encouragements.

A mon oncle SEYDOU COULIBALY qui m'a toujours encouragé et guidé avec ses bénédictions je ne saurai jamais te remercier suffisamment. Meilleure santé et longue vie à toi.

A tous les parents décédés, que la terre vous soit légère, que le tout puissant ALLAH pardonne tous vos péchés et vous accueille dans son paradis.

A mes camarades promotionnaires du Baccalauréat : SALI, ASSETOU, SIRA, BINTOU, ADIZA, MAMA, KADI, SALI CISSE, AMIDENI, MARIAM, CELINE ; SIDIKI B. SANOGO, SALIKENE, BOUGOUDOGO, ABDRAMANE MAÏGA.

Mes excuses à toutes les personnes non citées !

Merci !!!

## **REMERCIEMENTS :**

A ALLAH le tout puissant

A mes parents

A mon mari

A mes tantes et tontons, à mes frères et sœurs, cousins et cousines, merci pour tout.

Un grand merci à tous mes encadreurs :

Pr DRISSA DIALLO pour les conseils de tous les jours, les directives pour mener à bien ce travail,

Pr ROKIA SANOGO pour les conseils, la collaboration et les critiques constructifs,

Dr ADIARATOU TOGOLA pour son humilité, sa disponibilité, ses encouragements, Dr ADAMA DENOUE et Dr MAHAMANE HAÏDARA pour leur présence, leur disponibilité, pour leurs conseils, et leurs écoutes.

A tout le personnel du département de médecine traditionnelle (DMT) : Dr DIAKITE, Tonton FAGNAN, AÏSSATA, DIARRA, tante FATIM de la caisse, ADAMA CAMARA, SEYDOU M. DEMBELE, N'GOLO BALLO, YACOUBA OUOLOGUEM, toutes les tantes et tous les tontons de la production ; Merci pour votre gentillesse et vos bénédictions de tous les jours.

A la pharmacie MARIAM CISSE

A mes aînés Dr AMADOU DIAKITE, Dr SALIA DIARRA, Dr KADIDIATOU DIAKITE, merci pour votre accompagnement.

A mes camarades de la Promotion Pr BENOIT YARANGA KOUMARE.

A mes camarades internes,

MARIE NYONI SOGOBA, des jours et des mois sont passés, personne d'autre mieux que toi n'a vu mes moments difficiles passés. Je ne saurais jamais assez te dire merci d'être là pour moi avec tes encouragements et conseils, sache que plus qu'une camarade de classe tu as été une sœur, une amie, une conseillère et une aide durant tout ce temps. Ce travail est le tien.

ISSA SANOGO, merci pour tous tes encouragements et tous tes conseils, je n'oublierai jamais ces moments chers camarades.

A l'amicale des étudiants ressortissants de la 3<sup>ème</sup> région et sympathisants (ADERS) de la faculté de Pharmacie et de la faculté de Médecine et d'Odontostomatologie.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à toutes les personnes dont les noms n'ont pas été cités et qui ont contribué ou participé à l'élaboration de ce modeste travail.

## Liste des abréviations

ACh : Acétylcholine

AChE: Acétylcholinestérase

ACTA : Association de Coordination Technique Agricole

ACTI: Acétylthiocholine iodide

AICAF: Association for International Cooperation of Agriculture and Forestry

AoEt :*Anacardium occidentale* (Ecorces de tronc).

BAW: Butanol-Acetic Acid-Water

CCM : Chromatographie sur couche mince

ChE : Cholinestérase

CIRAD-MNHN: Centre de coopération internationale – Muséum national d'histoire naturelle

CL<sub>50</sub>: Concentration létale 50

CPG: Chromatographie en phase gazeuse

CPG-SM: Chromatographie en phase gazeuse-Spectrométrie Masse

DCM : Dichlorométhane

DDT : Diphenyl-Dichloro-Trichloroéthane

DL<sub>50</sub> : Dose létale 50

DMSO: Diméthylsulfoxyde

DMT : Département de Médecine Traditionnelle

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl

DTNB: acide 5,5-dithiobis-2-nitrobenzoïque

EcF :*Eucalyptus camaldulensis* (Feuilles)

FAO: Food and agriculture organization

FfF: *Flacourtia flavescens* (Feuilles)

FIDA: Fonds international de développement agricole

FMPOS : Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie

Fp: Faux positif

Ga : Galantamine

HE : Huile essentielle

HsF : *Hyptis suaveolens* (Feuilles)

INRSP : Institut National de Recherche en Santé Publique

LvEt :*Lannea velutina* (Ecorces de tronc)

LvF : *Lannea velutina* (Feuilles)

MeOH: Méthanol

MpPa : *Mentha piperita* (Parties aériennes)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONG : Organisation non gouvernementale

OPs : Organophosphorés

PAM: Programme alimentaire mondial

POC : Pesticides organochlorés

PPM : Partie par million

UV: Ultra-violet

Vp : Vrai positif

ZjR : *Ziziphus jujuba* (Racines)

**LISTE DES FIGURES:**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1:</b> Structure de l'acide carbamique et du Propoxur.....  | 10 |
| <b>Figure2:</b> Structure commune aux esters organophosphorés.....  | 11 |
| <b>Figure 3:</b> Structure de quelques organophosphorés.....  | 11 |
| <b>Figure 4:</b> Structure de quelques organochlorés.....   | 12 |
| <b>Figure 5:</b> Photo de <i>Anacardium occidentale</i> .....   | 18 |
| <b>Figure 6 :</b> Photo des feuilles de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> .....   | 20 |
| <b>Figure 7:</b> Photo de la plante de <i>Flacourtia flavescens</i> .....   | 22 |
| <b>Figure 8:</b> Photo des feuilles de <i>Hyptis suaveolens</i> .....   | 24 |
| <b>Figure 9:</b> Photo des feuilles de <i>Lannea velutina</i> .....   | 26 |
| <b>Figure 10:</b> Photo de la partie aérienne de <i>Mentha piperita</i> .....   | 28 |
| <b>Figure 11:</b> Photo de la tige feuillée de <i>Ziziphus jujuba</i> .....   | 30 |
| <b>Figure 12:</b> Photo d'une façade du Département de Médecine Traditionnelle.....   | 34 |
| <b>Figure13:</b> Mécanisme chimique de la méthode d'Ellman.....   | 37 |
| <b>Figure14:</b> Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les extraits dichlorométhane(DCM).....                            | 46 |
| <b>Figure 15:</b> Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les extraits méthanoliques (MeOH).....                           | 47 |
| <b>Figure 16 :</b> Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les extraits aqueux.....  | 47 |
| <b>Figure 17:</b> Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les Huiles Essentielles.....                                     | 47 |
| <b>Figure 18:</b> Chromatogramme des extraits de tanins de <i>Zj, Ff, Mp, Ec, Ao, Lv</i> (F et Et), et <i>Hs</i> .....                  | 51 |
| <b>Figure 19:</b> Chromatogramme des extraits de saponosides de <i>Zj, Lv</i> (feuilles), <i>Ff, Ec, Hs</i> .....                       | 52 |
| <b>Figure 20 :</b> Chromatogramme des extraits de coumarines de <i>L velutina</i> (feuilles), <i>E camaldulensis, Hsuaveolens</i> ..... | 52 |
| <b>Figure 21 :</b> Chromatogramme des extraits de triterpènes.....  | 52 |
| <b>Figure 22 :</b> Chromatogramme des extraits de flavonoïdes.....  | 53 |
| <b>Figure 23 :</b> Chromatogramme des extraits d'anthocyanes.....   | 53 |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 1:</b> Espèces médicinales sélectionnées et leurs matières végétales.....                      | 35 |
| <b>Tableau 2 :</b> Teneurs en eau, en cendres et en substances extractibles l'eau.....                    | 48 |
| <b>Tableau 3:</b> Constituants chimiques identifiés par les réactions de caractérisation en tube.....     | 49 |
| <b>Tableau 4:</b> Activité anti-cholinestérase des extraits de plantes enrichis en groupes chimiques..... | 50 |



## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| DEDICACES: .....   | 1  |
| REMERCIEMENTS : .....  | 4  |
| LISTE DES FIGURES:.....  | 7  |
| LISTE DES TABLEAUX .....   | 8  |
| INTRODUCTION.....  | 11 |
| OBJECTIFS .....  | 13 |
| GENERALITES.....   | 14 |
| Chapitre1 : Généralités sur les maladies à transmission vectorielle..... | 14 |
| 1. Définition d'un vecteur : .....                                       | 14 |
| 2. Les maladies à transmission vectorielle les plus connues .....        | 14 |
| 2.1. Le Paludisme .....  | 14 |
| 2.2. La Dengue .....   | 14 |
| 2.3. La Fièvre jaune.....  | 14 |
| 2.4. La Filariose lymphatique.....                                       | 15 |
| 2.5. La Schistosomiase (bilharziose).....                                | 15 |
| 2.6. La Leishmaniose.....  | 15 |
| 2.7. Autres maladies à transmission vectorielle .....                    | 15 |
| 4. L'impact des insectes sur les cultures .....                          | 17 |
| Chapitre2 : Les pesticides.....  | 18 |
| 1. Définition des pesticides .....                                       | 18 |
| 2. Classification des pesticides.....                                    | 18 |
| 3.1. Définition des insecticides.....                                    | 19 |
| 3.2. Qualités d'un bon insecticide .....                                 | 19 |
| 3.3. Classification des insecticides .....                               | 19 |
| 4. La résistance des insectes aux insecticides.....                      | 23 |
| 5. Devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement.....        | 25 |
| Chapitre3 : Les plantes dans la lutte contre les pestes.....             | 26 |
| 1. Apport des plantes dans la lutte contre les pestes.....               | 26 |
| 2. Critères de sélection des plantes faisant l'objet de ce travail ..... | 27 |
| 3. Monographie des plantes sélectionnées.....                            | 27 |
| 3.1. <i>Anacardium occidentale</i> L. (Anacardiaceae) .....              | 27 |
| 3.2. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh (Myrtaceae) .....             | 30 |
| 3.3. <i>Flacourtia flavescens</i> Willd.(Salicaceae).....                | 32 |

---

|   |    |
|---|----|
| 3.4. <i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit Lamiaceae .....   | 34 |
| 3.5. <i>Lannea velutina</i> A.Rich. Anacardiaceae: .....  | 35 |
| 3.6. <i>Mentha piperita</i> L. (Lamiaceae).....   | 37 |
| 3.7. <i>Ziziphus jujuba</i> Mill.Rhamnaceae.....  | 39 |
| <b>TRAVAUX PERSONNELS</b> .....   | 43 |
| <b>1. METHODOLOGIE</b> .....  | 43 |
| 1.2. Matériel et Méthodes.....  | 44 |
| 1.2. Contrôle de qualité des matières végétales des plantes sélectionnées.....                                      | 48 |
| 1.3. Caractérisation des constituants chimiques des plantes qui ont inhibé l'action de l'acétylcholinestérase ..... | 50 |
| <b>1.3.5. Hétérosides cardiotoniques :</b> .....  | 52 |
| <b>Oses et holosides</b> .....  | 53 |
| <b>Mucilages</b> .....  | 53 |
| 1.4. Extraction des constituants majeurs identifiés dans les plantes sélectionnées .....                            | 53 |
| 1.5. Détermination de l'activité anti-acétylcholinestérase des constituants chimiques majeurs ....                  | 55 |
| <b>2. RESULTATS</b> .....   | 56 |
| 2.1. Résultat du Screening des extraits totaux pour la détection de l'activité anti-acétylcholinestérase.....       | 56 |
| 2.2. Résultat du contrôle de qualité des échantillons sélectionnés .....  | 58 |
| 2.3. Résultat de la caractérisation des groupes chimiques par les réactions en tubes.....                           | 58 |
| 2.4. Activité anti-acétylcholinestérase des groupes chimiques majeurs.....  | 60 |
| <b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS :</b> .....  | 68 |
| 1.Conclusion.....   | 68 |
| 2.RECOMMANDATIONS .....   | 68 |
| Références bibliographiques : .....   | 69 |

---

## INTRODUCTION

Les insectes sont des vecteurs de nombreuses maladies infectieuses chez l'homme, telles que le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, la filariose lymphatique, la leishmaniose, la trypanosomiase africaine. Parmi les insectes vecteurs, les moustiques sont les mieux connus, mais il en existe d'autres comme les tiques (maladie de Lyme), les mouches (trypanosomiase africaine), les phlébotomes (Leishmaniose), les escargots aquatiques (Schistosomiase ou bilharziose), les réduves (Maladie de Chagas ou Trypanosomiase américaine) etc...

Les maladies à transmission vectorielle représentent plus de 17% des maladies infectieuses et provoquent plus d'un million de décès chaque année. La dengue menace, à elle seule, plus de 2,5 milliards de personnes dans plus de 100 pays. Le paludisme entraîne plus de 600 000 décès par an dans le monde, la plupart étant des enfants de moins de cinq ans. D'autres maladies comme la maladie de Chagas, la leishmaniose et la schistosomiase affectent des centaines de millions de personnes dans le monde (OMS, 2014).

En Afrique, l'impact économique et social des maladies à transmission vectorielle est très élevé et les populations les plus pauvres sont les plus touchées. Par ailleurs les insectes contaminent aussi les denrées alimentaires (grains) au cours du développement larvaire ce qui entraîne d'importante perte du pouvoir germinatif. Ces ravageurs causent des pertes de milliards de dollars chaque année en production agricole et au moins 10% des récoltes mondiales sont détruites principalement par des insectes pendant l'entreposage (FAO, 2014).

Les maladies à transmission vectorielle constituent un véritable problème de santé publique dans le monde et plus particulièrement en Afrique.

Un des moyens les plus efficaces de prévention de ces maladies implique le contrôle vectoriel pour réduire le risque de transmission. Souvent, cela demande l'emploi de plusieurs composés chimiques comme larvicides appliqués aux milieux aquatiques, aduicides en application externe et pulvérisation interne mais aussi l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides (Roberts et Andre, 1994; Reiter et Gubler, 1997; WHO, 1999; Grieco et al., 2007) pour réduire la survie et la densité vectorielle et donc le contact vecteur -homme.

Les insecticides qui ont connu le plus de succès dans le contrôle vectoriel étaient d'origines synthétiques telles que les pyréthrinoïdes (Cyperméthrine), les organochlorés (DDT), les organophosphorés (le Malathion) et les carbamates (Propoxur ou Baygon). Plus de 80% des substances couramment utilisées à domicile sont des pyréthrines sous la forme aérosol (Chareonviriyaphap et al., 2013). Malgré leur importance indéniable, l'utilisation sans discernement de ces pesticides conventionnels de synthèse a entraîné un impact écologique et sanitaire néfaste (résistance des ravageurs, contamination de l'environnement et des

écosystèmes, perte de la biodiversité...). De ce fait, la plupart de ces composés sont à présent interdits d'usage. .

Les produits naturels sont de plus en plus recherchés pour la lutte anti vectorielle. Les plantes représentent une source majeure d'insecticides. Plusieurs classes d'insecticides synthétiques ont pour ancêtre un composé naturel, c'est le cas des pyréthrinoïdes dérivés de pyréthrine naturelle provenant de *Chrysanthemum cinerariaefolium* et du méthylcarbamate isolé de la physostigmine(*Physostigma venenosum*)et des analogues synthétisés de la néréis toxine qui est une toxine extraite des vers marins du genre *Nereis* (Xu et al., 2003). Face à cet engouement, de nombreuses publications scientifiques existent aujourd'hui sur l'activité insecticide des plantes à travers l'Afrique subsaharienne (Seck et al., 1996; Guèye 2012, Diouf et al., 2014).On assiste également à une inondation des marchés par des préparations insecticides à base de plantes. Si l'action de la plupart de ces produits et extraits de plantes est scientifiquement prouvée contre plusieurs espèces de vecteurs, très peu d'information existe sur leur mécanisme d'action. Bien que contrairement aux insecticides de synthèse, les extraits de plantes sont considérés comme l'avenir de la lutte antivectorielle de par leur biodégradabilité, en plus, ils sont composés de plusieurs molécules ce qui retarde le développement de la résistance des insectes; mais le manque d'information sur leur mécanisme d'action et leur toxicité rend leur homologation difficile pour une lutte anti vectorielle élargie.

Ce présent travail, motivé par la curiosité scientifique de connaître le mécanisme d'action de ces plantes insecticides, a pour but de déterminer leur propriété d'inhibition de l'acétylcholinestérase(mécanisme d'action des carbamates isolés de la physostigmine).

## **OBJECTIFS**

### **Objectif général :**

Etudier le mécanisme d'action de l'inhibition de l'acétylcholinestérase des plantes insecticides utilisées dans la lutte antivectorielle au Mali.

### **Objectifs spécifiques :**

- Déterminer l'activité anti-acétylcholinestérase des extraits de quinze plantes insecticides,
- Sélectionner les extraits de plantes ayant le pouvoir d'inhiber l'activité de l'acétylcholinestérase,
- Contrôler la qualité des matières premières de ces plantes,
- Identifier les constituants chimiques présents dans les matières végétales,
- Déterminer l'activité anti-acétylcholinestérase des groupes chimiques majeurs de ces espèces végétales.

## GENERALITES

### Chapitre1 : Généralités sur les maladies à transmission vectorielle

#### 1. Définition d'un vecteur :

Les vecteurs sont des organismes vivants capables de transmettre des maladies infectieuses d'un hôte (animal ou humain) à un autre. Il s'agit souvent d'insectes hématophages, qui, lors d'un repas de sang, ingèrent des micro-organismes pathogènes présents dans un hôte infecté (homme ou animal), pour les réinjecter dans un nouvel hôte à l'occasion de leur repas de sang suivant.

#### 2. Les maladies à transmission vectorielle les plus connues

##### 2.1. Le Paludisme :

Le paludisme est une maladie due à un parasite du genre *Plasmodium* transmis à l'homme par la pique de moustique du genre *Anopheles* ; l'espèce en cause étant *Anophelesgambiae*.

Selon les dernières estimations de l'OMS, le paludisme est responsable de plus de 600 000 décès par an, la plupart étant des enfants de moins de cinq ans. Le paludisme se transmet dans 97 pays du globe exposant 3,4 milliards de personnes au risque de maladie (WHO, 2014).

La charge de morbidité est fortement concentrée en Afrique subsaharienne, avec un taux estimatif de 90% de décès imputables au paludisme (WHO, 2014).

##### 2.2. La Dengue :

La dengue est une maladie virale transmise à l'homme par la piqure de moustique du genre *Aedes*. L'espèce en cause étant *Aedesaegypti*.

Plus de 2,5 milliards de personnes, soit plus de 40% de la population mondiale, sont à présent exposées au risque de la dengue. L'OMS estime que 50 à 100 millions de personnes par an sont infectées par la dengue dans le monde (WHO, 2014).

##### 2.3. La Fièvre jaune :

La fièvre jaune est une maladie hémorragique virale aiguë transmise par des moustiques de type *Aedes*. Le terme «jaune» fait référence à la jaunisse présentée par certains patients. On estime chaque année à 200 000 le nombre de cas de fièvre jaune et à 30 000 le nombre de décès dus à cette maladie dans le monde.

Le virus amaril est endémique dans les zones tropicales d'Afrique et d'Amérique latine, totalisant une population de plus de 900 millions d'habitants. Quelques cas importés sont enregistrés dans des pays exempts de fièvre jaune (WHO, 2014).

#### **2.4. La Filariose lymphatique :**

La filariose lymphatique, communément appelée éléphantiasis, se produit lorsque les parasites filaires responsables de la maladie sont transmis à l'homme par des moustiques du genre *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*, *Mansonia*, et *Ochlerotatus* (Bockarie et al., 2009). Les espèces responsables de la transmission de plus de 90% des cas de filariose dus à *Wuchereria bancrofti* sont *Culex quinquefasciatus* et *Culex pipiens*. Plus de 120 millions de personnes sont actuellement infectées par la filariose lymphatique, et environ 40 millions d'entre elles souffrent de difformités et sont handicapées par la maladie. Plus de 25 millions d'hommes sont atteints de lésions génitales dues à la filariose lymphatique et plus de 15 millions de personnes souffrent de lymphœdèmes (WHO, 2014).

#### **2.5. La Schistosomiase (bilharziose) :**

La schistosomiase (aussi appelée bilharziose) est due à l'infestation par des vers du genre *Schistosoma* (Gryseels, 2012; Shiff, 2012). La plupart des cas sont dus à l'infestation par *S. haematobium* (responsable de la schistosomiase urogénitale) et *S. mansoni* (responsable de la schistosomiase intestinale). L'infection se produit lorsque les larves du parasite, libérées par des gastéropodes d'eau douce, pénètrent dans la peau d'une personne lorsqu'elle est en contact avec une eau infestée. On trouve cette maladie dans les zones tropicales et subtropicales de 78 pays, pour la plupart en Afrique (WHO, 2014).

#### **2.6. La Leishmaniose :**

La leishmaniose est provoquée par un parasite qui se transmet à l'homme par la piqûre de phlébotomes femelles infectés, elle se décline en trois formes principales: viscérale causée par *Leishmania donovani* (la plus sévère, souvent appelée kala-azar), cutanée (la plus fréquente) et cutanéomuqueuse causée par *Leishmania infantum*. Pendant les 10 dernières années, la maladie s'est considérablement propagée. On estime à 1,3 million le nombre des nouveaux cas et à 300 000 celui des décès imputables à la maladie, chaque année (WHO, 2014).

#### **2.7. Autres maladies à transmission vectorielle**

- Les encéphalites à tiques, la fièvre hémorragique de Crimée-Congo, la fièvre récurrente (borréliose), la fièvre de Lassa la maladie de Lyme, la rickettsiose (fièvre pourprée et fièvre Q), la tularémie sont toutes transmises par des piqûres de tiques.

