

*Bréhima Diallo*

**MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONAL  
MALI**

**REPUBLIQUE DU**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**UNIVERSITE DE BAMAKO  
Une Foi**

**Un Peuple - Un But -**

\*\*\*\*\*

**Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie**

**Année : 2005-2006**

**N°.....**

**TITRE**

**EVALUATION DE L'EFFICACITE DE TROIS INSECTICIDES DE  
SYNTHESE SUR LES VECTEURS DU PALUDISME AU MALI ET LEUR  
REMANENCE SUR LES SUPPORTS IMPREGNES**

**THESE**

**Présentée et soutenue publiquement le 24 /02/ 2006 devant la Faculté de  
Médecine de Pharmacie et d' Odonto-Stomatologie par**

**Monsieur Bréhima DIALLO**

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

**Jury :**

**Président : Pr Amagana Dolo  
Membres : Dr Abdoulaye Touré  
Co-directeur : Dr Guimogo Dolo  
Directeur : Pr Drissa Diallo**

**Ce travail a bénéficié de l'appui technique du MRTC et de l'appui financier des compagnies:  
Mali Protection des Cultures (MPC) et Syngenta**

*MRTC/DEAP/FMPOS*



*Bréhima Diallo*

Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
Mr Amadou DOLO	Gynéco Obstétrique
Mr Alhousseini Ag MOHAMED	O.R.L

## **2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Abdoulaye DIALLO	Ophthalmologie
Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
Mr Abdel Kader TRAORE Dit DIOP	Chirurgie Générale
Mr Gangaly DIALLO	Chirurgie Viscérale
Mr Mamadou Traoré	Gynéco-Obstétrique

## **3. MAITRES DE CONFERENCES**

Mme SY Aïda SOW	Gynéco-Obstétrique
Mr Salif DIAKITE	Gynéco-Obstétrique
Mr Filifing SISSOKO	Chirurgie Générale
Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie. Traumatologie
Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie - Réanimation
Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie Traumatologie
Mme TRAORE J. THOMAS	Ophthalmologie

## **4. MAITRES ASSISTANTS**

Mme DIALLO Fatimata S. DIABATE	Gynéco-Obstétrique
Mr Sadio YENA	Chirurgie Générale
Mr Issa DIARRA	Gynéco-Obstétrique
Mr Youssouf COULIBALY	Anesthésie - Réanimation
Mr Samba Karim TIMBO	O.R.L
Mme TOGOLA Fanta KONIPO	O.R.L

## **5. ASSISTANTS CHEF DE CLINIQUE**

Mme Djénèba DOUMBIA	Anesthésie/Réanimation
Mr Mamadou L. DIOMBANA	Stomatologie
Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale
Mr Zanafon OUATTARA	Urologie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
Mr Adama SANGARE	Orthopédie - Traumatologie
Mr Sanoussi BAMANI	Ophthalmologie
Mr Doulaye SACKO	Ophthalmologie
Mr Ibrahim ALWATA	Orthopédie - Traumatologie
Mr Lamine TRAORE	Ophthalmologie
Mr Mady MAKALOU	Orthopedie/Traumatologie
Mr Aly TEMBELY	Urologie
Mr Niani MOUNKOR	Gynécologie/Obstétrique
Mr Tiemoko D. COULIBALY	Odontologie
Mr Souleymane TOGORA	Odontologie
Mr Mohamed KEITA	ORL

**D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES**

**1. PROFESSEURS**

Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histoembryologie
Mr Amadou DIALLO	Biologie
Mr Moussa HARAMA	Chimie Organique
Mr Ogobara DOUMBO	Parasitologie – Mycologie

**2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Yénimégué Albert DEMBELE	Chimie Organique
Mr Anatole TOUNKARA	Immunologie <b>Chef de D.E.R.</b>
Mr Amadou TOURE	Histoembryologie
Mr Flabou BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
Mr Amagana DOLO	Parasitologie

**3. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Bakary M. CISSE	Biochimie
Mr Abdrahamane S. MAIGA	Parasitologie
Mr Adama DIARRA	Physiologie
Mr Mamadou KONE	Physiologie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr.Massa SANOGO	Chimie Analytique
Mr Mahamadou CISSE	Biologie
Mr Sékou F.M. TRAORE	Entomologie médicale
Mr Abdoulaye DABO	Malacologie, Biologie Animale
Mr Ibrahim I. MAIGA	Bactériologie - Virologie

**4. MAITRES ASSISTANTS**

Mr Abdrahamane TOUNKARA	Biochimie
Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
Mr Kaourou DOUCOURE	Biologie
Mr Boureima KOURIBA	Immunologie
Mr Souleymane DIALLO	Bactériologie-Virologie
Mr Cheik Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie
Mr Lassana DOUMBIA	Chimie organique
Mr Mounirou BABY	Hématologie
Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie

**5. ASSISTANTS**

Mr Mangara M. BAGAYOGO	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Abdoulaye TOURE	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Djibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Mouctar DIALLO	Biologie Parasitologie
Mr Boubacar TRAORE	Immunologie
Mr Bokary Y. SACKO	Biochimie

**D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES**

**1. PROFESSEURS**

Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine Interne
Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
Mr Mahamane MAIGA	Néphrologie
Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie, <b>Chef de DER</b>
Mr Moussa TRAORE	Neurologie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Issa TRAORE	Radiologie
Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entéro-Hépatologie