- La maladie de Chagas est transmise à l'homme principalement par les déjections de triatomes.
- La maladie du sommeil (trypanosomiase africaine) est transmise par les mouches tsé-tsé.
- La peste est transmise par les puces du rat à l'homme.
- La maladie à virus zika transmise par les moustiques (*Aedes*).
- L'Onchocercose (cécité des rivières) est transmise par les Simulies.
- La dracunculose.

### 3. Stratégie de lutte contre les maladies vectorielles

La lutte antivectorielle contribue à minimiser les risques d'endémie ou d'épidémie et à diminuer la transmission d'agents pathogènes. La lutte contre les maladies à transmission vectorielle repose principalement sur la lutte contre les moustiques vecteurs.

Dans une vision de lutte intégrée, les moyens de lutte antivectorielle se répartissent aujourd'hui selon quatre axes principaux: (1) la gestion environnementale et le contrôle physique, (2) le contrôle chimique, (3) le contrôle génétique, et (4) le contrôle biologique par le biais d'entomophages et de micro-organismes entomopathogènes.

Le contrôle physique et la gestion environnementale vise à modifier l'environnement afin de prévenir ou de limiter la propagation des vecteurs et les contacts entre l'homme et les vecteurs pathogènes. Elle vise à détruire, modifier, supprimer ou recycler les récipients non indispensables qui constituent un habitat pour les œufs, les larves et les nymphes (OMS, 2014). La lutte biologique consiste à introduire dans le biotope des moustiques des espèces d'organismes différents constituant leurs ennemis. Il s'agit du poisson larvicide *Gambusia affinis* qui peut contribuer à la gestion des populations de moustiques, notamment dans les zones de productions aquacoles

les bactéries *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* et *Bacillus sphaericus* sont les plus utilisées pour lutter contre les larves de moustiques (Abagli et al., 2014). *Bacillus sphaericus* provoque une mortalité chez les larves de moustiques des genres *Culex* et *Anopheles* avec un moindre degré sur *Aedes*.

Les poissons herbivores (carpes) sont utilisés en Chine pour dévorer les herbes qui servent d'abris aux larves de moustiques (Wu et al., 1991).

La lutte chimique représente l'essentiel des mesures prises contre les moustiques par l'utilisation d'insecticides. Suivant les cas, on peut adopter des mesures antilarvaires



(dispersion d'insecticides dans les gîtes) ou des techniques adulticides (pulvérisation intra domiciliaire) (Nosais, 1996).

La lutte génétique consiste à la manipulation du patrimoine génétique des moustiques afin d'obtenir des individus transgéniques qui peuvent être soit stériles, soit réfractaires aux parasites qu'ils transmettent habituellement (Tabachnick, 2003). Les manipulations intéressent également les plantes telles que les algues qui se reproduisent dans les gîtes larvaires. Ces algues génétiquement modifiées par intégration de gènes de toxines bactériennes agissent sur les larves de moustiques.

Les indications principales de la lutte antivectorielle et l'une des meilleures méthodes de prévention de ces maladies à vecteurs restent la protection personnelle contre les piqûres. Cette protection peut s'envisager selon trois modalités principales qui peuvent être utilisées séparément ou en complémentarité : utilisation de répulsifs sur la peau, utilisation de produits insectifuge/insecticide en imprégnation de vêtements, imprégnation de moustiquaires ou d'autres matériaux domestiques avec un produit insecticide (Carnevale et Mouchet, 1997).

#### **4. L'impact des insectes sur les cultures**

D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Fonds international de développement agricole (FIDA) et le Programme alimentaire mondial (PAM) (2013), 842 millions de personnes soit 12% de la population mondiale n'étaient pas en mesure de satisfaire leurs besoins énergétiques alimentaires entre 2011 et 2013. La grande majorité des personnes souffrant de la faim, soit 827 millions d'individus, vivent dans des pays en développement, où la prévalence de la sous-alimentation est aujourd'hui estimée à 14,3% de la population. Par ailleurs la situation alimentaire est caractérisée dans le Sahel par l'insuffisance des récoltes à laquelle s'ajoutent des pertes souvent élevées dues en grande partie aux attaques des insectes ravageurs dans les champs et dans les lieux de stockage. En Afrique subsaharienne, l'action des insectes déprédateurs de céréales et de légumineuses peut anéantir complètement, en quelques mois seulement, des stocks destinés aux vivres et aux semences si aucune protection n'est appliquée. Les dégâts causés sur les stocks de céréales et légumineuses par les insectes ont fait l'objet de nombreux travaux en Afrique. Leur action est d'autant plus nocive dans beaucoup de pays africains où les récoltes ne couvrent pas les besoins alimentaires des populations (Cissokho et al., 2015).

## Chapitre2 : Les pesticides

### 1. Définition des pesticides :

Le terme pesticide désigne toute substance ou mélange servant à empêcher, détruire, repousser des organismes indésirables pour l'agriculture ou l'hygiène publique. Il s'agit d'un terme général englobant une grande variété de produits herbicides, fongicides, insecticides etc.

Un pesticide peut être une substance chimique, un agent biologique (tel qu'un virus ou une bactérie), un désinfectant ou tout autre produit luttant contre des « nuisibles » tels que les insectes, les mauvaises herbes, ou les microbes. Les pesticides peuvent être classés en fonction de leurs familles chimiques. Les familles les plus importantes sont les organophosphorés, les organochlorés, les carbamates et les triazines (ACTA, 2005).

### 2. Classification des pesticides

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une telle variété de structure chimique, de groupes fonctionnels et d'activité que leur classification est complexe. D'une manière générale, ils peuvent être classés en fonction de la nature de l'espèce à combattre mais aussi en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose. L'index de l'ACTA qui réfère les principaux produits autorisés et commercialisés mentionnait 489 substances actives en 2005 et 2600 préparations commerciales (liste arrêtée en Juillet 2004). De plus, les variétés et les quantités utilisées diffèrent selon les pays où ils sont utilisés. Néanmoins, les systèmes de classification sont universels (ACTA, 2005).

- **Le premier système de classification repose sur le type de parasites à contrôler**

Il existe principalement trois grandes familles de produits phytosanitaires selon la nature des cibles visées: **les herbicides, les fongicides et les insecticides**. À celles-ci s'ajoutent des produits divers tels que les acaricides (contre les acariens), les nématicides (contre les nématodes), les rodenticides (contre les rongeurs), les taupicides (contre les taupes), les molluscicides (contre les limaces et les escargots essentiellement), les corvicides et les corvifuges (contre les oiseaux ravageurs de culture et surtout les corbeaux) et enfin les répulsifs (ACTA, 2005).

- **Le deuxième système de classification tient compte de la nature chimique de la substance active majoritaire qui compose les produits phytosanitaires.**

Les principaux groupes chimiques comprennent **les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les pyréthriinoïdes, les triazines.** **3. Les Insecticides**

### **3.1. Définition des insecticides**

Un insecticide est une substance active ou une préparation ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs.

### **3.2. Qualités d'un bon insecticide**

Un insecticide idéal pour la lutte contre les vecteurs de maladies doit avoir les propriétés suivantes (Gregor, 1988) :

- une grande efficacité sur les vecteurs cibles ;
- une efficacité à faible dose, sans provoquer de résistance ;
- une grande activité sur les autres insectes nuisibles de la maison ;
- une faible toxicité sur l'homme et les autres mammifères ;
- des effets minimes sur l'environnement ;
- une stabilité dans le milieu extérieur mais se dégradant dans la nature quand son activité disparaît.

### **3.3. Classification des insecticides :**

Ils existent plusieurs classifications des insecticides parmi lesquelles la classification selon leur composition chimique. Les insecticides peuvent être classés selon la famille chimique :

#### **3.3.1. Les insecticides de synthèse**

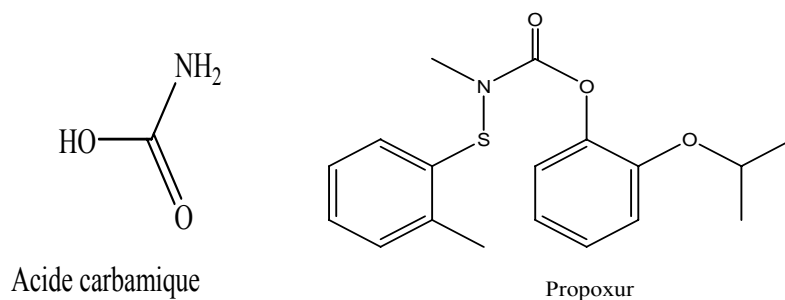
##### **3.3.1.1. Les Carbamates :**

Les carbamates sont des esters de l'acide carbamique (Figure 1). Ce sont des insecticides qui agissent par inhibition de l'acétylcholinestérase (Gentilini, 2012). Ils agissent directement sans biotransformation sur AChE, entraînant une toxicité plus marquée; les carbamates sont peu utilisés en Santé publique à cause de leur coût élevé. Les principaux composés commercialisés sont :

- **Le Baygon ou le 2-isopropoxyphényle N-méthylcarbamate (Propoxur®)** est couramment utilisé contre les insectes de la maison (Kumar et al., 1993). Il a récemment attiré une attention considérable comme une option de traitement possible pour lutter contre l'épidémie de punaises. Le mécanisme généralement accepté de la

toxicité pour le Propoxur implique l'inhibition de la ChE, comme cela est le cas pour de nombreux agents de la catégorie (Kovacic et Somanathan, 2012).

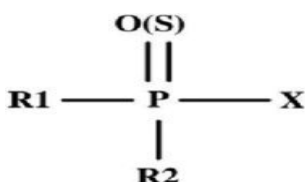
- **Le Carbofuran (Furadan®)** Malgré les progrès récents dans la compréhension du mécanisme de toxicité, le développement de biomarqueurs (biochimiques qui varient de manière significative à l'exposition aux produits chimiques) pour les pesticides et l'exposition aux contaminants de l'environnement est encore une tâche difficile. Carbofuran est l'un des pesticides les plus couramment utilisés dans l'agriculture et est le plus toxique des pesticides carbamates (Mudiamet al., 2013).
- **Le Bendiocarb®** est utilisé en aspersion intra-domiciliaires (Gentilini, 2012).



**Figure N°1 :** Structure de l'acide carbamique et du Propoxur **3.3.1.2. Les organophosphorés (OPs) :**

Les OPs sont des amides ou des esters des acides phosphorique, phosphonique, thiophosphorique et thiophosphonique (Figure 2) (Testud et Grillet, 2007). Ce sont des inhibiteurs de la cholinestérase (Gentilini, 1993). Cette inhibition a comme conséquence l'accumulation de l'acétylcholine (ACh) entre les neurones ; soit entre le neurone et les jonctions (neuromusculaires) ou synapses du muscle. Cette accumulation provoque la contraction rapide des muscles volontaires et entraîne finalement de la paralysie (Ware, 2004). Les OPs sont généralement divisés en trois groupes: les dérivés aliphatiques, les phényliques, et les hétérocycliques.

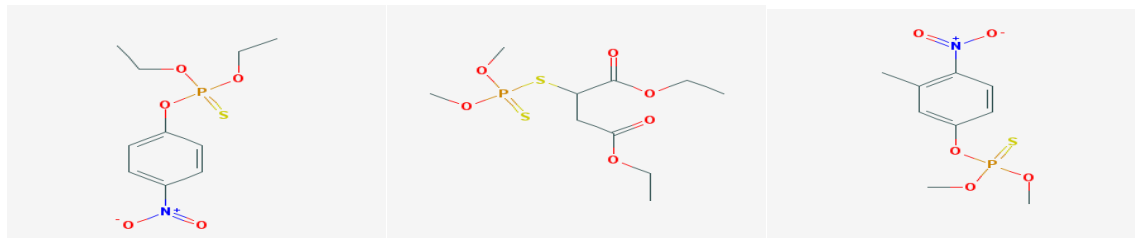
Les premiers composés comme le **Parathion**, étaient toxiques, mais les dérivés modernes ont une toxicité faible pour les vertébrés homéothermes et les poissons. Parmi les OPs les plus utilisés se trouvent: Le Malathion, le Fenitrothion, le Fenthion, le Chlorpyrifos (Dursban), le Temephos (Abate), le Pirimiphosmethyl et les Iodofemphos.



**Figure N°2** : Structure commune aux esters organophosphorés.

X : déterminant majeur des classes qui est soumis à l'hydrolyse ;

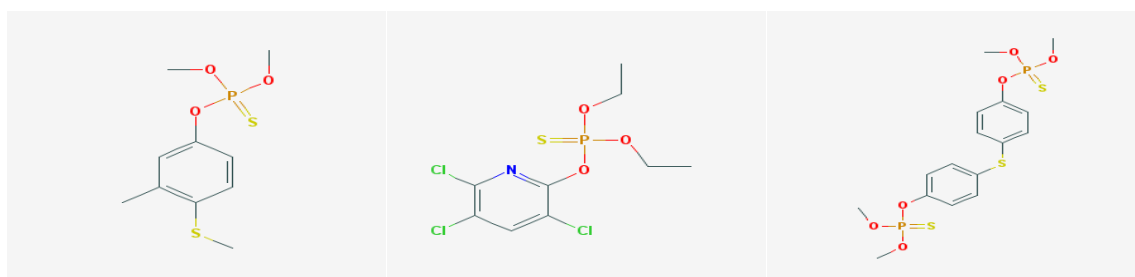
R1 et R2 : groupement diméthoxy, diéthoxy, autre dialkoxy, diamino, chloré ou autre dialkoxy substitué, trithioalkyl, triphényl éventuellement substitué, constituant mixte.



Parathion

Malathion

Fenitrothion



Fenthion

Chlorpyrifos éthyle (Dursban)

Temephos (Abate)

**Figure N°3** : Structures de quelques organophosphorés (pubchem.ncbi)

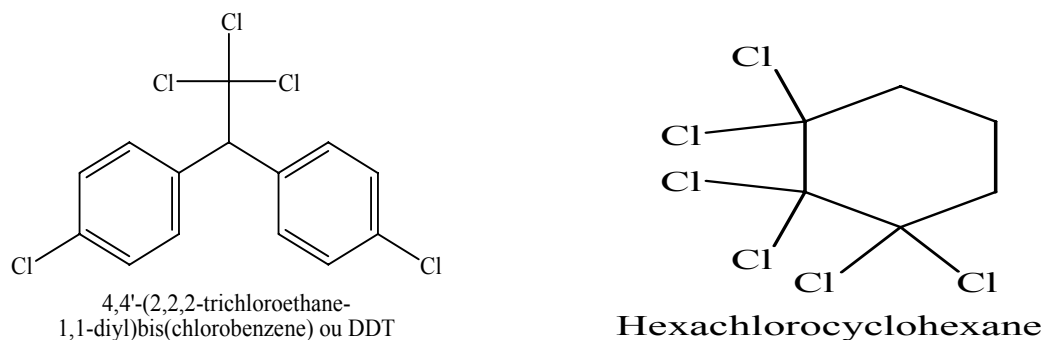
### 3.3.1.3. Les Organochlorés :

Les Pesticides Organochlorés (POC) sont des composés organiques, obtenus par la chloration de différents hydrocarbures insaturés (Figure 4). Les POC se caractérisent par une faible solubilité dans l'eau, mais une solubilité élevée dans les solvants organiques, très résistants à la dégradation biologique, chimique et photo-lytique (Liliana, 2007). Ce sont des insecticides qui constituent un poison de nerf des arthropodes. Les principaux utilisés sont :

- **Le DDT (Diphenyl-Dichloro-Trichloroéthane) ou Zeidane** a marqué le début d'une nouvelle ère dans la lutte contre les insectes, c'est un poison du nerf des arthropodes actif par contact.
- **L'Hexachlorocyclohexane (Lindane®)** a pratiquement les mêmes utilisations que le DDT, mais il est deux fois plus toxiques et deux fois moins rémanents.
- **La Dieldrine** est toxique  $DL_{50}$  (dose létale 50) = 40-80 mg/kg de rats), jadis utilisée en poudre mouillable pour le traitement mural des habitations dans la lutte antipaludique, elle est actuellement abandonnée en raison de la résistance développée

par les insectes (Diallo, 2006). Sa structure apolaire le rend pratiquement non dégradable dans l'environnement.

Les POC sont chimiquement très stables, ils persistent longtemps dans le sol (plusieurs dizaines d'années), participant à une contamination continue des autres compartiments de l'environnement ainsi que de la chaîne trophique (Quénel, 2005).



**Figure N°4 :** Structures de quelques organochlorés

### 3.3.2. Les Insecticides minéraux :

Les Huiles minérales dérivées du pétrole sont employées depuis longtemps sur les gîtes larvaires de moustiques, où elles forment un film qui empêche les larves de respirer. Des produits de types «monolayer» ont été développés pour préserver l'environnement et tuer les moustiques, mais leur emploi reste encore délicat (Gentilini, 2012). Elles sont jugées très polluantes (Ouologuem, 1999), bien qu'il n'y ait pas de résistance développée aux insecticides minéraux, leur utilisation a été réduite surtout à cause de leur toxicité (Gregor, 1988). Le vert de Paris (acétoarsénite de cuivre) est le produit le plus connu pour ses propriétés larvicides (Gentilini, 1993).

### 3.3.3. Insecticides végétaux : Pyrèthre et Pyréthrinoïdes

Le pyrèthre est connu depuis 2000 ans en Chine. Son extrait contient des pyréthrines naturelles provenant des plantes de la famille des chrysanthèmes (*Chrysanthemum cinerariaefolium* ou *C.cineum*) dont les composantes ont servi de «leader» à la synthèse de toute une famille de produits, les pyréthrinoïdes qui ont une action très rapide (effet «Knock-down»). Leur utilisation de façon intensive date des années 1970 (Gentilini, 2012). Le pyrèthre est actuellement cultivé sur les hautes terres d'Afrique orientale, des Andes, de la Nouvelle Guinée et au Japon. La poudre était jadis utilisée comme antiparasitaire (Coulibaly, 2011).

Les pyréthrines ont une activité insecticide très élevée, elles existent sous deux formes: les pyréthrines naturelles et les pyréthrines de synthèse.

- **Les Pyréthrines naturelles :** Elles sont issues principalement de la plante *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Les principaux constituants sont les pyréthrines I et

II et les cinérines I et II. Elles provoquent une modification de la perméabilité de la gaine nerveuse aux ions  $K^+$  et  $Na^+$  et perturbent l'équilibre entre ces deux ions. Elles sont peu stables mais agissent très rapidement, produisant une immobilisation quasi immédiate de l'insecte « Knock down ». C'est la raison de leur emploi dans les bombes insecticides à usage domestique. Cependant, ces produits naturels étant onéreux et de production limitée ont été progressivement remplacés par des molécules synthétiques (Coulibaly, 2011).

- **Les Pyréthrines de synthèse :** Elles sont obtenues par hémisynthèse à partir de l'acide chrysanthémique et elles agissent par perturbation de la conduction nerveuse en agissant sur la fermeture des canaux sodiques ce qui entraîne un blocage de l'influx nerveux. Les premiers composés comme l'alléthrine et l'esbiothrine étaient peu toxiques, mais aussi peu stables. Les derniers nés de l'industrie commerciale la perméthrine, la cisméthrine, la resméthrine, la cyperméthrine, la lambda-cyhalothrine, la dècaméthrine (DECIS®); la tétraméthrine ou Phtaltrin (NEOPYNAMIN®) comptent parmi les insecticides les plus puissants; mais les résistances ont été signalées dans plusieurs pays notamment en Afrique (Koné, 2009; Gentilini, 2012).

### 3.3.4. Les Analogues des hormones d'insectes

Ils appartiennent à deux groupes, les juvénosides et les ecdysoïdes.

Les juvénosides, d'une manière générale, ce sont des dérivés sesquiterpénosides proches de l'ester méthylique de l'acide farnésosique actifs sur les larves des derniers stades, inhibent la nymphose ou tuent les nymphes. Le prototype est la méthoprène, produit à faible rémanence pyriproxifène.

Les ecdysoïdes inhibent la formation de l'exosquelette de la larve après la mue et sont donc actifs sur tous les stades larvaires (Gentilini, 2012) ; il existe également la phéromone.

## 4. La résistance des insectes aux insecticides

La résistance d'une population d'insectes donnée à un insecticide se définit comme une augmentation de sa tolérance à cet insecticide en réponse à une pression de sélection. La résistance se détermine de façon génétique. En agriculture (protection des cultures), comme en santé publique (programmes de lutte antivectorielle) et en médecine vétérinaire (traitements antiparasitaires du bétail), l'utilisation croissante des insecticides au cours des 40 dernières années a eu pour conséquence une augmentation régulière du nombre d'espèces résistantes. Selon le mécanisme de résistance on distingue

**-Résistance comportementale**

Dans ce cas l'arthropode évite tout contact avec l'insecticide. Ce type de comportement est très souvent dû à l'effet excito-répulsif de l'insecticide et n'a pas de rapport avec une modification génétique (Soderlund et Blomquist., 1990).

**-Résistance par modification de l'absorption et de l'excrétion des insecticides**

Il s'agit ici d'une augmentation de l'activité catalytique et/ou de la quantité des enzymes intervenant dans la dégradation normale des insecticides (Soderlund et Blomquist., 1990).

**- Résistance par modification du site d'action**

Cette dernière semble être plus fréquemment rencontrée surtout en Afrique Subsaharienne (Guillet, 1995). La modification peut concerner la transmission de l'influx nerveux au niveau des nerfs eux-mêmes.

C'est le cas de la résistance croisée aux pyréthriinoïdes et au DDT. Cette résistance est due à la fois à la modification des canaux sodiques voltages dépendants et à la réduction de leur nombre.

Ce phénomène de résistance, outre de compromettre l'efficacité des mesures de lutte, peut avoir des répercussions préoccupantes sur les plans économiques et sanitaires, mais également écologiques, par l'accroissement des doses d'insecticides utilisées (Brevault et al., 2003).

La capacité des moustiques à résister aux insecticides menace la lutte contre les maladies telles que la dengue et le paludisme (Faucon, 2015). L'impact de la pulvérisation à effet rémanent et à long termes de moustiquaires imprégnées d'insecticide, composants clés de la stratégie nationale de lutte contre le paludisme au Mali, est menacé par la résistance des vecteurs aux insecticides. Une étude basée sur l'évaluation du niveau de résistance de *Anopheles gambiae* aux insecticides dans la population du Mali pour quatre classes d'insecticides recommandées pour la pulvérisation à effet rémanent : organochlorés, les pyréthriinoïdes, les carbamates et organophosphorés a été menée. La caractérisation de la résistance a été faite à travers le sud du Mali pour évaluer la présence et la répartition des mécanismes physiologiques qui comprenaient des modifications au site cible: résistance knockdown. Les populations testées ont montré des niveaux élevés de résistance au DDT, ainsi que la résistance accrue au deltaméthrine et lambda-cyhalothrine et aussi une résistance au Fenitrothion et au Bendiocarb a été détectée (Cissé et al., 2015).

L'évolution de la résistance des insectes menace le succès continu des cultures transgéniques produisant les toxines de *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui tuent les insectes



nuisibles (Tabashnik et al., 2008). De plus, chez certaines espèces d'insectes, nous distinguons l'accumulation à plusieurs classes d'insecticides : ce sont les multirésistances.

### **5. Devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement**

Malgré un souci croissant de protection de l'environnement lors de l'utilisation des produits phytosanitaires, une certaine quantité de ces substances se retrouve dans l'environnement, principalement dans l'air par dérivé sous forme de gouttelettes ou sur le sol. Moins de 0,1% des pesticides appliqués pour la lutte antivectorielle atteignent leurs ravageurs cibles. Ainsi, plus de 99,9% des pesticides utilisés se retrouvent dans l'environnement où ils nuisent à la santé publique et le biote bénéfique, dont les conséquences peuvent être la contamination des sols, de l'eau et l'atmosphère de l'écosystème en causant ainsi des dégâts énormes aux cultures et entraînant l'appauvrissement de l'homme en mettant en danger sa sécurité alimentaire. Les technologies améliorées d'application de pesticides peuvent améliorer l'utilisation de pesticides, leur efficacité et protéger la santé publique et l'environnement (Pimentel, 1995).

## Chapitre3 : Les plantes dans la lutte contre les pestes

### 1. Apport des plantes dans la lutte contre les pestes

Les plantes ont largement contribué à la lutte antivectorielle à travers les âges. En Afrique et particulièrement au Mali avant l'arrivée des pesticides conventionnels c'est le savoir-faire traditionnel basé sur l'utilisation de substances naturelles qui était le seul recours pour le contrôle antivectoriel et la lutte contre les ravageurs. Plusieurs espèces de plantes et substances sont réputées posséder des propriétés insecticides. Plusieurs plantes testées sur les Coléoptères, ravageurs du maïs, du manioc, du niébé ou du haricot ont prouvé leur potentiel insecticide (Glitho et al., 2008).

*Sitotrogacerealella* est l'un des ravageurs les plus redoutables dans les systèmes de conservation traditionnelle en Afrique. L'examen des résultats de recherche sur le contrôle de ce déprédateur de plusieurs céréales a révélé l'utilisation fréquente de produits chimiques de synthèse. Cependant, les huiles essentielles des plantes aromatiques pourraient être efficaces dans le contrôle des populations de *S. cerealella* dans la conservation des stocks de riz (Adjalian et al., 2014).

#### Substances à activités insecticides issues des plantes :

##### -Nicotinoïdes

Le genre *Nicotiana* (*Solanaceae*) comprend environ 100 espèces. *N. tabacum* L. est l'espèce la plus connue. La nicotine est un alcaloïde caractéristique du genre et est commercialement préparée à partir du tabac industriel (Bruneton, 1993). Elle a été longtemps utilisée comme insecticide efficace mais graduellement remplacée par des composés plus sûrs.

##### - LesConchosines A et B

Sont extraites de *Parthenium confertum* A Gray(*Compositae*). Ellesont des effets sur le développement des larves de certains insectes (Harborne, 1995).

##### - Le Glaucolide A (Harborne, 1995).

Il est extrait de nombreuses espèces de *Vernonia* par exemple *V. glauca* (L.)

Willd. (*Compositae*). Il a un effet antinutritif sur certains mammifères et aussisur les insectes. Le Glaucolide affecte le développement des larves de certains insectes.

##### -LeCynisine ; centaurine ; cnicine

Il est extrait de *Cnicus benedictus* L., qui est une des espèces de *Centaurea benedicta*L. (*Compositae*) et présente une activité antinutritive sur de nombreux insectes.

## 2. Critères de sélection des plantes faisant l'objet de ce travail

Les plantes qui ont été sélectionnées pour cette étude ont toutes démontré une activité insecticide scientifiquement prouvée. C'est le cas de l'extrait méthanolique des feuilles de *Anacardium occidentale* qui a montré une activité larvicide sur *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles stephensi*, et *Aedes aegypti* (Tripathy et al., 2011). L'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh possède des propriétés larvicides sur *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus* (Cheng et al., 2009), l'activité larvicide des extraits éthanolique et aqueux de *Flacourtia flavescens* Willd. a été démontrée sur les larves de *Anopheles gambiae* (Ouologuem, 1999). Les feuilles et les graines de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit sont utilisées comme insecticides et arachnicides (Burkill, 1995 ; Benelli et al., 2012). *Lannea velutina* A. Rich possède une propriété larvicide sur les larves de moustiques *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae* et de *Culex quinquefasciatus* (Diallo et al., 2001). L'huile essentielle de *Mentha piperita* L. a montré une activité insecticide contre *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* et *Anopheles tessellatus* (Samarasekera et al., 2008), l'huile végétale du jujubier (*Ziziphus jujuba* Mill.) et les extraits organiques sont des agents prometteurs pour contrôler les larves de *Culex pipiens* (El Husseiny et al., 2014). Toutes ces plantes sont largement utilisées en médecine traditionnelle malienne pour le contrôle vectoriel et la lutte contre les ravageurs mais leur mécanisme d'action n'est pas connu pour la plupart.

Le DMT a mis aux point le test enzymatique de l'inhibition de l'acétylcholinestérase *in vitro* qui est le mécanisme d'action des carbamates et se propose de vérifier l'hypothèse suivant : lesquelles de ces plantes agissent selon un même mécanisme que les carbamates?

## 3. Monographie des plantes sélectionnées

### 3.1. *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) :

**Synonymes :** *Acajuba occidentalis* (L.) Gaertn., *Anacardium microcarpum* Ducke ; *Anacardium occidentale* var. *americanum* Jacq ; *Anacardium occidentale* var. *gardneri* Engl. ; *Cassuvium pomiferum* Lam. ; *Cassuvium reniforme* Blanco ; *Cassuvium solitarium* Stokes

#### Noms locaux

Bambara : Sômô, jibarani

Malinké : jibarani

Senoufo : komigason

### **Systematique :**

Règne : Végétal

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Sapindales

Famille : Anacardiaceae

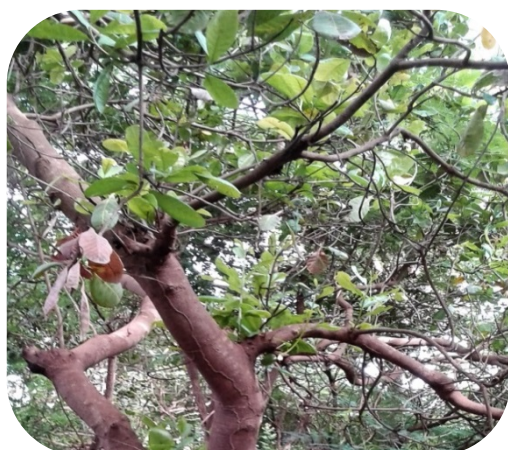
Genre : *Anacardium*

Espèce : *occidentale*

### **Description botanique**

Arbuste ou petit arbre atteignant 6 à 12m de haut à feuillage dense, persistant, vert foncé, (rouge ou vert pâle à l'état juvénile), à cime régulière hémisphérique, aux branches atteignant parfois le sol et à tronc court et tortueux.

L'écorce de tronc est rugueuse, grise à tranche rosée. Le rameau est plus ou moins pubescent grise à brun ; et les feuilles sont simple et alternes à odeur de térébenthine au froissement (Arbonnier, 2009).



**Figure N°5 :** Photo de *Anacardium occidentale* prise par Aminata A Traoré, 2015.

### **Habitat et répartition géographique**

*Anacardium occidentale* est une plante originaire du Brésil et des Caraïbes. On le trouve aussi au Sénégal, au Kenya, en Afrique tropicale, au Madagascar et en Inde. C'est une espèce cultivée en savanes soudaniennes à guinéennes sur sols profonds et légers, sur éboulis ou graviés (Arbonnier, 2009; Sacandé et al., 2012).

### Usages médico-traditionnels

*Anacardium occidentale* est utilisée en médecine traditionnelle africaine pour le traitement de l'arthrite, de la fièvre, de la douleur et de l'inflammation des extrémités (Olajide et al., 2013).

La plante montre des vertus antibactérienne et antifongique. La pomme-cajou est laxative et traite les verrues. Aux Antilles elle est utilisée contre les vers, l'eczéma, les dermatites et les ulcères. Elle est considérée comme précieuse contre la lèpre et pour calmer les gastrites au Guatemala (Boullard, 2001). Le tronc donne une gomme qui est utilisée comme adhésif en partie et qui a montré des propriétés insecticides, également la gomme de l'écorce de tronc possède des propriétés insectifuges. Toutes les parties de l'arbre sont également utilisées dans la médecine traditionnelle, principalement pour traiter les affections de la peau, comme bains de bouche et comme purgatifs (Van Eijnatten, 1991).

Le macéré des feuilles de *Anacardium occidentale* est utilisé avec l'extrait d'une noix de cola pour traiter la diarrhée, les hémorroïdes et la dysenterie (Séréme, 2008). L'emploi d'écorce de *A occidentale* pour le traitement du diabète a été signalé pour la première fois au Sénégal. La forme d'utilisation conseillée est le macéré (Coulibaly, 1988).

### Chimie

Les feuilles de la plante sont riches en tanins et l'écorce de tronc a des concentrations en tanins comprises entre 12-32% (Séréme et al., 2008). Le latex de *Anacardium occidentale* contient l'acide anacardique (2-hydroxy-6-pentadécane-diénylbenzoïque), et le cardol (3, 5-dihydroxy-pentadécane-diénylbenzène) (Backer et Haack., 2010).

### Données pharmacologiques et toxicologiques

L'extrait méthanolique des feuilles a montré une activité larvicide sur *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles stephensi* et *Aedes aegypti* avec des CL<sub>50</sub> de 56,81 ; 912 ; et 10,79 ppm (Tripathy et al., 2011). Mukhopadhyay et collaborateurs ont aussi démontré l'activité larvicide avec l'extrait de l'huile d'amande (Mukhopadhyay et al., 2010).

L'extrait méthanolique des feuilles a inhibé *in vitro* la croissance de plusieurs germes (Akinpelu, 2001).

L'écorce de tronc de *Anacardium occidentale* possède une propriété anti-inflammatoire en rapport avec l'inhibition de la production de cytokines associées à l'inflammation. L'extrait aqueux des feuilles de la plante a indiqué une activité hypoglycémiant chez les rats rendus diabétiques avec la streptozotocine (Sokeng et al., 2001).

### 3.2. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (Myrtaceae):

**Synonymes:** *Eucalyptus camaldulensis* var. *acuminata* (Hook.) Blakely ; *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *Camaldulensis*; *Eucalyptus camaldulensis* var. *Camaldulensis*.

#### Noms locaux

Bambara : Menthalotum yiri

Sonrhäï : Menthalotum tourou

#### Systématique

Règne : Végétal

Embranchement : Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : *Eucalyptus*

Espèce : *camaldulensis*

#### Description botanique

C'est un arbre à feuille persistant, à cime étroite avec des branches tombantes et peu fournies. Les feuilles sont alternes, ou opposées, glabres, vertes ou glauques.

Le limbe est plus ou moins falciforme, plus large vers la base, à sommet plus ou moins longuement atténué en pointe translucide, odorant au froissement; les nervures sont pennées, les nombreuses nervures secondaires sont peu visibles, espacées de 1-3 mm, se raccordant à une nervure submarginale située à 0,5-1 mm du bord. Les fleurs sont pédicellées, apétales, à calices coniques plus ou moins arrondis à la base, portant de très nombreuses étamines blanchâtres. Le fruit est une capsule hémisphérique ligneuse, pédicellé (Arbonnier, 2009).



**Figure N°6 :** Photo des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* prise par Aminata A Traoré, 2015.

## Habitat et répartition géographique

*E. camaldulensis* est une espèce plantée sur tous types de sol, y compris sur les sols inondés temporairement. C'est une plante de la zone pantropicale et très répandue du Sénégal au Cameroun.

## Usages médico-traditionnels

L'essence extraite des feuilles (eucalyptol) est surtout réputée comme expectorant et béchique (toux, bronchite, asthme, rhume, rhinite). Elle est aussi fébrifuge, tonique contre l'asthénie, astringente plus ou moins antiseptique dans le traitement de la vaginite, hémostatique dans la dysménorrhée et vermifuge (Arbonnier, 2009). La gomme est astringente et utilisée contre la diarrhée. Les feuilles sont utilisées en fumigation pour chasser les insectes. L'eucalyptol est utilisé en parfumerie.

## Chimie

Des recherches ont porté sur la composition chimique des huiles essentielles des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis*. Les huiles essentielles ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse; les constituants suivants ont été identifiés: eucalyptol, alpha-pinène et le limonène (Bayala et al., 2014). Les feuilles de *E. camaldulensis* recueillies à Jérusalem, contenaient 0,5% d'huile essentielle et les principaux composants étaient le p-cymène et le spathulenol (Chalchat et al., 2011).

## Données pharmacologiques et toxicologiques

De nombreuses études ont été menées sur l'activité larvicide des huiles essentielles des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* contre deux espèces de moustiques, *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*. Parmi les constituants efficaces, l'alpha-terpinène a présenté le meilleur effet larvicide à la fois contre les larves de *A. aegypti* et *A. albopictus*; les résultats de cette étude ont montré que l'huile essentielle de feuilles de *E. camaldulensis* pourrait être considérée comme une source puissante pour la production des larvicides naturelles (Cheng et al., 2009). L'huile possède un large spectre d'activité biologique, y compris antimicrobienne, fongicide, insecticide et/ou insectifuge, herbicide, acaricide et nématocides (Batish et al., 2008). Les effets létaux et sub-létaux de l'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* ont été testés sur les adultes de *Callosobruchus maculatus*, qui est un insecte ravageur important du niébé stocké et qui a une large distribution géographique dans les régions tropicales et subtropicales. Les résultats ont montré qu'une faible concentration des huiles essentielles affectait négativement la longévité, la fécondité et la fertilité de ces insectes adultes (Izadmehr et al., 2013).

### 3.3. *Flacourtia flavescens* Willd. (Salicaceae)

**Synonymes :** *Flacourtia indica* (Burm. f.) Merr. ; *Flacourtia edulis* Schumach.& Thonn.

**Noms locaux** (Malgras, 1992) :

Bambara : samanyi

Malinké : samanyi

Senoufo : nasolo kaon

#### **Systematique :**

Règne : Végétal

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Salicaceae

Genre : *Flacourtia*

Espèce : *flavescens*

#### **Description botanique**

*F. flavescens* est un arbre ou arbuste sarmenteux, buissonnant atteignant jusqu'à 10 m de haut; L'écorce est lisse devenant crevassée et écailleuse, avec des épines droites, axillaires jusqu'à 8 cm de long de couleur grise ou brune. Le rameau est pubescent ou glabre, gris à brun et lenticellé. Les feuilles sont alternes, simples et plus ou moins coriaces de forme variable, ovale ou obovale ou elliptique aux bords crénelés. Les fleurs sont en groupes axillaires; le fruit est une baie charnue, violacée, glabre, globuleux et rouge ou pourpre de 2,5 cm de diamètre (Sacandé et al., 2012; Arbonnier, 2009).



**Figure N°7 :** Photo de la plante de *F. flavescens* prise par Aminata A Traoré, 2015.



## Habitat et répartition géographique

C'est une plante des galeries forestières et des collines rocheuses des savanes soudano-guinéennes et guinéennes. *Flacourtia flavescens* a été introduite en Afrique à partir de l'Asie du sud. Du Sénégal au Cameroun, jusqu'en république Centrafricaine et en Angola ; assez commune, mais jamais abondant. Elle est également présente à Madagascar, sur les îles Mascarenes, en Seychelles, en Inde, en Asie du sud- Est et en Chine (Arbonnier, 2002).

## Usages médico-traditionnels

La racine est utilisée traditionnellement contre l'anémie, la gastrite infantile, et la dermatose; les feuilles sont utilisées comme cholagogues, purgatives et également contre la diarrhée, la dysenterie et l'anémie. Le fruit a une pulpe comestible et les rameaux servent de clôtures (Arbonnier, 2009).

La plante a montré au Bénin des propriétés anti paludiques, également contre la fièvre mais aussi d'autres vertus thérapeutiques. Certains l'utilisent même comme complément alimentaire. Aussi, les feuilles de *F.flavescens* sont utilisées pour engraisser le bétail (Agassounon et al., 2012a).

## Chimie

Des études ont été menées sur les feuilles et les racines recueillies à deux stades différents, cette étude a révélé que *F.flavescens* contient des protéines, des lipides, des sucres et des polyphénols avec des quantités allant de 0,09% à 13,98%. Les teneurs en calcium, magnésium, sodium et phosphore dont le contenu était comprises entre 0,5% (feuilles mâles) et 5,25% (feuilles femelles). Le Fer et le zinc sont en traces. Le criblage de principes actifs a révélé la présence d'alcaloïdes, des anthraquinones, des anthocyanes, des flavonoïdes, des saponosides, des tanins et des polyphénols, des triterpènes et des stéroïdes et l'absence de la coumarine (Agassounon et al., 2012b).

## Données pharmacologiques et toxicologiques

Les extraits éthanolique et aqueux de *Flacourtia flavescens* testés sur les larves de *Anopheles gambiae* ont montré une activité larvicide maximale après 24 heures d'exposition (Ouologuem, 1999).

L'activité antipaludique de *Flacourtia flavescens* a été testée sur des isolats cliniques frais de *Plasmodium falciparum* résistant à la chloroquine en utilisant le semi-microtest *in vitro*. Les résultats ont montré que l'extrait hydro méthanolique était actif (Agassounon et al., 2011).

### 3.4. *Hyptis suaveolens* (L.) Poit Lamiaceae :

**Synonymes :** *Ballota suaveolens* L. ; *Schaueria suaveolens* (L.) Hassk. ; *Hyptis graveolens* Sshrank. ; *Hyptis plumeri* Poit.

#### Noms locaux

Bambara : sosofagalan

Senoufo : lupambogué

#### Systématique

Règne: Végétal

Embranchement: Spermaphytes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Hyptis*

Espèce: *suaveolens*

#### Description botanique

C'est une herbe terrestre, annuelle, aromatique, atteignant 1,50 m de haut et possédant un port dressé jusqu'à 2 mètres de hauteur. La racine est pivotante; La tige est quadrangulaire, creuse, à poils glanduleux. Les feuilles sont simples, opposées, pétiolées, pubescentes sur les deux faces. Les fleurs sont de couleur violacée, hermaphrodites sessiles et groupées en glomérules axillaires. Le fruit est une noix, un tétrakène renfermant 4 graines (AICAF, 1997 ; Thiombiano et al., 2009).



**Figure N°8 :** Photo des feuilles de *Hyptis suaveolens* prise par Aminata A Traoré, 2015.

### **Habitat et répartition géographique**

C'est une plante originaire d'Amérique tropicale mais qui se trouve aujourd'hui sous forme de mauvaise herbe un peu partout dans le monde; elle est répandue particulièrement dans les régions tropicales.

### **Usages médico-traditionnels**

Les inflorescences de la plante sont mises dans les matelas pour les garder ou les épargner des insectes venimeux, piqueurs, nuisibles. La sève des feuilles ajoutée à du jus de citron est prise en Sierra Léone contre les maux de ventre (Burkill, 1985). Au Ghana, la plante joue un rôle très important dans le traitement de l'anémie durant la grossesse et les sages-femmes prescrivent cette plante pour induire et faciliter le travail pendant l'accouchement. La très forte odeur de la plante a permis son utilisation comme insectifuge. En Inde la plante est utilisée comme engrais vert et les feuilles séchées sont reniflées pour arrêter le saignement du nez.

### **Chimie**

Les huiles essentielles des feuilles et fleurs de *Hyptis suaveolens* récoltées au Togo ont été obtenues par hydrodistillation et analysés au CPG et CPG-SM ; les principaux constituants ont été entre autres sabinène (28,0%) et  $\beta$ -caryophyllène (25,8%) (Koba et al., 2007 ; Sidibé et al., 2001) ; d'autres constituants ont aussi été retrouvés: le terpinolène (10,7%) le  $\beta$ -pinène (8,2%), le limonène (5,8%), et le 4-terpinéol (2,5%) (Benelli et al., 2012).

### **Données pharmacologiques et toxicologiques**

Les feuilles et les graines de *H. suaveolens* sont utilisées comme insecticides et arachnicides. Des propriétés biologiques ont été mises en évidence parmi lesquelles les activités tumorigènes, l'induction de l'infertilité et comme stimulant de la lactation (Burkill, 1995). Les constituants des huiles essentielles qui ont été testés, ont montré une activité notable répulsive contre les adultes de la calandre des grains de *Sitophilus granarius* (Benelli et al., 2012).