## **2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie
Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
Mr Boubacar DIALLO	Cardiologie
Mr Somita KEITA	Dermato-Leprologie
Mr Abdel Kader TRAORE	Medicine Interne
Mr Siaka SIDIBE	Radiologie
Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne

## **3. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Mamady KANE	Radiologie
Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie

## **4. MAITRES ASSISTANTS**

Mme Tatiana KEITA	Pédiatrie
Mme TRAORE Mariam SYLLA	Pédiatrie
Mr Adama D. KEITA	Radiologie
Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie
Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie

## **4. ASSISTANTS CHEFS DE CLINIQUE**

Mr Bou DIAKITE	Psychiatrie
Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-entérologie
Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
Mr Mahamadou B. CISSE	Pédiatrie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
Mme DIARRA Assétou SOUCKO	Médecine Interne
Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
Mr Mahamadou B. TOURE	Radiologie
Mr Idrissa A. CISSE	Dermatologie
Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
Mr Anselem KONATE	Hépatogastro-entérologie
Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-entérologie
Mr Souleymane DIALLO	Pneumologie
Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses
Mr Sougalo DAO	Maladies Infectieuses
Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie

## **D.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES**

### **1. PROFESSEUR**

Mr Boubacar Sidiki CISSE	Toxicologie
Mr Gaoussou KANOUTE	Chimie Analytique

### **2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Ousmane DOUMBIA	Pharmacie Chimique
Mr Drissa DIALLO	Matières Médicales

### **3. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Boulkassoum HAIDARA	Legislation
Mr Elimane MARIKO	Pharmacologie, <b>Chef de D.E.R.</b>

### **4. MAITRES ASSISTANTS**

Mr Benoit KOUMARE	Chimie Analytique
Mr Alou KEITA	Galénique
Mr Ababacar I. MAIGA	Toxicologie
Mme Rokia SANOGO	Pharmacognosie
Mr Yaya KANE	Galénique

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

**5. ASSISTANTS**

Mr Saïbou MAIGA

Legislation

Mr Ousmane KOITA

Parasitologie Moléculaire

**D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE**

**1. PROFESSEUR**

Mr Sidi Yaya SIMAGA

Santé Publique, **Chef de D.E.R.**

**2. MAITRE DE CONFERENCES AGREGE**

Mr Moussa A. MAIGA

Santé Publique

**3. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Sanoussi KONATE

Santé Publique

**4. MAITRES ASSISTANTS**

Mr Bocar G. TOURE

Santé Publique

Mr Adama DIAWARA

Santé Publique

Mr Hamadoun SANGHO

Santé Publique

Mr Massambou SACKO

Santé Publique

Mr Alassane A. DICKO

Santé Publique

**5. ASSISTANTS**

Mr Samba DIOP

Anthropologie Médicale

Mr Seydou DOUMBIA

Epidémiologie

Mr Oumar THIERO

Biostatistique

**CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES**

Mr N'Golo DIARRA

Botanique

Mr Bouba DIARRA

Bactériologie

*MRTC/DEAP/FMPOS*



*Bréhima Diallo*

Mr Salikou SANOGO

Physique

Mr Boubacar KANTE

Galénique

Mr Souleymane GUINDO

Gestion

Mme DEMBELE Sira DIARRA

Mathématiques

Mr Modibo DIARRA

Nutrition

Mme MAIGA Fatoumata SOKONA

Hygiène du Milieu

Mr Mahamadou TRAORE

Génétique

Mr Yaya COULIBALY

Législation

**ENSEIGNANTS EN MISSION**

Pr. Doudou BA

Bromatologie

Pr. Babacar FAYE

Pharmacodynamie

Pr. Eric PICHARD

Pathologie infectieuse

Pr. Mounirou CISSE

Hydrologie

Pr. Amadou Papa DIOP

Biochimie

*Bréhima Diallo*

*A DIEU  
LE TOUT PUISSANT,  
OMNIPOTENT, CLEMENT ET  
MISERICORDIEUX POUR  
M'AVOIR DONNE LA FORCE  
NECESSAIRE ET LE COURAGE  
DE REALISER CE MODESTE  
TRAVAIL*

## **DEDICACES**

❖ **A la mémoire de mon père : Feu Mamadou Diallo**

*Bréhima Diallo*

Vous qui m'avez donné la vie, votre souhait le plus ardent était qu'un de tes enfants face la santé, cher père ce travail n' est que le résultat de vos multiples efforts

Que le Miséricordieux vous pardonne et vous gratifie de sa bonté inestimable à l'au-delà.

❖ **A mes mères : Djouma Diawara, Aïssata Karembé**

Pour votre amour et les sacrifices consentis pour moi depuis l'enfance,

Veillez croire en ce travail un espoir de consolation.

Que Dieu vous donne une longue vie pleine de santé.

❖ **A ma grand-mère : Haoussa Karembé**

Où que tu sois saches que je pense à toi et que je t'aime de tout mon cœur.

❖ **A mes sœurs : Awa Tembely, Djénéba Tembely, Assan**

Diallo, Mah Diallo, Doussou Diallo, Feue Safiatou Diallo, Ami Diallo, Awa Diallo, Kadiatou Diallo, Fatoumata Diallo, que ce travail soit pour nous un moteur de consolidation du lien de sang qui nous unit.

❖ **A mes frères: Boubacar Diallo, Boubacar Tembely, Moussa**

Diallo, Bourama Diallo, Makan Diallo, Adama Diallo, Oumar Diallo, vous êtes et vous serez toujours mes premiers compagnons pour la vie. Je vous souhaite une longue vie avec beaucoup de chance.

❖ **A mes tantes et oncles :**

Je ne vous rendrai jamais assez l'affection que vous me donnez si gracieusement.

❖ **A mes amis (es): Nouhoun Koné, Aboubacar S. Sacko,**

*Bréhima Diallo*

Souleymane Koné, Yacouba Niaré, Tifando Camano, Fatoumata Z. Kone, Kadiatou M. Koné, Dominique Harama, Sékou Coulibaly, Ousmane Kanté, Youssouf Tolo, Antoine Dara, Sétié Coulibaly, Oumar Sidibé, Ami Niaré. Vous avez été des guides et des éclaireurs pour moi, vous avez toujours répondu à mes attentes.

Je ne saurai vous remercier assez et j'implore le tout puissant qu'il exauce nos vœux de bonheurs et renforce d'avantage nos liens d'amitié.

**A mes aînés**

Dr Yéya Coulibaly, Dr Mamadou B Touré, Dr Mamadou B Coulibaly, Dr Mamadou Cissouma, Dr Fatoumata Diarrassouba, Dr Benoît Dembélé. Merci pour toutes vos contributions pour la confection de ce document.

❖ **A tout le personnel de l'officine du Point "G" et au Dr Saïbou Maïga.**

❖ **A tous mes cousins et cousines, neveux et nièces :**

Mamadou Karembé (Baïni), Adama Karembé Soundjié Mariko, Assitan Karembé, Alévè Niangaly, Amakéné Niangaly etc..., bon courage pour la vie.

❖ **A mes collègues et internes du labo :** Mahamoud Maïga,

Bréhima Diakité, Michel Coulibaly, Lamine Soumaro, Balam, Dolo, Chiaka, Fadima, Danaya, Sibiri etc..., les mots me manquent pour vous remercier de vos différents efforts consacrés pour la réussite ce document.

## **REMERCIEMENTS**

A tout le corps professoral de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie.

- Pr. Yéya Touré
- Pr. Ogobara Doumbo
- Pr. Sékou F. Traoré
- Dr. Abdoulaye Touré
- Dr. Seydou Doumbia
- Dr. Guimogo Dolo
- Dr. Mamadou B. Coulibaly
- Dr. Nafomon Sogoba
- Monsieur Adama Dao

Chers maîtres les mots me manquent pour exprimer l'estime que j'éprouve à votre égard. Veuillez trouver en ce travail l'expression de ma profonde gratitude.

A tous les étudiants de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (FMPOS) du Mali.

A tout le personnel de la bibliothèque de la FMPOS.

Adama Sacko : Merci du plus profond de mon cœur pour l'aide inestimable que tu m'as apportée, dans tous les domaines et sans restriction. Ton amour pour le travail bien fait et ordonné ont indéniablement facilité ce travail qui s'est déroulé dans de bonne

*Bréhima Diallo*

ambiance qui règne toujours autour de toi. Puisse Dieu te donner une longue vie remplie de bonheur.

A tout le personnel du Centre de Recherche et de Formation sur le Paludisme de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie (MRTC/FMPOS), en particulier : Abdallah Diallo, Ibrahima Baber, Abdrahamane Fofana, Boubacar Coulibaly, Moussa Diallo, Alpha Yaro, Adama Dao, Oumou Niaré, Moussa Keïta, Ibrahim Moussa Sissoko. Je ne vous remercierai jamais assez pour votre sympathie, tolérance, et votre disponibilité.

A Dr. Sakai (Grand-père) et Souleymane Karembé, je ne saurais dire combien votre gentillesse m'a marquée tout au long de ce travail. Veuillez accepter l'expression de ma profonde reconnaissance.

A tous les informaticiens du MRTC : Sidy Soumaré, Madame Soumaré Salimata Traoré, Amadou Diallo et Mady Diarra

A tous les chauffeurs du MRTC : Mamadou Keïta, Abdoulaye Koné, Yoro Sidibé, Moro Diakité, Moumine Diallo, Madou Diallo, Youssouf Ouologuem

Aux garçons de salles : Bemba Diarra et Abdoulaye Coulibaly

Aux guides de Banambani et de Sélingué : Malgré vos multiples occupations, vous avez été toujours là en cas de besoins

Merçi pour votre disponibilité constante

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

**Aux sociétés MPC (Mali Protection des Cultures) et Syngenta** pour  
leur appui financier dans l'élaboration de ce travail

*Bréhima Diallo*

## **Aux membres du jury**

**A notre maître et Président du jury**

**Professeur Amagana Dolo**

Maître de conférence agrégé de parasitologie et mycologie médicale

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury malgré vos multiples occupations.

Vos qualités humaines et surtout votre sens élevé de la responsabilité et de la rigueur dans le travail font de vous un maître respectable et admiré. Trouvez ici toute notre admiration ainsi que notre profond respect.