### **3.5. *Lannea velutina* A.Rich. Anacardiaceae:**

**Synonymes:** *Odina velutina*(A.Rich.)Oliv.; *Calesiam velutina* (A.Rich.) Kuntze

**Noms locaux:** (Malgras, 1992)

Malinké: bakoro M'peku

Bambara: npekubangènyè, bakoro npeku

Senoufo: satungo vègè

**Systématique :**

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Celastrales

Famille : Anacardiaceae

Genre : *Lannea*

Espèce : *velutina*

**Description botanique**

*Lannea velutina* est un petit arbre ou arbuste à cime arrondie et ouvert atteignant 7 à 8m de haut dont l'écorce de tronc est lisse et tavelée, grise, à beige, à tranche rougeâtre. Les rameaux sont densément pubescents jaune-brun.

Les feuilles sont alternes, imparipennées, atteignant 25cm de long avec 3 à 5 paires de folioles opposés ovales, oblongues mesurant 7 à 10cm de long pour 3 à 6cm de large (Arbonnier 2009 ; Sacandé et al., 2012). Les fleurs sont jaunâtres à 4 pétales et mesurent environ 5mm de diamètre.

Les fruits sont des drupes, ellipsoïdes, pubescentes, oranges et rouges à maturité; ils mesurent environ 1cm de long, avec 4 petites dents au sommet (Arbonnier, 2009; Malgras, 1992 ; Sacandé et al., 2012).



**Figure N°9 :** Photo des feuilles de *Lannea velutina* prise par Aminata A Traoré, 2015.

**Habitat et répartition géographique**

*Lannea velutina* est une plante commune et disséminée qui se rencontre dans les savanes boisées soudaniennes, également dans les zones soudano-guinéennes, sur tous types de sol et

en bordure de cuirasse latéritique. La plante est également surtout abondante au sud du Mali. Elle est aussi rencontrée au Sénégal, en Gambie, en Guinée Bissau, en Guinée, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et au Ghana (Malgras, 1992 ; Arbonnier, 2009 ; Sacandé et al., 2012).

### **Usages médico-traditionnels**

Les préparations des écorces de tronc et des racines de *L. velutina* sont utilisées par voie interne comme anti diarrhéique. Au Sénégal l'écorce et les racines macérées sont utilisées pour préparer un bain chez les enfants rachitiques et chez les adultes souffrants de douleurs généralisées sans cause apparente, et en massage pour les claquages musculaires. Au Mali le décocté des feuilles et des écorces de tronc sont utilisés pour le traitement de certaines infections basses, pour soigner les plaies et même les gingivites. *L. velutina* est également utilisé au Mali dans le traitement de la douleur, de l'ulcère gastrique, des blessures, des maladies des voies respiratoires et de la fièvre (Paulsen et Malterud, 2011; Jansen, 2005 ; Ouologuem, 1999).

### **Chimie**

*L. velutina* a une forte teneur en flavonoïdes totaux (Ouattara et al., 2011) ; La plante est riche en proanthocyanidine (Maïga et al., 2006). Par ailleurs *L. velutina* est riche en anthocyanes, dérivés hydroxyanthracéniques, coumarines, flavonoïdes, leucoanthocyanes, tanins, stérols et triterpènes (Diallo, 2005).

### **Données pharmacologiques et toxicologiques**

Les études sont portées sur l'évaluation de l'activité antioxydante de *Lannea velutina*. Les extraits de polarités différentes ont été testés pour l'activité de piégeage des radicaux, en utilisant le diphenylpicrylhydrazyl (DPPH), et pour l'inhibition de la peroxydation lipidique enzymatique à médiation par la 15-lipoxygénase de soja. *L. velutina* était très riche en antioxydants. L'extrait semi-polaire (80% d'éthanol et de méthanol) aqueux de *Lannea velutina* a montré une forte activité antiradicalaire et d'inhibition de la lipoxygénase. La plante est riche en proanthocyanidine (Maïga et al., 2006). *L. velutina* a montré des résultats positifs dans un essai au Mali pour ses activités antifongiques, molluscicides, antioxydant et une activité larvicide sur les larves de moustiques *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae* et de *Culex quinquefasciatus* (Diallo et al., 2001). *L. velutina* a un grand spectre antibactérien (Ouattara et al., 2011).

### **3.6. *Mentha piperita* L. (Lamiaceae)**

**Synonymes:** *Mentha piperita* var. *balsamea* (Willd.) Rouy; *Mentha piperita* var. *officinalis* Sole.; *Mentha piperita* var. *beckeri* Briq.

### **Noms locaux**

Bambara: nanayé

### **Systématique**

Règne : végétal

Embranchement : angiospermes

Classe : dicotylédones

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Mentha*

Espèce : *piperita*

### **Description botanique**

Cette menthe très aromatique, est un hybride entre une menthe à inflorescence en épis (*Mentha spicata* L.) et une menthe à inflorescence en capitules (*Mentha aquatica* L.) ; Elle peut atteindre 75cm de haut (Boullard, 2001).



**Figure N°10** : Photo de la partie aérienne de *Mentha piperita* (wikimedia.org).

### **Habitat et répartition géographique**

*Mentha piperita* encore appelé la menthe poivrée est originaire d'Europe. Elle est également cultivé, en Asie, en Afrique du nord et en Amérique du nord, elle a été naturalisée dans plusieurs zones de l'Inde (Shah et al., 2004 ; Hamida, 2013).

### **Usages médico-traditionnels**

*Mentha piperita* est utile dans le soulagement des symptômes du rhume; il peut également diminuer les syndromes du côlon irritable, et diminuer les symptômes digestifs tels que la dyspepsie et les nausées (Shah et al., 2004).

Les feuilles et les huiles essentielles de menthe sont utilisées dans la médecine traditionnelle comme aromatisant. Les herboristes considèrent la menthe poivrée comme un astringent, antiseptique, antiprurigineux, antispasmodique, antiémétique, carminatif, diaphorétique, antalgique, anti-cataracte, antimicrobien, rubéfiant, stimulant et emménagogue (Hoffman, 1996 ; Bove, 1996).

## Chimie

L'huile essentielle des feuilles de *Mentha piperita* est principalement composée de menthol, de menthone et de menthyl acétate (Sun et al., 2014). Une étude menée sur une période de trois ans a démontré une inversion notable du rapport menthol/ menthone qui a été observée en fonction du temps de récolte. La période de floraison tardive a donné des huiles riches en menthol. Une deuxième récolte a donné une huile de haute qualité et le rendement global accru. Le pré-séchage n'a pas modifié la composition chimique de l'huile obtenue, mais laisse de grandes quantités de matériel végétal à distiller (Chalchat et al., 1997). Des auteurs ont signalé que l'huile des feuilles de menthe contient du menthol, de la menthone, du beta caryophyllène, de l'acétate de menthyle, du limonène et de alpha-pinène (Samarasekera et al., 2008).

### Données pharmacologiques et toxicologiques

L'huile essentielle de *Mentha piperita* a montré une activité insecticide (contre les moustiques dont *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* et *Anopheles tessellatus*) due au menthol qui est le composé majeur de l'huile, les composés mineurs de l'huile qui sont la menthone, le bêta-caryophyllène, l'acétate de menthyle, limonène, alpha-pinène ont montré moins ou pas d'activité contre les moustiques testés (Samarasekera et al., 2008).

*M. piperita* est présente sous différentes préparations commerciales utilisées comme antiseptique, antispasmodique, carminative, stimulant et anti-inflammatoire. Les huiles essentielles de *M. piperita* ont montré une activité antimicrobienne et antiradicalaire sur le DPPH. L'huile essentielle de *Mentha piperita* a montré une très forte activité antibactérienne sur les souches de *Escherichia coli* et surtout sur les souches multirésistants de *Shigella sonnei* et *Micrococcus flavus*. Elle a également montré une activité élevée de piégeage des radicaux libres (Neda et al., 2003).

L'huile essentielle de menthe poivrée peut causer des brûlures d'estomac ou l'irritation péri-anale et est contre-indiquée chez les patients avec une obstruction des voies biliaires, une inflammation de la vésicule biliaire et des graves dommages au foie. Les produits menthol ne devraient pas être utilisés directement sur le nez des petits enfants et les nourrissons en raison du risque d'apnée (Shah et al., 2004).

### 3.7. *Ziziphus jujuba* Mill. Rhamnaceae

**Synonymes :** *Ziziphus mauritiana* Lam. ; *Ziziphus jujuba* var. *jujuba* ; *Ziziphus jujuba* var. *spontanea* Edgew.

**Noms locaux :**

Bambara: ntômônô

Malinké: tomoron

Senoufo: ndomon

**Systématique**

Règne : végétal

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Celastrales

Famille : Rhamnaceae

Genre : *Ziziphus*

Espèce : *jujuba*

**Description botanique**

*Ziziphus jujuba* (Mill.) est un petit arbre ou arbuste haut de 3 à 5 m; avec une écorce grisâtre peu fissurée et des épines par paires, une courbée, une droite, à 2 cm, avec un système racinaire profond et puissant. Les feuilles sont alternes à bords crénelés, blanchâtres en dessous. Les fleurs sont jaunâtres en groupes serrés axillaires de 4 cm de diamètre; le fruit est brun ou violet, globuleux, de 1.5cm (Sacandé et al., 2012).



**Figure N°11 :** Photo des rameaux feuillés et de l'arbre de *Ziziphus jujuba* prise par Aminata A Traoré, 2015.



## Habitat et répartition géographique

Cette plante est retrouvée dans la savane, sur les terrains cultivés; elle est assez commune à tout le sahel. Elle est probablement originaire de l'Afrique de l'Est, des îles de l'océan Indien et du Sud Asie; maintenant elle est largement répandue dans les tropiques du monde. C'est une plante cultivée et invasive (Sacandé et al., 2012). La production de cultivar de jujubier (*Ziziphus jujuba*) ou la greffe du jujubier au Burkina Faso permet d'envisager une possibilité de développement de la culture de cette espèce en zone sahélienne (Ganaba et al., 2007).

## Usages médico-traditionnels

Les feuilles fraîches sont broyées et mélangées avec de l'argile à partir d'une fourmilière. La pâte obtenue est transformée en un cataplasme pour traiter l'inflammation (Diallo et al., 1999).

L'écorce du tronc est utilisée en macéré comme potion contre les gargouillements; en décoction contre les maux de ventre. L'écorce du tronc associée à l'écorce de *Lannea acida* est utilisée comme calmant des douleurs intestinales. Les rameaux sont utilisés dans le traitement de la coqueluche. Les feuilles fraîches coupées et mâchées sont utilisées contre les diarrhées; en application locale pour le soin des plaies et réduites en poudre contre les enflures et abcès. Les Fruits écrasés ou pressés servent à soigner les maux d'oreilles, ils ont la réputation d'être antivarioliques, anti furonculeux et actifs sur la rougeole; les fruits sont comestibles. Les femmes du Tibesti au Tchad utilisent les écorces du tronc pour préparer des parfums (Burkill, 1997).

## Chimie

Les feuilles contiennent également des flavonoïdes, saponosides, tanins, oses et holosides, mucilages, stérols, triterpènes, hétérosides cardiotoniques et Leucoanthocyanes. Les polysaccharides sont de 27,17 ; 36,87 et 45,57 %, respectivement pour le macéré et les décoctés. Ils sont composés de glucose, des acides galacturonique et glucuronique, de rhamnose et de galactose (Diallo et al., 2004).

Les fruits de *Ziziphus jujuba* seraient constitués de saponines, de flavonoïdes, d'huiles essentielles, de mucilage, de vitamines A, B et C, de calcium, de phosphore et de fer (Iserin, 2001). Les principaux sucres identifiés au niveau des feuilles de *Ziziphus jujuba* étaient le rhamnose, le glucose et le galactose. Des études effectuées sur ceux-ci ont montrée qu'ils étaient riches en acides gras et plusieurs éléments minéraux comme le fer, le calcium, le magnésium et le zinc (Yansambou, 2002).

### **Données pharmacologiques et toxicologiques**

Les feuilles de *Ziziphus jujuba* sont utilisées au Mali pour soigner le diabète (Diallo et al., 2004). Au Japon, des recherches en cours ont montré les propriétés stimulantes du jujube sur le système immunitaire. En Chine, des cobayes alimentés avec une décoction de jujubes ont pris du poids et accru leur endurance. Un rapport d'étude porté sur les extraits de *Ziziphus jujuba* pour évaluer leur activité larvicide contre les larves du moustique *Culex pipiens* a montré que l'huile végétale de jujube et les extraits organiques sont des agents prometteurs pour contrôler *Cx. pipiens* larves (El Husseiny et al., 2014).

## TRAVAUX PERSONNELS

### 1. METHODOLOGIE

#### 1.1. Le Lieu de l'étude :

Nos travaux ont été réalisés au Département de Médecine Traditionnelle (DMT) de l'Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) du Mali.

Le DMT, un des 5 départements de l'INRSP, a été centre collaborateur de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en matière de médecine traditionnelle depuis 1981. Il a un centre régional situé à Bandiagara. Le DMT est composé de trois services:

- Un service **ethnobotanique et matières premières**, chargé de la conception des herbiers et droguiers, la culture expérimentale des plantes médicinales, approvisionnement en matière premières et le recensement des tradipraticiens de santé et des herboristes.
- Un service des **sciences pharmaceutiques** pour la recherche scientifique (phytochimie, galénique, pharmacologie, toxicologie) des plantes utilisées en médecine traditionnelle en vue de la fabrication des médicaments traditionnels améliorés ;
- Un service des **sciences médicales** pour la consultation, la dispensation des MTA, les essais cliniques sur les MTA et la collaboration médecine traditionnelle médecine conventionnelle.

Le DMT à deux (2) objectifs:

- Organiser le système de médecine traditionnelle pour assurer la complémentarité avec la médecine conventionnelle;
- Assurer la formulation et production de phytomédicaments à partir des ressources naturelles.

Les ressources humaines sont constituées d'une équipe de chercheur composée deux professeurs, un maître de recherche, de trois (3) attachés de recherche, d'un ingénieur des eaux et forêt, un médecin généraliste, deux (2) assistants et du personnel d'appuis composé de technicien, chauffeur, secrétaire, comptable.

Les équipements sont constitués de matériels d'extraction, de fractionnement et d'isolement des constituants de plante, les équipements pour les tests biologiques et un système d'informatique connecté au réseau internet.

Les activités réalisées au DMT sont faites en collaboration avec les universités de Bamako, les associations des tradipraticiens et herboristes, les ONG et les sociétés savantes travaillants

dans le domaine de la médecine traditionnelle. Le DMT a des partenariats au niveau national et international avec des universités africaines et européennes.

Les activités réalisées au DMT sont faites en collaboration avec les universités de Bamako, les associations des tradipraticiens et herboristes, les ONG et les sociétés savantes travaillant dans le domaine de la médecine traditionnelle. Le DMT a des partenariats au niveau national et international avec des universités africaines et européennes.

Aujourd'hui sept sont commercialisés: il s'agit de sirop Balembo (toux) enfant et adulte, Gastrosedal (ulcère gastroduodénale, gastrite), Hepatisane (hépatoprotecteur), Dysentéral (dysenterie), Laxa-cassia (constipation), pommade pseudo spermine (eczéma), Malarial (syndrome palustre). Autres produits en formulation: Samanèrè, Diabétisane, Sumafoura Tiémogo Bengaly (tisane, sirop), pommade antifongique, pommade anti-inflammatoire, pommade cicatrisante, produit contre l'hypertension.



**Figure N°12:** Photo d'une façade du Département de Médecine Traditionnelle.

## 1.2. Matériel et Méthodes

### 1.2.1. Matériel végétal

Les matières végétales étudiées dans ce travail provenaient de différentes parties de quinze espèces médicinales (Tableau 1) sélectionnés selon les critères décrites en sections 2 du chapitre 3. Les matières végétales fraîches ont été récoltées entre Octobre et Décembre 2014 dans le jardin du DMT. Les matières végétales ont été identifiées par Mr Seydou M. Dembélé, Ingénieur des Eaux et Forêt, responsable du service d'ethnobotanique et de matière première au niveau du DMT. Elles ont été séchées à l'ombre dans la salle de séchage du DMT puis pulvériser en poudre en utilisant un moulin de type RETSCH SM 2000.

**Tableau N°1:** Espèces médicinales sélectionnées et leurs matières végétales

| Nom scientifique                           | Famille       | Partie(s) utilisée(s)               |
|--|---------------|-------------------------------------|
| <i>Anacardium occidentale</i> L.           | Anacardiaceae | Ecorces de tronc                    |
| <i>Azadirachta indica</i> A.Juss.          | Meliaceae     | Feuilles                            |
| <i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A.Rich. | Araliaceae    | Racines                             |
| <i>Entada africana</i> Guill. & Perr.      | Leguminosae   | Racines                             |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh      | Myrtaceae     | Feuilles                            |
| <i>Flacourtia flavescens</i> Willd.        | Salicaceae    | Feuilles                            |
| <i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.        | Lamiaceae     | Feuilles                            |
| <i>Lannea velutina</i> A.Rich.             | Anacardiaceae | Racines, feuilles, écorces de tronc |
| <i>Lantana camara</i> L                    | Verbenaceae   | Rameaux feuillés                    |
| <i>Lawsonia inermis</i> L.                 | Lythraceae    | Feuilles                            |
| <i>Mentha piperita</i> L.                  | Lamiaceae     | Feuilles                            |
| <i>Ocimum americanum</i> L.                | Lamiaceae     | Feuilles                            |
| <i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. & Diels   | Combretaceae  | Ecorces de tronc                    |
| <i>Vismia guineensis</i> (L.) Choisy       | Clusiaceae    | Feuilles                            |
| <i>Ziziphus jujuba</i> Mill.               | Rhamnaceae    | Racines                             |

### 1.2.2. Préparation des extraits :

#### Matériels :

Becher, Papier aluminium, balance analytique de type SARTORUIS, ballon en verre de 1000 ml avec un col de 29/32, Eprouvette graduée de 250 ml, de 100ml, erlenmeyer de 50ml, Réfrigérant avec un col 29/32; Soxhlet NS 29/32, Alambic, extracteur d'huile, gaz, chauffe ballon et un agitateur magnétique.

**Solvants:** dichlorométhane, méthanol, eau distillée.

Trois types d'extraits, undécocté aqueux, un extrait dichlorométhane et un extraitméthanolique, ont été préparés pour chaque partie de plante citée dans le tableau n°1 excepté pour *Eucalyptus camaldulensis*, *Lantana camara*, *Mentha piperita* et *Ocimum americanum*. Pour ces dernières une extraction des huiles essentielles a été faite. Le décocté aqueux, l'extrait dichlorométhane et méthanolique en plus des extraits d'huiles essentielles ont été préparés pour *Hyptis suaveolens*.

- **Préparation des décoctés aqueux:**

3g de poudre de plante ont été pesés et introduits dans un ballon à décoction, 100 ml d'eau distillée ont été ajoutés et le mélange a été porté à ébullition pendant 30 mn sur un chauffe-ballon. Après refroidissement, l'extrait a été filtré sur un papier filtre ou sur un morceau de coton puis concentré au rotavapor à 50°C jusqu'à l'obtention d'un volume d'environ 1 ml.

- **Préparation des extraits dichlorométhane:**

3g de poudre de plante ont été mis à macérer dans 30 ml de DCM dans un erlenmeyer sous agitation magnétique pendant 24 heures. L'extrait a été filtré sur un papier filtre puis concentré au rotavapor à 50°C jusqu'à l'obtention d'un volume d'environ 1 ml.

- **Préparation des extraits méthanoliques :**

3g de poudre de plante ont été introduits dans un erlenmeyer et macérés dans 30 ml de méthanol sous agitation magnétique pendant 24h. L'extrait obtenu a été filtré sur papier filtre et concentré au rotavapor à 50°C jusqu'à l'obtention d'un volume d'environ 1 ml.

- **Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation:**

1kg de matière végétale fraîche a été placée dans l'extracteur d'huile essentielle et 10L d'eau y ont été ajoutés. Les huiles ont été extraites par entraînement à la vapeur d'eau pendant 3h. La source de chaleur utilisée était le gaz butane.

### 1.2.3. Détermination de l'activité anti-acétylcholinestérase des extraits totaux :

#### Matériel pour l'activité d'inhibition de l'acétylcholinestérase

Plaques de Silice en aluminium G<sub>60</sub>F<sub>254</sub>, cuve de migration avec couvercle, bécher, éprouvette graduée, crayons, lampes UV, Micropipettes, Hotte, Pulvérisateur ultra-son, pince, crayon, règle, cutter, pulvérisateurs.

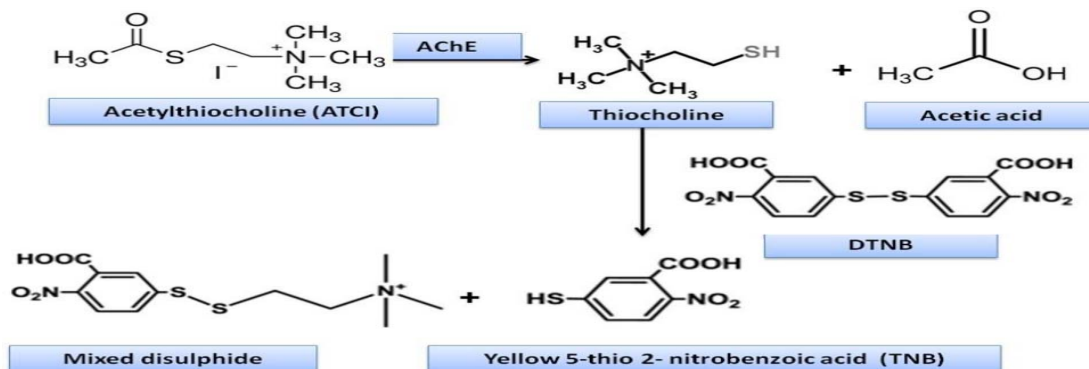
#### Réactifs :

- 5,5 Dithiobis-2 nitrobenzoic acid (DTNB) : 5mM
- Acétylcholinestérase (AChE) : 3unités/ml
- Acétylthiocholine iodide (ATCI) : 50mM
- Galanthamine
- DMSO (Diméthylsulfoxyde)
- Solution tampon de tris-HCl (50mM) pH= 8,0

#### 1.2.3.1. Principe du test :

L'inhibition de l'activité de l'acétylcholinestérase a été mesurée en utilisant la CCM basée sur la méthode Ellman(1961). Le principe chimique de la réaction est représenté par la figure 13.