**A notre maître et juge**

**Docteur Abdoulaye Touré**

Docteur en Médecine, PhD en parasitologie entomologie médicale

Nous avons apprécié vos qualités scientifiques et pédagogiques tout au long de cette thèse. Votre rigueur et votre amour pour le travail

bien accompli ainsi que votre sens critique ont fait de vous un

homme apprécié de tous. Soyez rassuré de notre profond attachement et de notre entière confiance.

**A notre maître et co-directeur**

**Dr Guimogo Dolo**

PhD en parasitologie-entomologie médicale

Chef de section Biologie moléculaire



*Bréhima Diallo*

Chargé de l'enseignement de la génétique à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie. Je suis très flatté que vous ayez accepté de m'encadrer.

Vos qualités humaines scientifiques et surtout votre sens élevé de la responsabilité et de la rigueur dans le travail font de vous un maître respectable et admiré

Vos critiques et suggestions ont été d'un apport inestimable pour la réalisation de ce document

Puisse ce travail exprime toute notre estime, notre profonde gratitude, et notre entière confiance.

A notre maître et Directeur de thèse

**Professeur Drissa Diallo**

Professeur agrégé en Pharmacognosie, Chef du département de la Médecine Traditionnelle, responsable de l'enseignement de la Pharmacognosie et de la Phytothérapie à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie. Cher maître, vous nous faites un grand honneur en acceptant de diriger cette thèse malgré vos occupations.

Nous avons eu le privilège de bénéficier de votre enseignement de qualité incontestable dans cette faculté.

Votre simplicité, votre humeur joviale, vos qualités pédagogiques et scientifiques font de vous un maître respecté de tous.

Veillez croire cher maître à l'expression de notre profonde admiration.

## La liste des abréviations

**An** : Anophèle  
**ADN** : Acide desoxyribonucléique  
**AgD<sub>1</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 1  
**AgD<sub>2</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 2  
**AgD<sub>3</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 3  
**AgD<sub>4</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 4  
**AR** : *Anophèles arabiensis*  
**B** : Bamako  
**Bp** : Base paire  
**C** : Côté  
**CS** : Capsule suspension  
**NaCl** : Chlorure de sodium  
**DDT** : Dicloro-Diphényl-Trichloroéthane  
**DL<sub>50</sub>** : Dose létale 50  
**DNSI** : Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique  
**DNTP** : Dinotriphosphate  
**EC** : Concentré émulsifiable  
**EDS** : Enquête Démographique et de la Santé  
**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra Acétique  
**For** : Amorce aller  
**GIS** : Geographical information system  
**GA** : *Anophèles gambiae*  
**HCH** : Hexachlorocyclohexane  
**IM** : intramusculaire  
**IEC** : Information éducation communication  
**IGS** : Intergenic spacer  
**J** : jour  
**Kdr** : knock down résistance  
**KD** : Knock down  
**KDT** : Temps de Knock Down  
**Kow** : Octanol-water  
**L.N.S** : Laboratoire National de la Santé  
**MRTC** : Malaria Research and Training Center  
**MII** : Moustiquaire imprégnée d'insecticide  
**Mg** : milligramme **MI** : Moustiquaire imprégnée  
**MgCl<sub>2</sub>** : chlorure de magnésium  
**M** : Mopti  
**mn** : minute  
**µm** : micromètre  
**mM** : millimole  
**N** : Nombre  
**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé  
**O.P** : Organophosphoré  
**PNLP** : Programme National de Lutte contre le Paludisme  
*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

**P** : Plasmodium

**ppm**: partie par million

**PH** : potentiel d'hydrogène

**PCR** : Polymérase chaîne réaction

**p.a**: produit actif

**%** : Pourcentage

**Per os** : voie orale

**Rev** : Amorce retour

**RS**: Remote Sensing

**S** : Savane

**SDS**: Sodium dodecyl sulfate

**s.l**: sens large

**ss**: sens strict

**S**: Surface

**SN**: Système nerveux

**Taq** : Tacus aquaticus

**TBE** : Tris-borate-EDTA

**T** : temps

**t/mn** : nombre de tours par minute

**UN** : Universel

**UV** : Ultraviolet

**Vit A**: Vitamine A

**Vit E**: Vitamine E

**Vit D**: Vitamine D

**WP** : Wettable Powder

**WHO**: WORLD HEALTH ORGANIZATION

*Bréhima Diallo*

**MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONAL**

**REPUBLIQUE DU MALI**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**UNIVERSITE DE BAMAKO**  
**Une Foi**

**Un Peuple - Un But -**

\*\*\*\*\*

**Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie**

**Année : 2005-2006**

**N°.....**

**TITRE**

**EVALUATION DE L'EFFICACITE DE TROIS INSECTICIDES DE  
SYNTHESE SUR LES VECTEURS DU PALUDISME AU MALI ET LEUR  
REMANENCE SUR LES SUPPORTS IMPREGNES**

**THESE**

**Présentée et soutenue publiquement le 24 /02/ 2006 devant la Faculté de  
Médecine de Pharmacie et d' Odonto-Stomatologie par**

**Monsieur Bréhima DIALLO**

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

**Jury :**

**Président : Pr Amagana Dolo  
Dolo**

**Co-directeur : Dr Guimogo**

**Membres : Dr Abdoulaye Touré**

**Directeur : Pr Drissa Diallo**

**Ce travail a bénéficié de l'appui technique du MRTC et de l'appui financier des compagnies:  
Mali Protection des Cultures (MPC) et Syngenta**

*MRTC/DEAP/FMPOS*

**FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE**  
**ANNEE UNIVERSITAIRE 2005 – 2006.**

**ADMINISTRATION :**

DOYEN : **MOUSSA TRAORE** – PROFESSEUR.

1<sup>ER</sup> ASSESSEUR : **MASSA SANOGO** - MAITRE DE CONFERENCES.

2<sup>EME</sup> ASSESSEUR : **GANGALY DIALLO** - MAITRE DE CONFERENCES AGREGE.

SECRETAIRE PRINCIPAL : **YENIMEGUE ALBERT DEMBELE** - MAITRE DE  
CONFERENCES AGREGE.

AGENT COMPTABLE : **MADAME COULIBALY FATOUMATA TALL** - CONTROLEUR DE  
TRESOR.

**LES PROFESSEURS HONORAIRES**

Mr Alou BA	Ophtalmologie
Mr Bocar SALL	Orthopédie Traumatologie - Secourisme
Mr Souleymane SANGARE	Pneumo-phtisiologie
Mr Yaya FOFANA	Hématologie
Mr Mamadou L. TRAORE	Chirurgie Générale
Mr Balla COULIBALY	Pédiatrie
Mr Mamadou DEMBELE	Chirurgie Générale
Mr Mamadou KOUMARE	Pharmacognosie
Mr Mohamed TOURE	Pédiatrie
Mr Ali Nouhoum DIALLO	Médecine interne
Mr Aly GUINDO	Gastro-Entérologie

**LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D.E.R. & PAR GRADE**

**D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES**

**2. PROFESSEURS**

Mr Abdel Karim KOUMARE

0Chirurgie Générale

Mr Sambou SOUMARE                      Chirurgie Générale

*Bréhima Diallo*

Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie - Traumatologie, <b>Chef de D.E.R.</b>
Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
Mr Amadou DOLO	Gynéco Obstétrique
Mr Alhousseini Ag MOHAMED	O.R.L

### **3. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Abdoulaye DIALLO	Ophthalmologie
Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
Mr Abdel Kader TRAORE Dit DIOP	Chirurgie Générale
Mr Gangaly DIALLO	Chirurgie Viscérale
Mr Mamadou Traoré	Gynéco-Obstétrique

### **4. MAITRES DE CONFERENCES**

Mme SY Aïda SOW	Gynéco-Obstétrique
Mr Salif DIAKITE	Gynéco-Obstétrique
Mr Filifing SISSOKO	Chirurgie Générale
Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie. Traumatologie
Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie - Réanimation
Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie Traumatologie
Mme TRAORE J. THOMAS	Ophthalmologie

### **5. MAITRES ASSISTANTS**

Mme DIALLO Fatimata S. DIABATE	Gynéco-Obstétrique
Mr Sadio YENA	Chirurgie Générale
Mr Issa DIARRA	Gynéco-Obstétrique
Mr Youssouf COULIBALY	Anesthésie - Réanimation
Mr Samba Karim TIMBO	O.R.L
Mme TOGOLA Fanta KONIPO	O.R.L

### **5. ASSISTANTS CHEF DE CLINIQUE**

Mme Djénèba DOUMBIA	Anesthésie/Réanimation
Mr Mamadou L. DIOMBANA	Stomatologie
Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
Mr Adama SANGARE	Orthopédie - Traumatologie
Mr Sanoussi BAMANI	Ophthalmologie
Mr Doulaye SACKO	Ophthalmologie
Mr Ibrahim ALWATA	Orthopédie - Traumatologie
Mr Lamine TRAORE	Ophthalmologie
Mr Mady MAKALOU	Orthopédie/Traumatologie
Mr Aly TEMBELY	Urologie
Mr Niani MOUNKOR	Gynécologie/Obstétrique
Mr Tiemoko D. COULIBALY	Odontologie
Mr Souleymane TOGORA	Odontologie
Mr Mohamed KEITA	ORL

## **D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES**

### **2. PROFESSEURS**

Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histoembryologie
Mr Amadou DIALLO	Biologie
Mr Moussa HARAMA	Chimie Organique
Mr Ogobara DOUMBO	Parasitologie – Mycologie

### **3. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Yénimégué Albert DEMBELE	Chimie Organique
Mr Anatole TOUNKARA	Immunologie <b>Chef de D.E.R.</b>
Mr Amadou TOURE	Histoembryologie
Mr Flabou BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
Mr Amagana DOLO	Parasitologie

### **4. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Bakary M. CISSE	Biochimie
Mr Abdrahamane S. MAIGA	Parasitologie
Mr Adama DIARRA	Physiologie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Mamadou KONE	Physiologie
Mr.Massa SANOGO	Chimie Analytique
Mr Mahamadou CISSE	Biologie
Mr Sékou F.M. TRAORE	Entomologie médicale
Mr Abdoulaye DABO	Malacologie, Biologie Animale
Mr Ibrahim I. MAIGA	Bactériologie - Virologie