L'enzyme hydrolyse le substrat l'acétylthiocholine (ATCI) en thiocholine et en acide acétique. La thiocholine est mise en réaction avec l'acide dinitrobenzoïque (DTNB) et cette réaction provoque l'apparition d'une coloration jaune.



**Figure N°13 :** Mécanisme chimique de la méthode d'Ellman (Ali-Shtayeh et al., 2014)

### 1.2.3.2. Mode opératoire :

10 à 30  $\mu$ L des extraits ont été déposés sur des plaques silicagel à l'aide des capillaires (micropipettes). Deux plaques similaires ont été réalisées pour chaque type d'extrait afin de différencier les résultats vrais positifs des faux positifs. Après séchage, les plaques ont été migrées dans les systèmes de solvant suivant :

Butanol – Acide acétique – Eau (60 : 15 : 25) pour les extraits aqueux

Ether de Pétrôle – Acétate d'éthyle (2 : 1) pour les extraits de dichlorométhane

Ligroïne – Acétate d'éthyle (90 : 10) pour les huiles essentielles

Chloroforme – Méthanol – Eau (65 : 35 : 10) pour les extraits méthanoliques

Après migration les plaques ont été séchées pendant 5 à 10 min à l'air ambiante du laboratoire. Les plaques pour le test vrai positif ont été pulvérisées avec une solution Acétylthiocholine + acide dinitrobenzoïque (Annexe 5) dans un premier temps puis après séchage avec une solution Acétylcholinestérase 3UI/ml AChE (Annexe 5). Les substances ayant une vraie propriété d'inhibition de l'AChE apparaissent sous forme de spot blanc sur un fond jaune.

Pour la détection des résultats faussement positifs les plaques ont été pulvérisées avec une solution d'acide dinitrobenzoïque 5mM (Annexe 6) dans un premier temps puis après séchage pendant 3 – 5 mn avec une solution d'acétylthiocholine + Acétylcholinestérase (Annexe 6). Les résultats faussement positifs apparaissent aussi comme spot blanc sur fond jaune.

Les substances actives correspondent à celles qui apparaissent comme spot blancs sur les plaques du test vrai-positifs et qui n'apparaissent pas sur les plaques du test faux-positif.

Les plantes dont les extraits contenaient des substances inhibitrices de l'acétyl cholinestérase ont été sélectionnées pour la suite des travaux.

## 1.2. Contrôle de qualité des matières végétales des plantes sélectionnées

### Matériels pour les études phytochimiques

Balance analytique de précision (type SARTORIUS);

Four, Pincettes; Spatule métallique, Creusets en porcelaine et/ou en fer, Dessiccateur, Ballon de 250 ml en verre, chauffe-ballon, Réfrigérant à reflux, Tube collecteur gradué surmonté d'un tube cylindrique de condensation, Eau distillée, Solvant non miscible à l'eau, Tubes à essai, éprouvette (50, 100, et 200 ml), Entonnoir, coton, papier filtre; Pipettes de 5, 10 et 20 ml; Erlenmeyer de 100 et 250 ml, poire; Bain-marie et flacons.

#### 1.2.1. Détermination de la teneur en eau :

Cinq verres de montre ont été tarés et nous y avons introduit des prises d'essai (**PE**) de 2 à 3 g (pesées au mg près). Ensuite ces verres ont été introduits dans l'étuve réglée à  $103 \pm 2$  °C pour une dessiccation pendant 24 heures. A la sortie de l'étuve, les poudres ont été refroidies dans un dessiccateur contenant un desséchant (chlorure de calcium, anhydride phosphorique) et ensuite pesées.

Les calculs suivants permettent d'obtenir le pourcentage en eau :

Masse prise d'essai (**MPE**) = masse avant étuve – tare

Masse eau = masse avant étuve – masse après étuve

**% Eau = (masse eau/ masse PE) x 100**

#### 1.2.4.2. Détermination de la teneur en cendres totales (Ct) :

Les cendres proviennent des tissus de la plante où des éléments étrangers (sable, terre....) adhérant à la drogue végétale. 3 prises d'essai de la poudre pour la teneur en eau par méthode gravimétrique (**M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>**) ont été pesées dans 3 creusets en silice préalablement taré (**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>**). Après incinération au four à une température d'environ 600 °C pendant 6 heures, puis refroidissement dans un dessiccateur, les masses des creusets contenant la prise d'essai ont été déterminées.

La masse des cendres totales (**MCt**) contenue dans le creuset et la masse de la prise d'essai (**Mpe**) sont données par les formules suivantes :  $MCt = M' - T$  et  $Mpe = M - Ti$

Avec **T** la tare, **M** la masse avant calcination et **M'** la masse après calcination.

D'où la formule du pourcentage des cendres totales (%Ct).

$$\%Ct = \frac{MCt}{Mpe} \times 100$$



### 1.2.4.3. Cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique

C'est une évaluation du contenu en constituants siliceux de la matière végétale, ce sont des cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique Cette teneur doit être la plus basse possible dans une drogue végétale.

Les cendres totales ont été introduites dans un erlenmeyer et 20 ml d'HCl 10 % y ont été ajoutés, l'ensemble a été porté à ébullition pendant 15 mn au bain-marie. Après refroidissement, la matière non soluble a été recueillie, lavée sur un papier filtre sans cendre, puis transférée le filtre dans un creuset sec préalablement taré.

Le creuset contenant le papier filtre a ensuite été séché à l'étuve pendant 24 heures et calciné pendant 6 heures au four à la température de 600 °C. Après refroidissement dans un dessiccateur, le creuset contenant le papier filtre calciné a été pesé(**M'**).

La masse des cendres chlorhydriques (**MCc**) est donnée par la formule :

$$MCc = M' - T$$

Le pourcentage des cendres chlorhydriques (**%Cc**) s'obtient de la manière suivante :

$$\%Cc = 100 \times \frac{MCc}{Pe}$$

**Pe** étant la somme des masses de prise d'essai utilisées pour la détermination des cendres totales.

### 1.2.4.4. Cendres sulfuriques

C'est une méthode d'évaluation des substances inorganiques (des sulfates non volatils) de la drogue végétale.

Dans un creuset en quartz sec préalablement taré (**T**), une prise d'essai de la poudre a été introduite et l'ensemble a été pesé (**M**). La poudre a été ensuite humectée avec une quantité suffisante d'acide sulfurique dilué au ½ et trituré avec une baguette. Le creuset a été laissé à l'étuve jusqu'à évaporation à sec puis mis au four à la température de 600 °C pendant 6 heures. Après refroidissement, le creuset a été pesé (**M'**). La masse des cendres sulfuriques (**MCs**) et la masse de la prise d'essais'obtiennent comme suit :

$$MCs = M' - T$$

La masse de la prise d'essai est : **PE = M - T**

Le pourcentage des cendres sulfuriques (**%Cs**) est donné par la formule :

$$\%Cs = \frac{MCs}{PE}$$

### **1.3. Caractérisation des constituants chimiques des plantes qui ont inhibé l'action de l'acétylcholinestérase :**

Les groupes chimiques ont été caractérisés par des réactions en tubes.

#### **1.3.1. Alcaloïdes**

Ils forment un groupe important de substances naturelles d'intérêt thérapeutique par leur diversité structurale et l'éventail de leurs activités pharmacologiques. Ce sont des substances azotées qui agissent comme des bases.

10 g de poudre végétale séchée ont été introduits dans un erlenmeyer de 250 ml, puis 50 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 10% y ont été ajoutés et bouché avec du coton. Après agitation, l'ensemble a été laissé en macération pendant 24 heures à la température du laboratoire puis filtré sur papier filtre. Ensuite, le filtrat a été complété à 50 ml avec de l'eau distillée.

#### **Caractérisation**

1 ml de filtrat a été introduit dans deux tubes à essai, 5 gouttes de réactif de Mayer (solution aqueuse de mercuri-iodure de potassium) et 5 gouttes de réactif de Dragendorff (solution aqueuse d'iodo-bismuthate de potassium) ont été ajoutés respectivement dans le premier tube et dans le second tube. S'il apparaît un précipité, la présence d'alcaloïdes est confirmée par leur extraction.

#### **1.3.2. Substances polyphénoliques**

5g de poudre de la drogue végétale ont été projetés dans 100 ml d'eau bouillante contenue dans un erlenmeyer de 250 ml. Après une infusion de 15 mn, le mélange a été filtré et le filtrat est complété à 100 ml avec de l'eau distillée.

##### **1.3.2.1. Tanins**

Dans un tube à essai, 5 ml d'infusé à 5% ont été introduits et 1 ml de solution aqueuse de FeCl<sub>3</sub> à 1% a été ajouté. En présence de tanin, il se développe une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre.

##### **1.3.2.2. Flavonoïdes**

Ce sont les pigments universels des végétaux responsables de la coloration des fruits, des fleurs et souvent des feuilles.

#### **Réaction à la cyanidine :**

5 ml de l'infusé à 5% ont été introduits dans un tube à essai puis 5 ml d'alcool chlorhydrique ont été ajoutés (éthanol à 95 %, eau distillée, HCl concentré à parties égales en volumes), quelques copeaux de magnésium et 1 ml d'alcool isoamylique.

L'apparition d'une coloration rose orangé (flavones) ou rose violacée (flavonones) ou rouge (flavonols, flavononols) rassemblée sur la couche surnageante d'alcool isoamylique indique la présence d'un flavonoïde libre (génines). Les colorations sont moins intenses avec les hétérosides flavoniques. La réaction est négative avec les chalcones, les dihydrochalcones, les aurones, les catéchines et les isoflavones.

#### **1.3.2.3. Anthocyanes**

A l'infusé à 5% présentant une coloration plus ou moins foncée, un acide (5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 10%) a été ajouté puis une base (5 ml de NH<sub>4</sub>OH dilué au 1/2). Si la coloration s'accroît par acidification, puis vire au bleu-violacé en milieu basique, cela permet de conclure la présence d'anthocyanes.

#### **1.3.2.4. Leucoanthocyanes**

La réaction à la cyanidine a été effectuée sans ajouter les copeaux de magnésium et chauffée au bain-marie pendant 15 mn. En présence de leucoanthocyanes, il se développe une coloration rouge cerise ou violacée.

#### **1.3.3. Dérivés anthracéniques**

Ils ont été caractérisés par la réaction de Bornträger.

A 1 g de poudre, 10 ml de chloroforme ont été ajoutés et chauffés prudemment pendant 3 mn au bain-marie. L'extrait a ensuite été filtré à chaud et complété à 10 ml.

- **Caractérisation :**

A 1ml de l'extrait chloroformique obtenu, 1 ml de NH<sub>4</sub>OH dilué au 1/2 a été ajouté et le mélange est ensuite agité.

L'apparition d'une coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres.

#### **1.3.4. Stérols triterpènes, caroténoïdes et coumarines**

L'extrait à tester a été obtenu à partir de 1 g de poudre et 20 ml d'éther de pétrole laissés en macération pendant 24 heures, puis filtrés et complétés à 20 ml avec de l'éther de pétrole.

##### **Stérols et triterpènes : réaction de Liebermann-Buchard**

Dans un tube à essai, 10 ml de l'extrait ont été évaporés à sec, puis le résidu a été dissous dans 1 ml d'anhydride acétique et dans 1 ml de chloroforme. Le mélange a été ensuite partagé dans deux tubes à essai. L'un servant de témoin et dans l'autre 1 à 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré a été introduite au fond à l'aide d'une pipette.

A la zone de contact des deux liquides, il y a formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet, la couche surnageante devenant verte ou violette révèle la présence de stérols et triterpènes.

### **Caroténoïdes**

Après évaporation à sec de 5 ml de l'extrait dans un tube à essai, 2 à 3 gouttes d'une solution saturée de trichlorure d'antimoine dans le chloroforme ont été ajoutées. Il se développe en présence de caroténoïdes une coloration bleue devenant rouge par la suite.

### **Coumarines**

5 ml d'extrait éthéré (obtenu après une macération de 24 heures) ont été évaporés à sec, puis le résidu a été repris avec 2 ml d'eau chaude. La solution a été partagée entre deux tubes à essai. Dans l'un des tubes 0,5 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  à 25 % a été ajouté et mélangé. La fluorescence a été observée sous une lampe UV à 366 nm. Une fluorescence intense dans le tube où il a été ajouté l'ammoniaque indique la présence de coumarines.

### **1.3.5. Hétérosides cardiotoniques :**

Ils forment un groupe homogène possédant un intérêt thérapeutique réel. Ils demeurent des médicaments majeurs de l'insuffisance cardiaque.

1 g de poudre de la drogue a été introduit dans un tube à essai, 10ml d'éthanol à 60° et 5 ml d'une solution d'acétate neutre de plomb à 10 % ont été ajoutés. Le mélange a été porté au bain-marie bouillant pendant 10 minutes et filtré sur coton après refroidissement.

Le filtrat a été agité avec 10 ml de chloroforme. Ensuite la phase organique a été soutirée et partagée entre trois tubes à essai à l'aide d'une pipette. Ces derniers ont été évaporés au bain-marie bouillant jusqu'à sec et les résidus ont été repris par (0,4 ml) d'isopropanol. A été ajouté dans le tube N°1(1ml) de réactif de Baljet, (1 ml) de réactif de Kedde dans le tube N° 2 et (1 ml) de réactif de Raymond- Marthoud dans le tube N°3. Après 5 gouttes de KOH à 5% dans l'alcool (0,5g dans 10ml d'alcool absolu) ont été ajoutés. Après 15 mn de contact, en présence des hétérosides cardiotoniques, il se développe des colorations suivantes :

- Tube N° 1 : Orange
- Tube N° 2 : Rouge violacé
- Tube N° 3 : Violet fugace

### **1.3.6. Saponosides**

Ce sont des hétérosides caractérisés par leurs propriétés tensioactives.

La solution à analyser est un décocté à 1 %.

100 ml d'eau distillée ont été portés à ébullition dans un erlenmeyer de 250 ml et a été projeté 1g de poudre et maintenir une ébullition modérée pendant 15 mn. Après refroidissement le mélange a été filtré et ajusté à 100 ml.

Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10 ; 1, 2,.....10 ml du décocté à 1 % ont été repartis successivement. Le volume des 9 premiers tubes a été ajusté à 10 ml avec de l'eau distillée. Chaque tube a été agité dans le sens de la longueur pendant 15 secondes en raison de deux agitations par seconde. Après avoir laissé au repos pendant 15 mn. Ensuite la hauteur de la mousse a été mesurée dans chaque tube. Le tube dans lequel la hauteur de la mousse a été de 1 cm indique l'indice de mousse :

$$\text{Indice de mousse} = \frac{1000}{\text{Numéro du tube}}$$

### **1.3.7. Autres caractérisations**

#### **Composés réducteurs**

5 ml de décocté aqueux à 10 % ont été introduits dans un tube à essai et l'ensemble a été porté à évaporation au bain-marie jusqu'à sec. Au résidu, a été ajouté 1 ml de réactif de Fehling (0,5ml de réactif A et 0,5 ml de réactif B, mélange extemporané). L'obtention d'un précipité rouge-brique indique la présence de composés réducteurs.

#### **Oses et holosides**

5 ml du décocté à 10 % ont été introduits dans un tube à essai et l'ensemble a été porté à évaporation au bain-marie jusqu'à sec. Au résidu, il a été ajouté 2 à 3 gouttes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré. Après 5 mn, nous avons ajouté 3 à 5 gouttes d'éthanol saturé avec du thymol. Le développement d'une coloration rouge révèle la présence d'oses et holosides.

#### **Mucilages**

1 ml du décocté a été introduit dans un tube à essai et 5 ml d'éthanol absolu ont été ajoutés. L'obtention d'un précipité floconneux par mélange, indique la présence de mucilages.

## **1.4. Extraction des constituants majeurs identifiés dans les plantes sélectionnées**

### **1.4.1. Les alcaloïdes**

Ils ont été extraits à partir de 2g de matière végétale auxquels 15ml d'acide sulfurique 0.1N ont été ajoutés. Le mélange a été laissé macérer pendant 15 min, puis filtré; 1ml d'une solution concentrée d'ammoniaque a été ajouté au filtrat, et les alcaloïdes ont été extraits avec 10ml d'éther di-éthylique.

#### **1.4.2. Les Tanins**

Ils ont été extraits à partir de *Ziziphus jujuba*, *Flacourtia flavescens*, *Mentha piperita*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Anacardium occidentale*, *Lannea velutina* (feuilles et écorces de tronc) et *Hyptis suaveolens*.

A 1g de poudre de matière végétale, 5ml de méthanol 50% ont été ajoutés. Le mélange a été extrait sous reflux pendant 15 min et filtré à chaud ; le résidu a été lavé sur le filtre avec le méthanol 50% jusqu'à obtenir 5 ml. Le filtrat a été concentré à approximativement 1ml.

#### **1.4.3. Les flavonoïdes**

Ils ont été extraits à partir de *Eucalyptus camaldulensis*, *Mentha piperita* et *Hyptis suaveolens*.

A 1g de poudre de matière végétale ont été ajoutés 10ml de méthanol puis chauffé au bain marie à 60 °C pendant 5 mn. Le mélange a été filtré et concentré jusqu'à 2 ml.

Ensuite 1ml d'eau a été ajouté et l'extraction a été faite avec 10ml d'acétate d'éthyle dans une ampoule à décanter (après plusieurs agitations). La phase acétate d'éthyle a été séparée et concentrée jusqu'à un 1 ml.

#### **1.4.4. Les saponosides**

Ils ont été extraits à partir des matières végétales de *Eucalyptus camaldulensis*, *Hyptis suaveolens*, *Lannea velutina*, *Ziziphus jujuba* et *Flacourtia flavescens*.

A 2g de poudre de matière végétale, 10ml d'éthanol à 70% ont été ajoutés puis chauffés sous reflux pendant 10 mn. Le mélange a été filtré et le filtrat a été concentré jusqu'à 3 ml ensuite transvasé dans une ampoule à décanter et l'extraction a été faite avec 5ml de butanol saturé à l'eau soit (2.5ml de butanol +2.5ml d'eau distillée). La phase butanolique a été séparée et concentrée jusqu'à 1 ml.

#### **1.4.5. Les anthocyanes**

Ils ont été extraits à partir de la matière végétale de *Anacardium occidentale*.

A 1g de poudre de matière végétale, 6ml d'un mélange méthanol-acide chlorhydrique 25% (proportion 9-1) ont été ajoutés. L'extraction a été faite sous agitation pendant 15 min et filtré ; et le filtrat a été concentré à 1ml.

#### **1.4.6. Les coumarines**

Ils ont été extraits à partir de *Lannea velutina*, *Eucalyptus camaldulensis* et *Hyptis suaveolens*. A 1g de poudre de matière végétale, 10ml de méthanol ont été ajoutés et le mélange a été chauffé au bain marie sous reflux pendant 30mn. Le mélange a été filtré et concentré jusqu'à 1 ml.

#### **1.4.7. Les triterpènes**

Ils ont été extraits à partir de *Mentha piperita*, *Lannea velutina* (feuilles), *Eucalyptus camaldulensis*, *Hyptis suaveolens*, *Ziziphusjubaet* *Flacourtia flavescens*

A 1g de poudre, 10ml de méthanol ont été ajoutés et le mélange est chauffé au bain marie pendant 10mn et ensuite a été filtré puis évaporé à sec. Ensuite le résidu a été dissous dans 3ml d'eau puis extrait avec 10ml de n-butanol et la phase butanolique a été soutiré et concentré jusqu'à un volume de 1ml.

#### **1.5. Détermination de l'activité anti-acétylcholinestérase des constituants chimiques majeurs**

L'activité anti-acétylcholinestérase a été déterminée comme précédemment (chapitre III.2.3) 10 – 40µl des extraits ont été déposés sur des plaques CCM et migrés dans les systèmes suivants :

Acétate d'éthyle-Acide formique-Acide acétique glacial-Eau (100-11-11-26) pour les **flavonoïdes et les coumarines et les anthocyanes, les tanins.**

Chloroforme-Acide acétique glacial-Méthanol-Eau (64-32-12-8) pour **les saponosides**

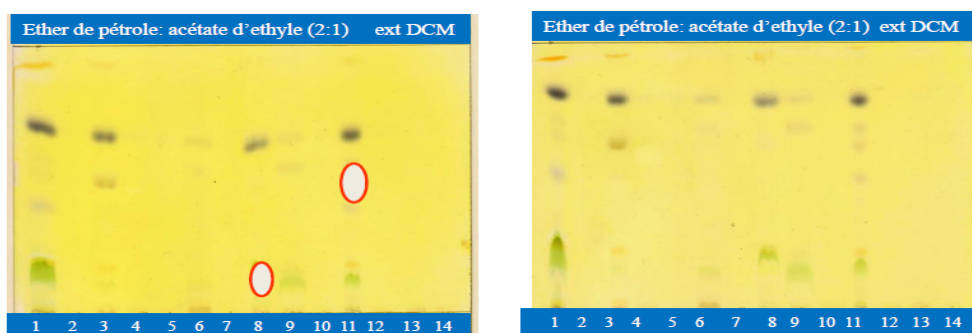
Acétate d'éthyle-Méthanol-Eau (77:15:8) **pour les triterpènes.**

Toluène-acétate d'éthyle-di éthylamine (70 :20 :10) **pour les alcaloïdes.**

## 2. RESULTATS

### 2.1. Résultat du Screening des extraits totaux pour la détection de l'activité anti-acétylcholinestérase

Les résultats du test de détection de l'activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase dans les extraits totaux des plantes insecticides sont présentés sur les figures 14 à 17. L'activité apparaît sur le chromatogramme sous forme de tache blanche sur les plaques pulvérisées avec les solutions du test vrai positif. Un extrait est considéré positif s'il présente une tache de décoloration sur la plaque vraie positive et n'ayant pas son correspondant sur la plaque fausse positive. Sur les 38 extraits issus de 17 parties de plantes 6 extraits et 2 huiles essentielles ont inhibé *in vitro* l'activité de l'acétylcholinestérase. Il s'agit des extraits dichlorométhane des feuilles de *Hyptis suaveolens* et des feuilles de *Flacourtia flavescens* (figure 14) ; des extraits méthanoliques des écorces de tronc de *Anacardium occidentale* et des feuilles de *Lannea velutina* (figure 15), des extraits aqueux des écorces de tronc de *Lannea velutina* et des racines de *Ziziphus jujuba* (figure 16) et des huiles essentielles de *Eucalyptus camaldulensis* et de *Mentha piperita* (figure 17). Ces échantillons ont été sélectionnés pour la suite du travail.