#### **5. MAITRES ASSISTANTS**

Mr Abdrahamane TOUNKARA	Biochimie
Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
Mr Kaourou DOUCOURE	Biologie
Mr Boureima KOURIBA	Immunologie
Mr Souleymane DIALLO	Bactériologie-Virologie
Mr Cheik Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie
Mr Lassana DOUMBIA	Chimie organique
Mr Mounirou BABY	Hématologie
Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie

#### **6. ASSISTANTS**

Mr Mangara M. BAGAYOGO	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Abdoulaye TOURE	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Djibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
Mr Mouctar DIALLO	Biologie Parasitologie
Mr Boubacar TRAORE	Immunologie
Mr Bokary Y. SACKO	Biochimie

#### **D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES**

#### **2. PROFESSEURS**

Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine Interne
Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
Mr Mahamane MAIGA	Néphrologie
Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie, <b>Chef de DER</b>

*MRTC/DEAP/FMPOS*



*Bréhima Diallo*

Mr Moussa TRAORE	Neurologie
Mr Issa TRAORE	Radiologie
Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entéro-Hépatologie

### **3. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie
Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
Mr Boubacar DIALLO	Cardiologie
Mr Somita KEITA	Dermato-Leprologie
Mr Abdel Kader TRAORE	Medicine Interne
Mr Siaka SIDIBE	Radiologie
Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne

### **3. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Mamady KANE	Radiologie
Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie

### **4. MAITRES ASSISTANTS**

Mme Tatiana KEITA	Pédiatrie
Mme TRAORE Mariam SYLLA	Pédiatrie
Mr Adama D. KEITA	Radiologie
Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie
Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie

### **4. ASSISTANTS CHEFS DE CLINIQUE**

Mr Bou DIAKITE	Psychiatrie
Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-entérologie
Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Mahamadou B. CISSE	Pédiatrie
Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
Mme DIARRA Assétou SOUCKO	Médecine Interne
Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
Mr Mahamadou B. TOURE	Radiologie
Mr Idrissa A. CISSE	Dermatologie
Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
Mr Anselem KONATE	Hépatogastro-entérologie
Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-entérologie
Mr Souleymane DIALLO	Pneumologie
Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses
Mr Sougalo DAO	Maladies Infectieuses
Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie

**D.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES**

**1. PROFESSEUR**

Mr Boubacar Sidiki CISSE	Toxicologie
Mr Gaoussou KANOUTE	Chimie Analytique

**2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Ousmane DOUMBIA	Pharmacie Chimique
Mr Drissa DIALLO	Matières Médicales

**4. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Boukassoum HAIDARA	Legislation
Mr Elimane MARIKO	Pharmacologie, <b>Chef de D.E.R.</b>

**5. MAITRES ASSISTANTS**

Mr Benoit KOUMARE	Chimie Analytique
Mr Alou KEITA	Galénique
Mr Ababacar I. MAIGA	Toxicologie
Mme Rokia SANOGO	Pharmacognosie

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Yaya KANE

Galénique

**5. ASSISTANTS**

Mr Saïbou MAIGA

Legislation

Mr Ousmane KOITA

Parasitologie Moléculaire

**D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE**

**2. PROFESSEUR**

Mr Sidi Yaya SIMAGA

Santé Publique, **Chef de D.E.R.**

**3. MAITRE DE CONFERENCES AGREGE**

Mr Moussa A. MAIGA

Santé Publique

**4. MAITRES DE CONFERENCES**

Mr Sanoussi KONATE

Santé Publique

**6. MAITRES ASSISTANTS**

Mr Bocar G. TOURE

Santé Publique

Mr Adama DIAWARA

Santé Publique

Mr Hamadoun SANGHO

Santé Publique

Mr Massambou SACKO

Santé Publique

Mr Alassane A. DICKO

Santé Publique

**7. ASSISTANTS**

Mr Samba DIOP

Anthropologie Médicale

Mr Seydou DOUMBIA

Epidémiologie

Mr Oumar THIERO

Biostatistique

**CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES**

Mr N'Golo DIARRA

Botanique

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Mr Bouba DIARRA

Mr Salikou SANOGO

Mr Boubacar KANTE

Mr Souléymane GUINDO

Mme DEMBELE Sira DIARRA

Mr Modibo DIARRA

Mme MAIGA Fatoumata SOKONA

Mr Mahamadou TRAORE

Mr Yaya COULIBALY

**ENSEIGNANTS EN MISSION**

Pr. Doudou BA

Pr. Babacar FAYE

Pr. Eric PICHARD

Pr. Mounirou CISSE

Pr. Amadou Papa DIOP

Bactériologie

Physique

Galénique

Gestion

Mathématiques

Nutrition

Hygiène du Milieu

Génétique

Législation

Bromatologie

Pharmacodynamie

Pathologie infectieuse

Hydrologie

Biochimie

*A DIEU  
LE TOUT PUISSANT,  
OMNIPOTENT, CLEMENT ET  
MISERICORDIEUX POUR  
M'AVOIR DONNE LA FORCE  
NECESSAIRE ET LE COURAGE  
DE REALISER CE MODESTE  
TRAVAIL*

## **DEDICACES**

❖ **A la mémoire de mon père : Feu Mamadou Diallo**

Vous qui m'avez donné la vie, votre souhait le plus ardent était qu'un de tes enfants face la santé, cher père ce travail n'est que le résultat de vos multiples efforts

Que le Miséricordieux vous pardonne et vous gratifie de sa bonté inestimable à l'au-delà.

❖ **A mes mères : Djouma Diawara, Aïssata Karembé**

Pour votre amour et les sacrifices consentis pour moi depuis l'enfance, Veuillez croire en ce travail un espoir de consolation.

Que Dieu vous donne une longue vie pleine de santé.

❖ **A ma grand-mère : Haoussa Karembé**

Où que tu sois saches que je pense à toi et que je t'aime de tout mon cœur.

❖ **A mes sœurs : Awa Tembely, Djénéba Tembely, Assan**

Diallo, Mah Diallo, Doussou Diallo, Feue Safiatou Diallo, Ami Diallo, Awa Diallo, Kadiatou Diallo, Fatoumata Diallo, que ce travail soit pour nous un moteur de consolidation du lien de sang qui nous unit.

❖ **A mes frères: Boubacar Diallo, Boubacar Tembely, Moussa**

Diallo, Bourama Diallo, Makan Diallo, Adama Diallo, Oumar Diallo, vous êtes et vous serez toujours mes premiers compagnons pour la vie. Je vous souhaite une longue vie avec beaucoup de chance.

❖ **A mes tantes et oncles :**

Je ne vous rendrai jamais assez l'affection que vous me donnez si gracieusement.

❖ **A mes amis (es): Nouhoun Koné, Aboubacar S. Sacko,**

*Bréhima Diallo*

Souleymane Koné, Yacouba Niaré, Tifando Camano, Fatoumata Z. Kone, Kadiatou M. Koné, Dominique Harama, Sékou Coulibaly, Ousmane Kanté, Youssouf Tolo, Antoine Dara, Sétié Coulibaly, Oumar Sidibé, Ami Niaré. Vous avez été des guides et des éclaireurs pour moi, vous avez toujours répondu à mes attentes.

Je ne saurai vous remercier assez et j'implore le tout puissant qu'il exauce nos vœux de bonheurs et renforce d'avantage nos liens d'amitié.

**A mes aînés**

Dr Yéya Coulibaly, Dr Mamadou B Touré, Dr Mamadou B Coulibaly, Dr Mamadou Cissouma, Dr Fatoumata Diarrassouba, Dr Benoît Dembélé. Merci pour toutes vos contributions pour la confection de ce document.

❖ **A tout le personnel de l'officine du Point "G" et au Dr Saïbou Maïga.**

❖ **A tous mes cousins et cousines, neveux et nièces :**

Mamadou Karembé (Baïni), Adama Karembé Soundjié Mariko, Assitan Karembé, Alévè Niangaly, Amakéné Niangaly etc..., bon courage pour la vie.

❖ **A mes collègues et internes du labo :** Mahamoud Maïga,

Bréhima Diakité, Michel Coulibaly, Lamine Soumaro, Balam, Dolo, Chiaka, Fadima, Danaya, Sibiri etc..., les mots me manquent pour vous remercier de vos différents efforts consacrés pour la réussite ce document.

## **REMERCIEMENTS**

A tout le corps professoral de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie.

- Pr. Yéya Touré
- Pr. Ogobara Doumbo
- Pr. Sékou F. Traoré
- Dr. Abdoulaye Touré
- Dr. Seydou Doumbia
- Dr. Guimogo Dolo
- Dr. Mamadou B. Coulibaly
- Dr. Nafomon Sogoba
- Monsieur Adama Dao

Chers maîtres les mots me manquent pour exprimer l'estime que j'éprouve à votre égard. Veuillez trouver en ce travail l'expression de ma profonde gratitude.

A tous les étudiants de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (FMPOS) du Mali.

A tout le personnel de la bibliothèque de la FMPOS.

Adama Sacko : Merci du plus profond de mon cœur pour l'aide inestimable que tu m'as apportée, dans tous les domaines et sans restriction. Ton amour pour le travail bien fait et ordonné ont indéniablement facilité ce travail qui s'est déroulé dans de bonne



*Bréhima Diallo*

ambiance qui règne toujours autour de toi. Puisse Dieu te donner une longue vie remplie de bonheur.

A tout le personnel du Centre de Recherche et de Formation sur le Paludisme de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie (MRTC/FMPOS), en particulier : Abdallah Diallo, Ibrahima Baber, Abdrahamane Fofana, Boubacar Coulibaly, Moussa Diallo, Alpha Yaro, Adama Dao, Oumou Niaré, Moussa Keïta, Ibrahim Moussa Sissoko. Je ne vous remercierai jamais assez pour votre sympathie, tolérance, et votre disponibilité.

A Dr. Sakai (Grand-père) et Souleymane Karembé, je ne saurais dire combien votre gentillesse m'a marquée tout au long de ce travail. Veuillez accepter l'expression de ma profonde reconnaissance.