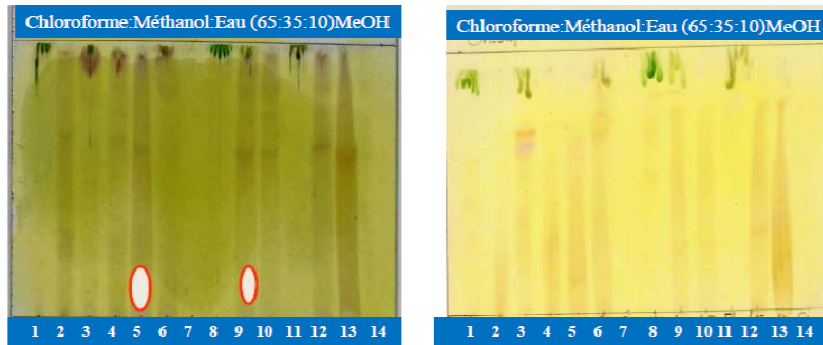


**Figure N °14 :**Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les extraits dichlorométhane(DCM)

1= *Azadirachta indica* ; 2= *Entada africana* ; 3= *Lawsonia inermis* ; 4= *Ziziphus mauritiana* ; 5= *Anacardium occidentale*; 6= *Psorospermum guineense* ; 7= galanthamine 8= *Hyptis suaveolens* ; 9= *Lannea velutina* (feuilles) ; 10= *Lannea velutina* (écorces de tronc) ; 11= *Flacourtia flavescens* ; 12= *Lannea velutina* (racines) ; 13= *Pteleopsis suberosa* ; 14= *Cussonia barteri*

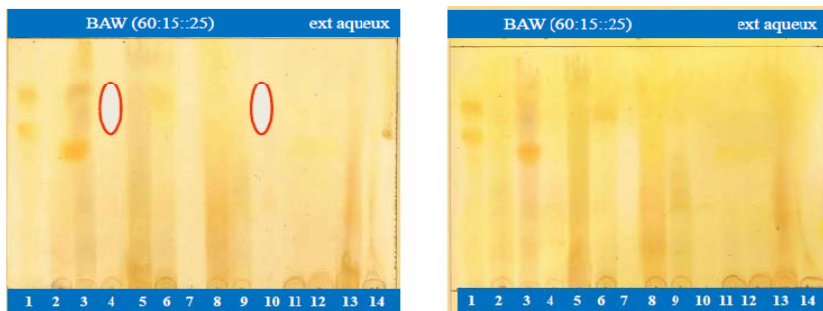
Les extraits DCM de *Hyptis suaveolens* et de *Flacourtia flavescens* ont inhibé l'activité de l'acétylcholinestérase.



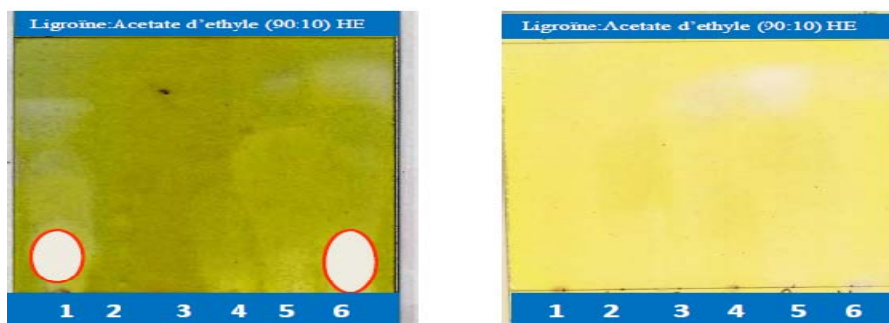


**Figure N°15:** Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les extraits méthanoliques (MeOH)

Les extraits de MeOH des écorces de tronc de *Anacardium occidentale* et les feuilles de *Lannea velutina* ont inhibé l'activité de l'acétylcholinestérase.



**Figure N°16 :** Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les extraits aqueux



**Figure N°17:** Chromatogramme présentant l'inhibition de l'AChE par les Huiles Essentielles

1= *Eucalyptus camaldulensis* ; 2= *Lantana camara* ; 3= galanthamine (témoin) 4= *Hyptis suaveolens* ; 5= *Ocimum canum* ; 6= *Mentha piperita*

Les HE de *Eucalyptus camaldulensis* et de *Mentha piperita* étaient actives dans l'inhibition de l'acétylcholinestérase.

## 2.2. Résultat du contrôle de qualité des échantillons sélectionnés

Les résultats du dosage de l'eau, des cendres et des substances extractibles par l'eau sont présentés dans le tableau N°2.

**Tableau N°2 :Teneurs en eau, en cendres et en substances extractibles par l'eau**

| Echantillons  | Teneur (%) |                 |             |  |                                   |
|---|------------|-----------------|-------------|--|-----------------------------------|
|   | Eau        | Cendres totales | Cendres HCl | Cendres H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Substances extractibles par l'eau |
| <i>Anacardium occidentale</i><br>(écorces de tronc) | 7,9        | 3,5             | 0,9         | 16,7                                   | 26                                |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (feuilles)          | 7,5        | 6,9             | 0,7         | 10                                     | 22                                |
| <i>Flacourtia flavescens</i><br>(feuilles)          | 7,2        | 6,3             | 0,4         | 8,7                                    | 14                                |
| <i>Hyptis suaveolens</i><br>(feuilles)              | 9,4        | 12,8            | 0,8         | 16,7                                   | 16                                |
| <i>Lannea velutina</i><br>(écorces de tronc)        | 6,7        | 9,4             | 0,7         | 12,7                                   | 9                                 |
| <i>Lannea velutina</i><br>(feuilles)                | 8,2        | 7,3             | 0,3         | 11                                     | 8                                 |
| <i>Mentha piperita</i><br>(parties aériennes)       | 7,1        | 13,1            | 1,7         | 17,3                                   | 25                                |
| <i>Ziziphus jujuba</i><br>(racines)                 | 6,6        | 12,9            | 2,3         | 16,7                                   | 36                                |

La teneur en eau était inférieure à 10% pour tous les échantillons. Les parties aériennes de *Mentha piperita* renfermaient la plus forte teneur en cendres totales (13,1 %). Les plus fortes teneurs en substances solubles dans l'eau et en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique étaient respectivement (36 %) et (2,3%) avec *Ziziphus jujuba* (racines).

## 2.3. Résultat de la caractérisation des groupes chimiques par les réactions en tubes

Les résultats de la caractérisation des groupes chimiques par les réactions colorées en tubes sont présentés dans le tableau N°3. La caractérisation ne permet pas une quantification des groupes chimiques mais les colorations ou précipités les plus abondants sont marqués par +++ ; ceux peu abondants sont marqués par ++ ; ceux qui n'étaient présents que sous forme

de traces ont été signalés par + ; et ceux dont la recherche a été négative ont été signalés par – (absence).

**Tableau N° 3:** Résultats des réactions en tubes pour la caractérisation des constituants

| Groupes chimiques           | Drogues |      |       |     |     |      |       |       |
|-----------------------------|---------|------|-------|-----|-----|------|-------|-------|
|                             | ZjR     | LvEt | LvF   | FfF | EcF | MpPa | HsF   | AoEt  |
| Tanins                      | +++     | +++  | +++   | ++  | +++ | +++  | +++   | ++    |
| Flavonoïdes                 | -       | -    | -     | -   | ++  | ++   | ++    | +     |
| Anthocyanes                 | -       | -    | -     | -   | +   | -    | -     | +++   |
| Leucoanthocyanes            | +++     | +++  | ++    | -   | -   | -    | -     | ++    |
| Coumarines                  | +       | -    | ++    | +   | ++  | -    | +++   | -     |
| Caroténoïdes                | -       | -    | -     | -   | -   | -    | -     | -     |
| Saponosides : Mousse        | +++     | +    | +++   | +++ | ++  | +    | ++    | +     |
| Indice de mousse            | 500     | 200  | 666,6 | 500 | 250 | 200  | 333,3 | 111,1 |
| Mucilages                   | +++     | +++  | +++   | +++ | ++  | +    | +++   | +     |
| Stérols et triterpènes      | ++      | +    | ++    | +++ | ++  | ++   | +++   | +     |
| Composés réducteurs         | +       | -    | ++    | +++ | -   | +    | +++   | -     |
| Dérivés anthracéniques      | +++     | ++   | ++    | -   | +   | -    | +     | +     |
| Oses et holosides           | +       | -    | -     | +++ | +++ | +    | +++   | ++    |
| Alcaloïdes                  | -       | -    | -     | -   | -   | -    | -     | -     |
| Hétérosides cardiotoniques  | -       | +    | -     | -   | -   | -    | -     | +     |
| (Réaction de Baljet)        |         |      |       |     |     |      |       |       |
| Hétérosides cardiotoniques  | -       | -    | -     | -   | -   | -    | -     | -     |
| (Réaction Kedde)            |         |      |       |     |     |      |       |       |
| Hétérosides cardiotoniques  | +       | +    | -     | +   | -   | -    | +     | +     |
| (Réaction Raymond-Marthoud) |         |      |       |     |     |      |       |       |

Légende :

ZjR= *Ziziphus jujuba* (racines) ; LvEt= *Lannea velutina* (écorces de tronc)

LvF= *Lannea velutina* (feuilles) ; FfF= *Flacourtia flavescens* (feuilles)

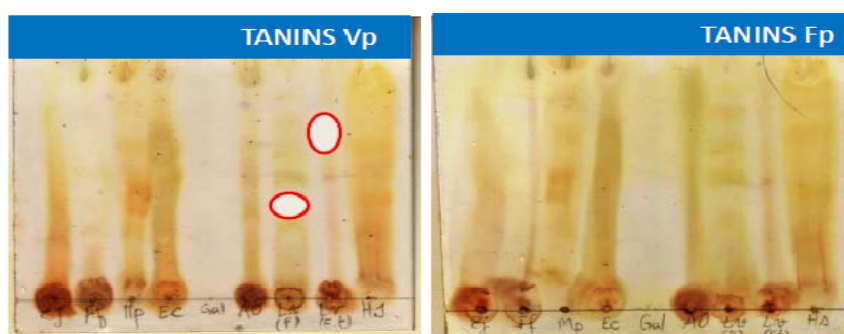
EcF= *Eucalyptus camaldulensis* (feuilles) ; MpPa= *Mentha piperita* (parties aériennes)

HsF= *Hyptis suaveolens* (feuilles) ; AoEt= *Anacardium occidentale* (écorces de tronc).

Les tanins, saponosides, mucilages et les stérols et triterpènes ont été identifiés dans tous nos échantillons. Les tanins étaient présents dans tous nos échantillons mais seules les écorces de tronc de *Anacardium occidentale* étaient abondamment riches en anthocyanes. En plus les mucilages, les saponosides, les stérols et triterpènes et les coumarines étaient également présents dans certains échantillons. Cependant les caroténoïdes et les alcaloïdes étaient absents dans tous nos échantillons.

#### 2.4. Activité anti-acétylcholinestérase des groupes chimiques majeurs

Quinze extraits enrichis en groupes chimiques de huit parties de plantes ont inhibé *in vitro* l'activité de l'acétylcholinestérase (Figures N°17,18,19, 20, 21 et 22 ; Tableau N°4 ).



**Figure N°18:** Chromatogramme des extraits de tanins de Zj, Ff, Mp, Ec, Ao, Lv (F et Et) et Hs. Ga : galanthamine (témoin)

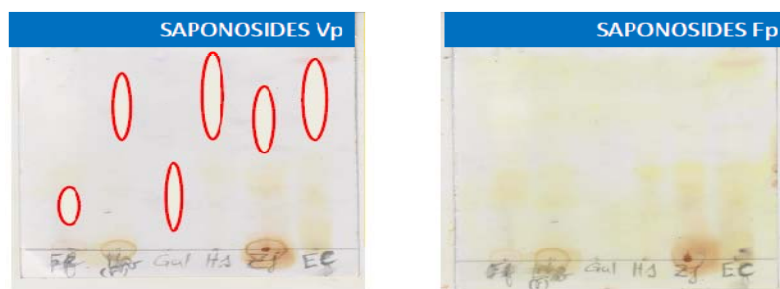
Zj= *Ziziphus jujuba* (racines) ; Lv(Et)= *Lannea velutina* (écorces de tronc)

Lv(F)= *Lannea velutina* (feuilles) ; Ff= *Flacourtia flavescens* (feuilles)

Ec= *Eucalyptus camaldulensis* (feuilles) ; Mp= *Mentha piperita* (parties aériennes)

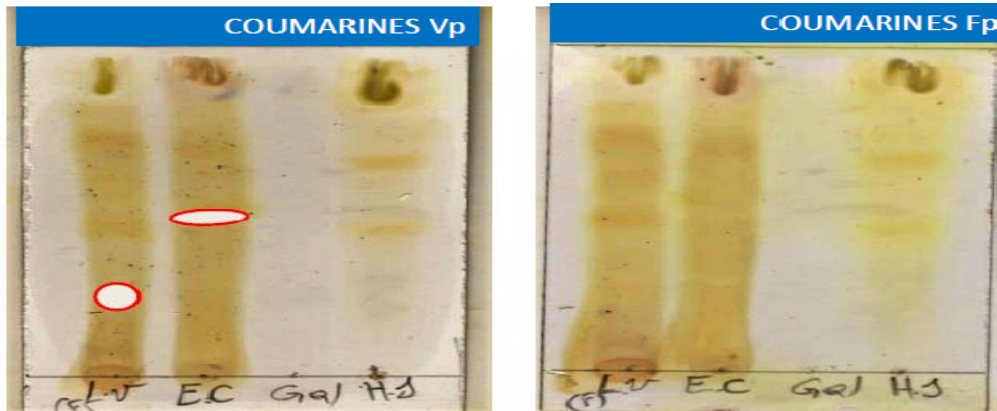
Hs= *Hyptis suaveolens* (feuilles) ; Ao= *Anacardium occidentale* (écorces de tronc).

Seuls les extraits de *L. velutina* (écorces de tronc et feuilles) ont inhibé l'action de l'acétylcholinestérase.



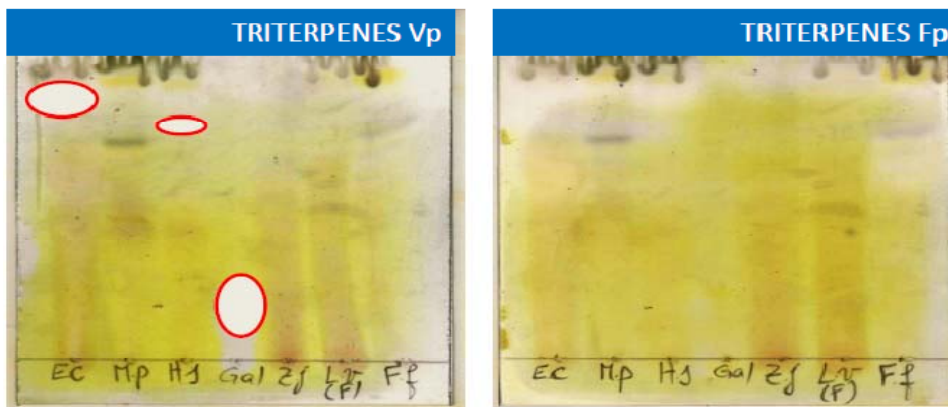
**Figure N°19:** Chromatogramme des extraits de saponosides de Zj, Lv (feuilles), Ff, Ec, Hs.

Tous les extraits de plantes testés se sont révélés actifs, donc les extraits de saponosides sont potentiellement anti-cholinestérase.



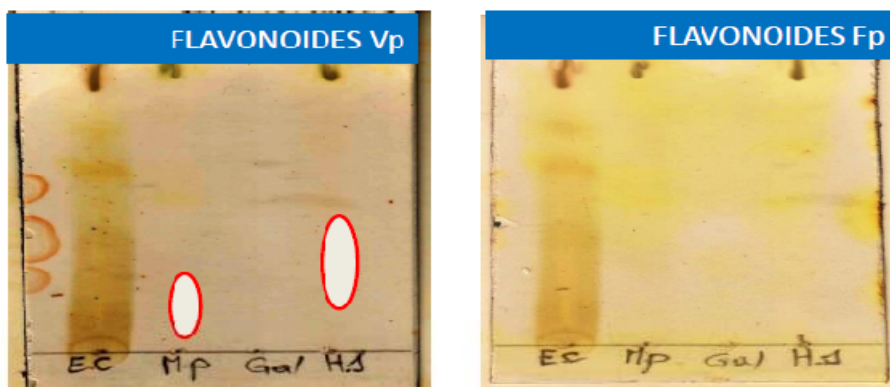
**Figure N°20 :** Chromatogramme des extraits de coumarines de *L. velutina* (feuilles), *E. camaldulensis*, *H. suaveolens*

Tous les extraits de plantes testés se sont révélés actifs, ainsi ces extraits de coumarines ont également un pouvoir anti-cholinestérase.



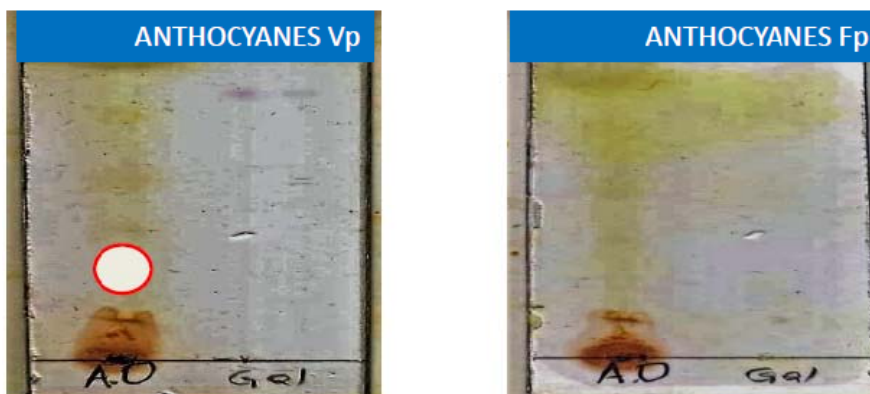
**Figure N°21 :** Chromatogramme des extraits de triterpènes

L'activité positive a été obtenue avec les extraits enrichis en triterpènes de *H suaveolens* (feuilles) et ceux de *E camaldulensis* (Feuilles).



**Figure N°22 :** Chromatogramme des extraits de flavonoïdes

Les extraits enrichis en flavonoïdes de *M. piperita* (parties aériennes) et de *H suaveolens* (feuilles) ont inhibé l'action de l'acétylcholinestérase.



**Figure N°23** :Chromatogramme des extraits d'anthocyanes

L'extrait de *Anacardium occidentale* (écorce de tronc) enrichi en anthocyanes a également inhibé l'acétylcholinestérase.

**Tableau N°4** :Récapitulatif de l'activité anti-cholinestérase des extraits de plantes enrichis en groupes chimiques

| Espèces                                     | Activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase |             |            |             |             |             |
|---|--|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|   | Tanins   | Saponosides | Coumarines | Triterpènes | Flavonoïdes | Anthocyanes |
| <i>H. suaveolens</i><br>(feuilles)          | -  | +           | +          | +           | +           | -           |
| <i>E. camaldulensis</i><br>(Feuilles)       | -  | +           | +          | +           | -           | -           |
| <i>L. velutina</i><br>(Feuilles)            | +  | +           | +          | -           | -           | -           |
| <i>M.piperita</i> (parties<br>aériennes)    | -  | -           | -          | -           | +           | -           |
| <i>F. flavescens</i><br>(feuilles)          | -  | +           | -          | -           | -           | -           |
| <i>Z. jujuba</i> (racines)                  | -  | +           | -          | -           | -           | -           |
| <i>A. occidentale</i><br>(écorces de tronc) | -  | -           | -          | -           | -           | +           |
| <i>L. velutina</i> (écorces<br>de tronc)    | +  | -           | -          | -           | -           | -           |

Les extraits enrichis en tanins des feuilles et des écorces de tronc de *L. velutina* ont inhibé l'action de l'acétyl cholinestérase. Cette même activité a été observée avec les extraits

enrichis en saponosides de *H. suaveolens*, *E. camaldulensis*, *L. velutina* (feuilles), *F. flavescens* et *Z. jujuba*.

Les extraits de *H. suaveolens*, *E. camaldulensis* et *L. velutina* (feuilles) enrichis en coumarines et ceux de *H. suaveolens* et *E. camaldulensis* contenant les triterpènes ont également inhibé l'activité de l'acétylcholinestérase, en plus des extraits de *H. suaveolens* et *M. piperita* enrichis en flavonoïdes et celui de *A. occidentale* enrichis en anthocyanes. L'activité des extraits totaux est donc attribuée à ces groupes chimiques.

Les chromatogrammes suivants montrent les résultats de l'activité anti-cholinestérase des extraits enrichis en groupes chimiques comme tanins, saponosides, coumarines, triterpènes, flavonoïdes et anthocyanes.

### 3. ANALYSES ET DISCUSSION

Notre étude a porté sur la phytochimie et le mécanisme d'action de l'inhibition de l'acétylcholinestérase de huit parties de plantes ayant déjà montré une activité insecticide. Nous avons travaillé sur *Anacardium occidentale* (écorces de tronc), *Eucalyptus camaldulensis* (feuilles), *Flacourtia flavescens* (feuilles), *Hyptis suaveolens* (feuilles), *Lannea velutina* (écorces de tronc et feuilles), *Mentha piperita* (partie aérienne) et *Ziziphus jujuba* (racines).

Pour le contrôle de qualité physico-chimique quantitative il a été constaté que la teneur en eau était inférieure à 10% dans tous nos échantillons, ce qui est favorable pour une bonne conservation. Les parties aériennes de *Mentha piperita* renferment la plus forte teneur en cendres totales (13,1%); cette teneur nous renseigne sur la richesse en matières minérales. La teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique était relativement faible dans tous nos échantillons et la plus forte valeur a été obtenue avec *Ziziphus jujuba* (racines) (2,3%) ce qui pourrait expliquer une faible teneur en éléments siliceux (sables, poussières).

Pour les cendres sulfuriques nous avons eu la teneur la plus élevée avec *Mentha piperita* (17,3%) ce qui explique un taux élevé de substances inorganiques.

Au cours de notre étude la caractérisation des groupes chimiques en tubes a révélé la présence de plusieurs composés chimiques dans nos échantillons.

Les tanins, les saponosides, les mucilages, les stérols et triterpènes étaient présents dans tous nos échantillons. Les oses et holosides étaient absents dans *Lannea velutina* (écorces de tronc) et *Lannea velutina* (feuilles). Les flavonoïdes étaient présents dans *Eucalyptus camaldulensis*, *Mentha piperita*, *Hyptis suaveolens* et *Anacardium occidentale* et absents dans *Ziziphus jujuba*, *Lannea velutina* (écorces de tronc), *Lannea velutina* (feuilles) et *Flacourtia flavescens*.

Les anthocyanes étaient absents dans tous nos échantillons sauf dans *Eucalyptus camaldulensis* et *Anacardium occidentale*. Les coumarines étaient présents dans tous nos échantillons sauf dans *Mentha piperita*, *Lannea velutina* (écorces de tronc) et *Anacardium occidentale*.

Tous nos échantillons contenaient des dérivés anthracéniques sauf *Flacourtia flavescens* et *Mentha piperita*.

La présence de tanins dans les feuilles et les écorces de tronc de *Anacardium occidentale* a été mentionnée par Sérémé et al., 2008. Dans notre étude, nous avons mis en évidence la présence de tanins, saponosides, de dérivés anthracéniques, flavonoïdes, de stérols et triterpènes.



La présence des saponosides, tanins et des triterpènes dans les feuilles de *Flacourtia flavescens* sont en corrélation avec les travaux de Agassounon et al., 2012b.

Dans la littérature se rapportant à *Hyptis suaveolens* nous avons remarqué que les recherches ont été basées sur l'identification des huiles essentielles dans les feuilles de la plante (Koba et al., 2007; Benelli et al., 2012). Cependant, nos études ont montré la présence de tanins, flavonoïdes, stérols et triterpènes et de coumarines.

La forte teneur de *Lannea velutina* en flavonoïdes et sa richesse en proanthocyanidine ont été mis en évidence (Ouattara et al., 2011; Maïga et al., 2006).

Nos résultats concordent avec ceux de (Yansambou en 2002) et sont similaires à ceux de Diallo et al., 2004 qui ont trouvé en plus des groupes chimiques cités plus haut dans les feuilles la présence des flavonoïdes, hétérosides cardiotoniques et leucoanthocyanes.

Le test biologique consistait essentiellement à déterminer l'activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase des substances végétales. La galanthamine a été utilisée comme témoin. Les saponosides, les coumarines, les triterpènes, les flavonoïdes et l'huile essentielle extraits des feuilles de *H. suaveolens* ont démontré une bonne activité anticholinestérase. Ce résultat est en corrélation avec les travaux de Wangrawa et al., 2015 qui dans la lutte contre le paludisme ont démontré l'activité d'inhibition de l'acétylcholinestérase des huiles essentielles (HE) de *H. suaveolens* *in vitro* contre les moustiques adultes. Ce résultat suggère que l'huile essentielle a un potentiel pour la lutte antivectorielle et peut être considérée comme une source de substances naturelles et respectueuses de l'environnement pour le contrôle des vecteurs du paludisme.

Par ailleurs nos travaux confirment ceux de Pavunraj et collaborateurs qui ont démontré que les extraits acétate d'éthyle de *H. suaveolens* présentaient une forte activité insecticide contre certains ravageurs lépidoptères. Après des analyses phytochimiques, ils ont aussi montré que les terpénoïdes et les alcaloïdes présents dans la plante pourraient lui attribuer un pouvoir insecticide sécuritaire et respectueux de l'environnement pour la gestion des ravageurs lépidoptères (Pavunraj et al., 2013). Contrairement à ces travaux nous n'avons pas eu les alcaloïdes dans cette plante ce qui pourrait être dû à nos conditions de travail surtout la période de récolte et/ou au lieu de récolte de cette espèce végétale.

Ce sont les saponosides, les coumarines, les triterpènes et l'huile essentielle extraits des feuilles de *E. camaldulensis* qui ont été responsables de l'activité d'inhibition de l'acétylcholinestérase. En effet Siramon et al., 2009 ont démontré que parmi les HE extraites des feuilles de trois clones d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., ceux de *E. camaldulensis* ont donné une inhibition de l'acétylcholinestérase et ont aussi montré des symptômes communs du

mode d'action neurotoxique contre la termite *Coptotermes formosanus*. En outre l'activité insecticide de *E. camaldulensis* a été prouvée par certains auteurs (Cheng et al., 2009 et Batish et al., 2008).

Les groupes chimiques extraits de *Lannea velutina* (feuilles) qui ont démontré une activité positive étaient les tanins, saponosides et coumarines. En effet le mécanisme d'action de l'activité larvicide de cette plante sur *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae* et de *Culex quinquefasciatus* reporté par d'autres auteurs (Diallo et al., 2001 ; Ouologuem, 1999) pourrait être l'inhibition de l'acétylcholinestérase liée à la présence de ces trois groupes chimiques qui sont les tanins, les saponosides et les coumarines.

Avec *M.piperita* l'activité d'inhibition de l'acétylcholinestérase a été observée avec les flavonoïdes. Nos travaux sont en corrélation avec ceux de Nikesh et al., 2012 qui ont également fait une étude centrée sur l'évaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase des extraits chloroformique et acétonique de *Mentha piperita* où l'extrait chloroformique a donné une meilleure activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase.

Par ailleurs une étude portée sur *M.piperita* contre un puceron de chou (*Brevicoryne brassicae*) a montré un effet répulsif et une activité insecticide de cette plante (Wubie et al., 2014) qui pourraient être dus à une activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase liée aux flavonoïdes.

*F.flavescens* a montré une activité positive avec les extraits des saponosides, ce qui pourrait confirmer les travaux de Ouologuem(1999) qui ont présenté une activité larvicide de *F.flavescens* sur les larves de *Anopheles gambiae* dont le mécanisme d'action n'avait pas été étudié.

Les extraits de saponosides ont été responsables d'inhibition de l'acétylcholinestérase avec *Z.jujuba*. Ces travaux confirment ceux des auteurs antérieurs qui ont également démontré que la plante est riche en saponosides (Diallo et al., 2004; Iserin, 2001). Par ailleurs nos travaux pourraient expliquer aussi ceux de (El Husseiny et al., 2014) par rapport au mécanisme d'action de leur activité larvicide.

Le groupe chimique responsable de l'activité d'inhibition de l'acétylcholinestérase de *Anacardium occidentale* était l'extrait des anthocyanes. La littérature n'a révélé aucune activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase des écorces de tronc de cette plante. Cependant, des travaux antérieurs ont démontré que les trois principaux constituants de la noix de cajou de l'anacardier (*Anacardium occidentale*) à savoir l'acide anacardique, le cardanol et le cardol possédaient une bonne activité larvicide contre *Aedes aegypti* par inhibition de l'acétylcholinestérase (Oliveira et al., 2011 ; De Lima et al., 2008). Les travaux de Farias et

collaborateurs ont aussi démontré une activité insecticide de l'anacardate de sodium contre *Aedes aegypti* qui est le principal vecteur d'un des arbovirus la plus préoccupante du monde, la dengue (Farias et al., 2009). Par conséquent, l'anacardate de sodium a été cité par ces auteurs comme une alternative viable à faible coût pour aider à lutter contre *Aedes aegypti*.

En dehors des plantes qui ont fait l'objet de notre étude, l'activité anti cholinestérase des tanins, saponosides, coumarines, triterpènes, flavonoïdes et anthocyanes a aussi été reportée par Mukherjee et al., 2007 sur *Origanum majorana* (Lamiaceae) qui est une plante de la même famille que certaines de nos plantes (Koné, 2009).

A travers nos conditions de travail, les extraits enrichis en alcaloïdes de tous nos échantillons n'ont pas présenté d'activité anticholinestérase alors que Somboro et collaborateurs en 2013 ont démontré une activité anticholinestérase des extraits totaux d'alcaloïdes de *Guiera senegalensis*.

A travers nos résultats, la présente étude couplée aux travaux antérieurs représentent donc une importante base de données en matière de recherche sur les substances naturelles à activité anticholinestérasique contre les insectes responsables de maladies vectorielles et des insectes ravageurs. Face à cette grande problématique que représente les insectes vecteurs des maladies et ravageurs de cultures, le phénomène de résistance de ces pestes aux insecticides conventionnels et aux problèmes environnementaux que provoquent ces derniers; ce travail apporte l'éclairage sur la solution de l'utilisation des substances naturelles dans le contrôle des vecteurs. Il est vrai que de nombreux travaux existent déjà dans ce sens mais il était utile d'étudier le mécanisme de l'action des plantes issues de la flore malienne pour expliquer l'activité de celles-ci afin d'en faciliter leur classification. Il existe plusieurs types de mécanisme d'action pour les substances chimiques ou naturelles utilisées dans le contrôle vectoriel; la connaissance de ces mécanismes permet leur classification, une meilleure utilisation et éventuellement une combinaison de ces substances pour de meilleurs résultats dans la lutte antivectorielle.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS :

### 1. Conclusion

L'utilisation des insecticides de synthèse, de plus en plus réglementée pour la protection de l'environnement, est à l'origine de nombreux cas de résistance chez les insectes. L'utilisation des extraits de plantes comme insecticide est connue depuis longtemps.

Lors de la présente étude, nous avons procédé à la caractérisation des groupes chimiques en tube, à leur extraction et à la détermination de l'activité d'inhibition de l'acétylcholinestérase. L'étude phytochimique des huit parties de plantes étudiées a révélé la présence de nombreux groupes chimiques.

Parmi ces groupes chimiques; certains dont les tanins, les saponosides, les coumarines, les triterpènes, les flavonoïdes et les anthocyanes ont montré une activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase.

Nos résultats démontrent le mécanisme d'action des plantes insecticides utilisées au Mali par l'inhibition de l'acétylcholinestérase.

Ainsi, le recours aux molécules naturelles (d'intérêt écologique et économique) ayant des propriétés insecticides ou insectifuges, constitue une démarche alternative à l'emploi des insecticides de synthèse.

Une attention particulière est accordée également à l'heure actuelle aux médicaments approuvés (rivastigmine et galantamine) dans la pharmacothérapie de la maladie d'Alzheimer. Ces molécules comme les plantes insecticides agissent par l'inhibition de l'acétylcholinestérase.

### 2. RECOMMANDATIONS

A travers les résultats obtenus et nos conditions de travail nous recommandons :

#### A l'INRSP

- Mettre en œuvre la politique nationale de médecine traditionnelle.

#### Au DMT

Poursuivre les investigations sur nos plantes dans la lutte contre les insectes aboutissant à des formulations insecticides en vue de prévenir et/ou réduire les dégâts liés aux insectes.

#### A la population

Planter beaucoup d'espèces végétales répulsives telles que *H. suaveolens*, *L. velutina* et *F. flavescens*.

## Références bibliographiques :

1. Abagli AZ, Alavo TBC, Brodeur J (2014). Microorganismes entomopathogènes, dans le document, prédateurs et parasites des moustiques: Perspectives pour la lutte raisonnée contre les vecteurs du paludisme en Afrique sub-saharienne. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 8(1): 340-354.
2. ACTA (2005). Index Phytosanitaire ACTA. 41ème éd. Paris. Association de Coordination Technique Agricole. France. 820 p.
3. Adjalian E, Noudogbessi J, Kossou D, Sohounhloue D (2014). État et perspectives de lutte contre *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789), déprédateur des céréales au Bénin : synthèse bibliographique. *J. Appl. Biosci*, volume 79, p 6955 – 6967.
4. Agassounon DTM, Karou SD, Sanon S, Toukourou F, de Souza C (2011). *In vitro* antiplasmodial properties of *Flacourtia flavescens* Willd. (Flacourtiaceae) and *Rytigyniacanthioides* (Benth.) Robyns (Rubiaceae). *Afr J Tradi Complement Altern Med*, volume 8, issue 1, p66-68.
5. Agassounon DTM, Ayi-Fanou L, Oumorou M, Mensanh GA, Agbangla C, Ahanhanzo C, de Souza C (2012a). Usages thérapeutiques traditionnels de *Flacourtia indica* (Burm f.) Merr (Flacourtiaceae) et de *Rytigynia canthioides* (Benth.) Robyns (Rubiaceae), deux espèces de la flore béninoise. *Ajol info*, volume 14, issu 1.
6. Agassounon DTM, Savadogo A, Karou DS, Toukourou F, de Souza C (2012b). Connaissances endogènes et études phytochimiques de *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.). *Tropicultura*, Vol. 30 No. 1 pp. 3-8.
7. AICAF (1997). Weeds in the tropics. Association for International Cooperation of Agriculture and Forestry, Japan.
8. Akinpelu DA (2001). Antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* bark. *Fitoterapia*, Volume 72, Issue 3, p 286–287.
9. Arbonnier (2002). Arbres, Arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, CIRAD-MNHN, 2ème édition, 583p.
10. Arbonnier M (2009). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. 3<sup>ème</sup> édition, quæ, Paris ; 573p.
11. Backer H J, Haack N H (2010). Composants du latex de *Anacardium occidentale* Linn. *Wiley Online Library*, Volume 60, Issue 9, p 661-677.
12. Batish DR, Singh HP, Kohli RK, Kaur S (2008). *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, volume 256, issue 12, p 2166-2174.

13. Bayala B, Bassole IH, Gnoula C, Nebie R, Yonli A, Morel L, Figueredo G, Nikiema JB, Lobaccaro JM, Simpore J (2014). Chemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and anti-proliferative activities of essential oils of plants from Burkina Faso. PLoS One, 9(3), doi: 10.1371.
14. Benelli G, Flamini G, Canale A, Molfetta I, Cioni PL, Conti B (2012). Repellence of *Hyptis suaveolens* whole essential oil and major constituents against adults of the granary weevil *Sitophilus granaries*. Bulletin of Insectology, volume 65, issue 2, p177-183.
15. Bockarie MJ, Pedersen EM, White GB, Edwin M (2009). Role of vector control in the global program to eliminate lymphatic filariasis. Annu. Rev. Entomol, 54:469–87.
16. Boullard B (2001). Dictionnaire : plantes médicinales du monde, Paris, ESTM, 636p.
17. Bove M (1996). An encyclopedia of natural healing for children & infants. New Canaan, CT: Keats Publishing, Inc.
18. Brevault T, Beyo J, Nibouche S, Vaissayre M (2003). La résistance des insectes aux insecticides : problématique et enjeux en Afrique centrale, CIRAD-PRAZAC, Jean-Yves Jamin, L.Seiny Boukar, Christian Floret, 6p.
19. Bruneton J. (1993): Pharmacognosie et Phytochimie des plantes médicinales. Lavoisier, Paris, 2<sup>ème</sup>, 914p.
20. Burkill HM (1985). The useful plants of Tropical Africa. Royal Botanic Garden, kew, vol 1, 2ème edition.
21. Burkill HM (1995). The useful plants of west tropical Africa. Royal Garden, Kew, vol 3, 2ème édition, 857p.
22. Burkill HM. (1997). The useful plants of west tropical Africa. Royal Botanic Gardens, kew, volume 4, 2ème edition, 969p.
23. Carnevale P, Mouchet J (1997). La Protection individuelle contre les insectes vecteurs. Médecine tropicale, volume 57, issu 4, p 505-510.
24. Chalchat JC, Garry RP, Michet A (1997). Variation of the Chemical Composition of Essential Oil of *Mentha piperita* L. during the Growing Time. Journal of Essential Oil Research, Volume 9, Issue 4, p 463-465.
25. Chalchat JC, Kundakovic T, Gomnovic MS. (2011). Essential Oil from the Leaves of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., Myrtaceae from Jerusalem. Journal of Essential Oil Research, volume 13, Issue 2, p 105-107.
26. ChareonviriyaphapT, Bangs MJ, Suwonkerd W, Kongmee M, Corbel V and Ngoen-Klan R, (2013). Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. Parasites & Vectors, 6:280.

27. Cheng SS, Huang CG, Chen YJ, Yu JJ, Chen WJ, Chang ST (2009). Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two *Eucalyptus* species. *Bioresour Technol*, volume 100, issue 1, p 452-6.
28. Cisse MBM, Keïta C, Dicko A, Dengela D, Coleman J, Bradford L, Mihigo J, Sadou A, Belemvire A, George K, Fornadel C and Beach R (2015). Characterizing the insecticide resistance of *Anopheles gambiae* in Mali. *Malaria Journal*, 14:327.
29. Cissokho PS, Gueye MT, Sow El H, Diarra K (2015). Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 9(3), p 1644-1653.
30. Coulibaly B (1988). Contribution à l'étude des remèdes traditionnels utilisés dans le traitement du diabète au Mali, Thèse de doctorat en pharmacie, FMPOS, Bamako (Mali), 112p.
31. Coulibaly CO (2011), Test d'efficacité de la K-Othrine et du Ficam en pulvérisation intra domiciliaire dans la lutte contre le vecteur du paludisme. Thèse de doctorat en pharmacie, FMPOS, Bamako (Mali), 90p.
32. De Lima SG, Feitosa CM, Citó A.M.G.L, Neto JMM, Lopes JAD, Leite AS, Brito MC, Dantas SMM, Cavalcante A.A.C.M (2008). Effects of immature cashew nut-shell liquid (*Anacardium occidentale*) against oxidative damage in *Saccharomyces cerevisiae* and inhibition of acetylcholinesterase activity. *Genet. Mol. Res*, 7 (3): 806-818.
33. Diallo B (2006). Evaluation de l'efficacité de trois insecticides de synthèse sur les vecteurs du paludisme au Mali et leur rémanence sur les supports imprégnés. Thèse de doctorat en pharmacie, FMPOS, Bamako (Mali), 128p.
34. Diallo D, Hveem B, Mahmoud Ag M, Berge G, Paulsen BS and Maïga A (1999). An Ethnobotanical Survey of Herbal Drugs of Gourma District, Mali. *Pharmaceutical Biology*, Vol. 37, N<sup>o</sup> 1, pp 80-91.
35. Diallo D, Marston A, Terreaux C, Touré Y, Paulsen BS, Hostettmann K (2001). Screening of Malian medicinal plants for antifungal, larvicidal, molluscicidal, antioxidant and radical scavenging activities. *Phytother Res*, volume 15, issue 5, p401-6.
36. Diallo D, Sanogo R, Yasamba H, Traoré A, Coulibaly K, Maïga A (2004). Etude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam.(rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *comptes rendus chimie*, volume 7, issue 10-11, pp 1073-1080.

37. Diallo SA (2005). Etude de la phytochimie et des activités antioxydante et antiplasmodiale de quatre espèces de *Lannea* (Anacardiaceae) rencontrées au Mali. Thèse de doctorat en pharmacie, FMPOS, Bamako (Mali), 101p.
38. Diouf EHG, Samb A, Seck D, Diop M (2014). Phytochemical and insecticidal study of three organic extracts of *Crataeva religiosa* Forst on *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. Int. Res. J. Phram. App. Sci, 4(4), p 13-18.
39. El Husseiny IM, El Kholy SE, Othman AA (2014). Laboratory testing of the toxicity of jujube (*Ziziphus jujuba*) oil and leaf extracts against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). African Entomology, Volume 22, Issue 4, p755-761.
40. FAO (2014) <http://www.fao.org/focus/f/SpeclPr/spro12-f.htm>, consulté le 08-01-2016
41. FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), FIDA (Fonds international de développement agricole), PAM (Programme alimentaire mondial) (2013). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde. Les multiples dimensions de la sécurité alimentaire. Rome, FAO, 63 p.
42. Farias DF, Cavalheiro MG, Viana SM, De Lima GP, da Rocha-Bezerra LC, Ricardo NM, Carvalho AF(2009). Insecticidal action of sodium anacardate from Brazilian cashew nut shell liquid against *Aedes aegypti*. J Am Mosq Control Assoc, 25(3):386-9
43. Faucon F, Dusfour I, Gaude T, Navratil V, Boyer F, Chandre F, Sirisopa P, Thanispong K, Juntarajumnong W, Poupardin R, Chareonviriyaphap T, Girod R, Corbel V, Reynaud S, David JP (2015). Identifying genomic changes associated with insecticide resistance in the dengue mosquito *Aedes aegypti* by deep targeted sequencing. Genome Res, volume 25, issue 9, p 1347-59.
44. Ganaba S, Kiéni B, Barry H and Coulibaly B (2007). Introduction de cultivars de jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam.) en zone sahélienne du Burkina Faso. Fruits, vol 62, issue 04, pp 247-254.
45. Gentilini M (1993). Nuisances: Ectoparasites, myases, sangsues. Médecine Tropicale 5th édition, Flammarion-Médecine-Sciences, pp. 705-717.
46. Gentilini M, caumes E, Danis M, Richard-Lenoble D, Bégué P, Touze JE, Kerouédan D (2012). Paludisme Médecine tropicale, 6<sup>ème</sup> édition, Lavoisier, Médecine sciences.
47. Glitho IA, Ketoh KG, Nuto PY, Amevoin SK, Huignard I. (2008). Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest, In Biopesticides d'Origine Végétale (2ème édition), Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C. Lavoisier, TEC & DOC : Paris ; 550p.
48. Gregor Mc (1988). Principe and Practice of Malariology. Malaria, Vol-2, 1213-1226p.



49. Grieco JP, Achee NL, Chareonviriyaphap T, Suwonkerd W, Chauhan K, Sardelis MR, Robert DR (2007). A new classification system for the actions of IRS chemicals traditionally used for malaria control. PLoS One
50. Gryseels B (2012). Schistosomiasis. Infectious Disease Clinics of North America, 26:383–397.
51. Guèye MT, Cissokho PS, Goergen G, Ndiaye S, Seck D, Guèye G, Wathelet JP, Lognay G (2012). Efficacy of powdered maize cobs against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize in Senegal, Int. J. Trop. Insect Sci, 32: 1-7.
52. Guillet P (1995). ORSTOM / Centre Montpellier. La résistance des vecteurs aux insecticides.
53. Hamida K (2013). Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes. Mémoire de Magister, Algérie, 97p.
54. Harborne JB, Baxter H, (1995). Phytochemical Dictionary, Taylor & Francis, London, p 791.
55. Hoffman D (1996). The complete illustrated holistic herbal. Rockport, MA: Element Books Inc.
56. <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/search/> The National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine, Bethesda MD. USA. Consulté le 17-12-2015.
57. Iserin P (2001). Encyclopédie des plantes médicinales. Paris. Larousse/ VUEF, 335p.
58. Izakmehri K, Saber M, Mehrvar A, Hassanpouraghdam MB, Vojoudi S (2013). Lethal and sublethal effects of essential oils from *Eucalyptus camaldulensis* and *Heracleum persicum* against the adults of *Callosobruchus maculatus*. J Insect Sci, 13:52.
59. Jansen PCM (2005) disponible sur <http://database.prota.org/search.htm>. Consulté le 18-03-2015.
60. Koba K, Raynaud C, Millet J, Chaumont JP, Sanda K (2007). Chemical Composition of *Hyptis pectinata* L., *H. lanceolata* Poit, *H. suaveolens* (L) Poit and *H. spicigera* Lam. Essential Oils from Togo. Journal of Essential Oil Bearing Plants, volume 10, issue 5, p 357-364.
61. Koné D (2009). Etude de la phytochimie et des activités larvicide, anticholinestérasique et antioxydante des extraits de quatre plantes du Mali : *Acacia nilotica* Guill. et Perr. (Mimosaceae), *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. (Asclepiadaceae), *Euphorbia sudanica* A. Chev (Euphorbiaceae) et *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. Thèse de doctorat en pharmacie, FMPOS, Bamako(Mali), 123p.

62. Kovacic P, Somanathan R (2012). Propoxur: a novel mechanism for insecticidal action and toxicity. *Rev Environ Contam Toxicol*, 218:141-50.
63. Kumar R, Madhavi NB, Sharma CB (1993). Biodegradation of a carbamate pesticide, Propoxur, in rat tissues. *Biomed Chromatogr*, volume 7, issue 1, p20-24.
64. Liliana J (2007). Etude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine. Thèse de Doctorat en co-tutelle, Université Claude Bernard - Lyon 1, 184p.
65. Maïga A, Malterud KE, Diallo D, Paulsen BS (2006). Antioxidant and 15-lipoxygenase inhibitory activities of the Malian medicinal plants *Diospyros abyssinica* (Hiern) F. White (Ebenaceae), *Lannea velutina* A. Rich (Anacardiaceae) and *Crossopteryx febrifuga* (Afzel) Benth. (Rubiaceae). *J Ethnopharmacol*, volume 104, issue 1-2, p132-137.
66. Malgras D (1992). Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes. Editions KARTHALA, Paris, 478p.
67. Mudiam MK, Ratnasekhar Ch, Saxena PN (2013). Gas chromatography-mass spectrometry based metabolomic approach for optimization and toxicity evaluation of earthworm sub-lethal responses to carbofuran. *PLoS One*, volume 8, issue 12.
68. Mukhopadhyay AK, Hati AK, Tamizharasu W, Babu PS (2010). Larvicidal properties of cashew nut shell liquid (*Anacardium occidentale* L.) on immature stages of two mosquito species. *J Vector Borne Dis*, 47, pp257–260.
69. Neda MD, Božin B, Soković M, Mihajlović B, Matavulj M (2003). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Three Mentha Species Essential Oils. *Planta Med*, 69(5): 413-419.
70. Nikesh M, Binitha G, Rekha S, Ravindra N and Sainath D (2012). Evaluation of acetyl cholinesterase activity of chloroform and acetone extracts of *Mentha piperita*. *Int. J. Adv. Lif. Sci*, Volume 1, 84p.
71. Nosais JP, Datry A, Danis M (1996). *Traité de parasitologie médicale*. Pradel, Paris, pp817.
72. Olajide OA, Aderogba MA, Fiebich BL (2013). Mechanisms of anti-inflammatory property of *Anacardium occidentale* stem bark: Inhibition of NF- $\kappa$ B and MAPK signalling in the microglia. *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 145, Issue 1, p 42–49.
73. Oliveira MS, Morais SM, Magalhães DV, Batista WP, Vieira IG, Craveiro AA, de Manazes JE, Carvalho AF, de Lima GP(2011). Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. *Acta Trop*, 117(3):165-70.

74. OMS (2014). Journée mondiale de la santé sur les maladies à transmission vectorielle, centre des médias, N°117.
75. Ouattara L, Koudou J, Zongo C, Barro N, Savadogo A, Bassole I.H.N (2011). Antioxidant and antibacterial activity of three species of *Lannea* from Burkina Faso. Journal of Applied sciences, volume 11, issue 1, p 157-162.
76. Ouologuem T. (1999). Etude de l'activité larvicide de quelques plantes médicinales du Mali sur les larves de *Anopheles gambiae* s.s et *Culex quinquefasciatus*, Thèse de Doctorat en Pharmacie, FMPOS, Bamako (Mali), 88p.
77. Paulsen BS, Malterud KE (2011). *Lannea velutina* A. Rich (Anacardiaceae) disponible sur <http://www.mn.uio.no/> consulté le 07-01-2016.
78. Pavunraj M, Baskar K, Paulraj MG, Ignacimuthu S, Janarthanan S (2013). Phagodeterrence and insecticidal activity of *Hyptis suaveolens* (Poit.) against four important lepidopteran pests. Archives of Phytopathology and Plant Protection, Volume 47, Issue 1, p 113-121.
79. Pimentel D (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental impacts and ethics. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, volume 8, issue 1, p17-29.
80. Quénel P (2005). Pesticides organochlorés et santé publique aux Antilles françaises. BASAG (Bulletin d'Alertes et de Surveillance Antilles Guyane), volume 8.
81. Reiter P, Gubler DJ (1997). Surveillance and control of urban dengue vectors. In Dengue and dengue hemorrhagic fever. Edited by Gubler D, Kuno G. NewYork: CAB International; 45–60.
82. Roberts DR, Andre RG, (1994). Insecticide resistance issues in vector-borne disease control. Am J Trop Med Hyg, 50:21–34.
83. Sacandé M, Sanou L, Beentje H (2012). Guide d'identification des arbres du Burkina Faso, Kew Sharon White Head, 1ère édition, 288p.
84. Samarasekera R, Weerasinghe IS, Hemalal KP (2008). Insecticidal activity of menthol derivatives against mosquitoes. Pest Manag Sci, 64(3):290-5.
85. Seck D, Lognay G, Haubruge E, Marlier M, Gaspar C (1996). «Alternative Protection of Cowpea Seeds against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) using Hermetic Storage alone or in Combination with *Boscia senegalensis* Pers. Lam. Ex. (Capparaceae) on stored grain insects, J. Stored Prod. Res, 32: 39-44.
86. Sérémé A, Millogo-Rasolodimby J, Guinko S, Nacro M (2008). Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du Burkina Faso. Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines, volume 15, p 41-49.

87. Shah PP, Mello PMD (2004). A review of medicinal uses and pharmacological effects of *Mentha piperita*. *Natural product randiance*, 3(4): 214-221.
88. Shiff C (2012). The importance of definitive diagnosis in chronic schistosomiasis. with reference to *Schistosoma haematobium*. *Journal of Parasitology Research*, doi:10.1155.
89. Sidibé L, Chalchat JC, Garry RP, Harama M (2001). Aromatic Plants of Mali (III): Chemical Composition of Essential Oils of Two *Hyptis* Species: *H. suaveolens* (L.) Poit. and *H. spicigera* Lam. *Journal of Essential Oil Research*, Volume 13, Issue 1, p 55-57.
90. Siramon P, Ohtani Y, Ichiura H (2009). Biological performance of *Eucalyptus camaldulensis* leaf oils from Thailand against the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. *Journal of Wood Science*, Volume 55, Issue 1, p 41-46.
91. Soderlund DM, Blomquist JR (1990). Molecular mechanisms of insecticide resistance, In: *Pesticide resistance in arthropods*. Roush, R. Tet Tabashnik, B. E (eds). Chapman on hall, New York: 58-96p.
92. Sokeng SD, Kamtchouing P, Watcho P, Jatsa HB, Moundipa PF, Ngounou FN, Lontsi D and Bopelet M (2001). Activité hypoglycémiant de l'extrait aqueux d'*Anacardium occidentale* L. chez les rats normaux et diabétiques induits à la streptozotocine. *Diabetes Research* 36 : 001-009.
93. Somboro AA, Diallo D, Sidibé L, Traoré N, Fofana B, Bouaré S, Chalard P, Chalchat JC, Figueredo G, Troin Y (2013). Activités anticholinestérasiques des alcaloïdes totaux extraits des feuilles, fruits, écorces de racines et écorces de tronc de *Guiera senegalensis*, une plante médicinale Malienne. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(4): 1723-1728.
94. Sun Z, Wang H, Wang J, Zhou L, Yang P (2014). Chemical Composition and Anti-Inflammatory, Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita* Grown in China. *PLoS One*, volume 9, issue 12.
95. Tabachnick WJ (2003). Reflections on the *Anopheles gambiae* genome sequence, transgenic mosquitoes and the prospect for controlling malaria and other vector borne diseases. *J. Med. Entomol*, 40(5):597-606.
96. Tabashnik Br E, Gassmann A J, Crowder W, Carrière Y (2008). Insect resistance to Bt crops: evidence versus theory. *Nature Biotechnology*, volume 26, p 199-202.
97. Testud F, Grillet JP (2007). Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthrinoïdes de synthèse et divers. *Toxicologie - Pathologie professionnelle*.
98. Thiombiano N, Ouedraogo LR, Belem M, Guinko S (2009). Dynamic of evolution and the impact of an invasive plant in Burkina Faso: *Hyptis Suaveolens* (L.) Poit., *Ann. Univ. Lomé (Togo)*, p 97-115.

99. Tripathy A, Samanta L, Das S, Parida SK, Marai N, Hazra RK, Mallavdani UV, Kar SK, Mahapatra N (2011). The mosquitocidal activity of methanolic extracts of *Lantana camara* root and *Anacardium occidentale* leaf: role of glutathione S-transferase in insecticide resistance. *J Med Entomol*, 48(2):291-5.
100. Van Eijnatten CLM (1991). *Anacardium occidentale* L. In: Verheij, E.W.M. and Coronel, R.E. (Editors). *Plant Resources of South-East Asia No. 2: Edible fruits and nuts*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, p 60-64.
101. Wangrawa DW, Badolo A, Guelbéogo WM, Kiendrébeogo M, Nébié RCH, Sagnon N'F, Sanon A (2015). Biological activities of four essential oils against *Anopheles gambiae* in Burkina Faso and their in vitro inhibition of acetylcholinesterase. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 9(2): 793-802.
102. Ware GW, Whitacre DM (2004). *The Pesticide Book*, 6th Ed. Meister.
103. WHO (1999). *Prevention and control and dengue haemorrhagic fever: Comprehensive guidelines*. New Delhi: World Health Organization Regional Publication.
104. WHO(2014). *Maladies à transmission vectorielle, Aide-mémoire N°387 Mars 2014*. . <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/fr/>.
105. Wu N, Liao GH, Li DF, Luo YL, Zhong GM (1991). The advantages of mosquito biocontrol by stocking edible fish in rice paddies. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 22(3):436-42.
106. Wubie M, Negash A, Guadie F, Molla G, Kassaye K, Raja N (2014). Repellent and insecticidal activity of *Mentha piperita* (L.) plant extracts against cabbage aphid [*Brevicoryne brassicae* Linn. (Homoptera: Aphididae)]. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 9 (6): 150-156.
107. Xu H, Zhang N, Casida JE (2003). Insecticides in Chinese Medicinal Plants: Survey Leading to Jacaranone, a neurotoxicant and Glutathione-Reactive Quinol. *J. Agric. Food Chem*, 51(9), pp 2544-2547.
108. Yansambou H (2002). *Etudes des constituants des Feuilles de Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali, thèse de pharmacie, FMPOS, Bamako, 82p.

**Annexes****Composition des réactifs :****Annexe 1: Réactif de Dragendorff :**

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| Nitrate de Bismuth pulvérisé..... | 20,8g  |
| Iode.....                         | 38,1g  |
| Iodure de sodium anhydre.....     | 200g   |
| Eau distillée.....                | 600 cc |
| Agiter pendant 30 mn.             |        |

**Annexe 2: Réactif de Raymond Marthoud :**

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 1-3 meta dinitrobenzène..... | 1g    |
| Ethanol 96° QSP.....         | 100cc |

**Annexe 3: Réactif de Kedde :**

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Acide dinitro 3-5 benzoïque..... | 1g    |
| Ethanol 96° QSP.....             | 100cc |

**Annexe 4 : Réactif de Baljet :**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Acide picrique.....  | 1g    |
| Ethanol 50° QSP..... | 100cc |

**Annexe 5 : Réactifs pour l'activité anticholinestérase : Réaction vraie positive**

Solution A1 :

|           |      |
|-----------|------|
| ACTI..... | 14,5 |
| DNTB..... | 19,8 |
| Tris..... | 10ml |

Solution A2 :

|           |     |
|-----------|-----|
| AChE..... | 1mg |
| Tris..... | 1ml |

**Annexe 6 : Réactifs pour l'activité anticholinestérase : Réaction fausse positive**

Solution B1 :

|           |        |
|-----------|--------|
| DNTB..... | 19,8mg |
| Tris..... | 50Mm   |

Solution B2 :

|           |        |
|-----------|--------|
| ACTI..... | 14,5mg |
| AChE..... | 10ml   |

## FICHE SIGNALÉTIQUE

NOM : TRAORE

PRENOM : Aminata

TITRE DE LA THESE: Plantes insecticides et inhibition de l'acétylcholinestérase

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2015 - 2016

VILLE DE SOUTENANCE : Bamako (Mali)

LIEU DE DEPOT : Bibliothèque de la Faculté de Pharmacie au POINT G

SECTEUR D'INTERET : Médecine traditionnelle, Entomologie

### Résumé

Notre travail a porté sur la phytochimie et le mécanisme d'action de l'inhibition de l'acétylcholinestérase de huit parties de plantes sur dix-sept ayant déjà montré une activité insecticide.

Le matériel végétal était constitué des écorces de tronc de *Anacardium occidentale* (AoEt), des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* (EcF), des feuilles de *Flacourtia flavescens* (FfF), des feuilles de *Hyptis suaveolens* (HsF), des écorces de tronc et des feuilles de *Lannea velutina* (LvEt, LvF), de la partie aérienne de *Mentha piperita* (MpPa) et des racines de *Ziziphus jujuba*(ZjR).

Le contrôle physico-chimique qualitatif du matériel végétal a été effectué par les réactions de caractérisation en tubes ; alors que les teneurs en eau et en cendres ont été déterminées par la méthode pondérale.

Des extraits bruts et huiles essentielles puis ceux enrichis en groupes chimiques (tanins, alcaloïdes, flavonoïdes, anthocyanes et coumarines, les triterpènes, saponosides) ont été utilisés pour déterminer la relation chimie-activité biologique respectivement pour le test préliminaire et l'activité des groupes chimiques.

L'analyse phytochimique a révélé la présence des saponosides, tanins, triterpènes, flavonoïdes, anthocyanes et coumarines.

La teneur eau était inférieure à 10% dans tous nos échantillons. Les échantillons étaient pauvres en cendres totales et chlorhydriques. Cependant *Mentha piperita* contenait 13,1% de cendres totales, ce qui explique sa richesse en éléments minéraux. La faible teneur en cendres chlorhydriques montre que les échantillons ne sont pas contaminés par la poussière et le sable. Les extraits enrichis en tanins et alcaloïdes ont concerné *Ziziphus jujuba*, *Flacourtia flavescens*, *Mentha piperita*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Anacardium occidentale*, *Lannea velutina* (feuilles et écorces de tronc) et *Hyptis suaveolens*; ceux enrichis en flavonoïdes ont

porté sur *Eucalyptus camaldulensis*, *Mentha piperita* et *Hyptis suaveolens*. Les extraits de saponosides ont concerné *Eucalyptus camaldulensis*, *Hyptis suaveolens*, *Lannea velutina*, *Ziziphus jujuba* et *Flacourtia flavescens*; les anthocyanes ont été extraits à partir de la matière végétale de *Anacardium occidentale* alors que les coumarines étaient extraits à partir de *Lannea velutina*, *Eucalyptus camaldulensis* et *Hyptis suaveolens* et les triterpènes à partir de *Mentha piperita*, *Lannea velutina* (feuilles), *Eucalyptus camaldulensis*, *Hyptis suaveolens*, *Ziziphus jujuba* et *Flacourtia flavescens*.

Avec le test préliminaire, huit parties de plantes ont présenté une forte activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase.

Quant à l'activité inhibitrice des extraits enrichis en groupes chimiques sur l'acétylcholinestérase ; les saponosides ont présenté la meilleure activité alors que les extraits d'alcaloïdes n'étaient pas actifs.

Notre étude a révélé que les plantes insecticides agissent par inhibition de l'acétylcholinestérase

**Mots clés :** Plantes insecticides, groupes chimiques, Inhibition de l'acétylcholinestérase.

### **Abstract**

Our work focused on the phytochemistry and the mechanism action of acetylcholinesterase inhibition of eight parts of plants on seventeen having already shown insecticidal activity.

The plant material was consisted of *Anacardium occidentale* stem bark (AoSb), *Eucalyptus camaldulensis* leaves (EcL), *Flacourtia flavescens* leaves (FfL), *Hyptis suaveolens* leaves (HsL), *Lannea velutina* stem bark and leaves (LvSb and LvL), *Mentha piperita* aerial part (MpAp) and *Ziziphus jujuba* roots (ZjR).

Physicochemical quality control of plant material was carried out by using reactions of characterization in tubes; while water and ash contents were determined by the weight method.

Raw extracts and essential oils, then enriched extracts in chemical groups (tannins, alkaloids, flavonoids, anthocyanins and coumarins, triterpenes, saponins) were used to determine the relationship chemistry-biological activity respectively for the preliminary test and the activity of the chemical groups.

Phytochemical analysis revealed the presence of saponins, tannins, triterpenoids, flavonoids, anthocyanins, and coumarins.

The water content was less than 10% in all our samples. These samples were poor in total and hydrochloric ashes. However *Mentha piperita* contained 13.1% of total ashes, which explains



its richness in minerals. The low content of hydrochloric ashes shows that the samples are not contaminated by dust and sand.

Enriched extracts in tannins and alkaloids have concerned *Ziziphus jujuba*, *Flacourtia flavescens*, *Mentha piperita*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Anacardium occidentale*, *Lannea velutina* (leaves and stem bark) and *Hyptis suaveolens*. Those rich in flavonoids have focused on *Eucalyptus camaldulensis*, *Mentha piperita* and *Hyptis suaveolens*. Extracts from macerated concerned *Eucalyptus camaldulensis*, *Hyptis suaveolens*, *Lannea velutina*, *Ziziphus jujuba* and *Flacourtia flavescens*; anthocyanins were extracted from plant material of *Anacardium occidentale* while the coumarins were extracted from *Lannea velutina*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Hyptis suaveolens* and triterpenoids from *Mentha piperita*, *Lannea velutina* (leaves), *Eucalyptus camaldulensis*, *Hyptis suaveolens*, *Ziziphus jujuba* and *Flacourtia flavescens*.

With the preliminary test, eight parts of plants showed strong inhibitory activity of acetylcholinesterase.

About the inhibitory activity of enriched extracts with chemical groups on acetylcholinesterase; the saponins have presented the best activity while alkaloids extracts were not active.

Our study found that insecticidal plants act by inhibition of acetylcholinesterase.

**Keywords:** insecticidal plants, chemical groups, inhibition of acetylcholinesterase.

## SERMENT DE GALIEN

Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- D'exercer dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.
- De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et de sa dignité humaine.
- En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.
- Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.
- Que je sois couverte d'opprobres et méprisée de mes confrères si j'y manque.

Je le jure.