A tous les informaticiens du MRTC : Sidy Soumaré, Madame Soumaré Salimata Traoré, Amadou Diallo et Mady Diarra

A tous les chauffeurs du MRTC : Mamadou Keïta, Abdoulaye Koné, Yoro Sidibé, Moro Diakité, Moumine Diallo, Madou Diallo, Youssouf Ouologuem

Aux garçons de salles : Bemba Diarra et Abdoulaye Coulibaly

Aux guides de Banambani et de Sélingué : Malgré vos multiples occupations, vous avez été toujours là en cas de besoins

Merçi pour votre disponibilité constante

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

**Aux sociétés MPC (Mali Protection des Cultures) et Syngenta** pour leur appui financier dans l'élaboration de ce travail

*Bréhima Diallo*

## **Aux membres du jury**

**A notre maître et Président du jury**

**Professeur Amagana Dolo**

Maître de conférence agrégé de parasitologie et mycologie médicale

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury malgré vos multiples occupations.

Vos qualités humaines et surtout votre sens élevé de la responsabilité et de la rigueur dans le travail font de vous un maître respectable et admiré. Trouvez ici toute notre admiration ainsi que notre profond respect.

**A notre maître et juge**

**Docteur Abdoulaye Touré**

Docteur en Médecine, PhD en parasitologie entomologie médicale

Nous avons apprécié vos qualités scientifiques et pédagogiques tout au long de cette thèse. Votre rigueur et votre amour pour le travail

bien accompli ainsi que votre sens critique ont fait de vous un

homme apprécié de tous. Soyez rassuré de notre profond attachement et de notre entière confiance.

**A notre maître et co-directeur**

**Dr Guimogo Dolo**

PhD en parasitologie-entomologie médicale

Chef de section Biologie moléculaire

*Bréhima Diallo*

Chargé de l'enseignement de la génétique à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie. Je suis très flatté que vous ayez accepté de m'encadrer.

Vos qualités humaines scientifiques et surtout votre sens élevé de la responsabilité et de la rigueur dans le travail font de vous un maître respectable et admiré

Vos critiques et suggestions ont été d'un apport inestimable pour la réalisation de ce document

Puisse ce travail exprime toute notre estime, notre profonde gratitude, et notre entière confiance.

A notre maître et Directeur de thèse

**Professeur Drissa Diallo**

Professeur agrégé en Pharmacognosie, Chef du département de la Médecine Traditionnelle, responsable de l'enseignement de la Pharmacognosie et de la Phytothérapie à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie. Cher maître, vous nous faites un grand honneur en acceptant de diriger cette thèse malgré vos occupations.

Nous avons eu le privilège de bénéficier de votre enseignement de qualité incontestable dans cette faculté.

Votre simplicité, votre humeur joviale, vos qualités pédagogiques et scientifiques font de vous un maître respecté de tous.

Veillez croire cher maître à l'expression de notre profonde admiration.

## La liste des abréviations

**An** : Anophèle  
**ADN** : Acide desoxyribonucléique  
**AgD<sub>1</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 1  
**AgD<sub>2</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 2  
**AgD<sub>3</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 3  
**AgD<sub>4</sub>** : Amorce d'*Anophèles gambiae* diagnostic 4  
**AR** : *Anophèles arabiensis*  
**B** : Bamako  
**Bp** : Base paire  
**C** : Côté  
**CS** : Capsule suspension  
**NaCl** : Chlorure de sodium  
**DDT** : Dicloro-Diphényl-Trichloroéthane  
**DL<sub>50</sub>** : Dose létale 50  
**DNSI** : Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique  
**DNTP** : Dinotrotriphosphate  
**EC** : Concentré émulsifiable  
**EDS** : Enquête Démographique et de la Santé  
**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra Acétique  
**For** : Amorce aller  
**GIS** : Geographical information system  
**GA** : *Anophèles gambiae*  
**HCH** : Hexachlorocyclohexane  
**IM** : intramusculaire  
**IEC** : Information éducation communication  
**IGS** : Intergenic spacer  
**J** : jour  
**Kdr** : knock down résistance  
**KD** : Knock down  
**KDT** : Temps de Knock Down  
**Kow** : Octanol-water  
**L.N.S** : Laboratoire National de la Santé  
**MRTC** : Malaria Research and Training Center  
**MII** : Moustiquaire imprégnée d'insecticide  
**Mg** : milligramme **MI** : Moustiquaire imprégnée  
**Mgcl<sub>2</sub>** : chlorure de magnésium  
**M** : Mopti  
**mn** : minute  
**µm** : micromètre  
**mM** : millimole  
**N** : Nombre  
**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé  
**O.P** : Organophosphoré  
**PNLP** : Programme National de Lutte contre le Paludisme  
*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

**P** : Plasmodium  
**ppm**: partie par million  
**PH** : potentiel d'hydrogène  
**PCR** : Polymérase chaîne réaction  
**p.a**: produit actif  
**%** : Pourcentage  
**Per os** : voie orale  
**Rev** : Amorce retour  
**RS**: Remote Sensing  
**S** : Savane  
**SDS**: Sodium dodecyl sulfate  
**s.l**: sens large  
**ss**: sens strict  
**S**: Surface  
**SN**: Système nerveux  
**Taq** : Tacus aquaticus  
**TBE** : Tris-borate-EDTA  
**T** : temps  
**t/mn** : nombre de tours par minute  
**UN** : Universel  
**UV** : Ultraviolet  
**Vit A**: Vitamine A  
**Vit E**: Vitamine E  
**Vit D**: Vitamine D  
**WP** : Wettable Powder  
**WHO**: WORLD HEALTH ORGANIZATION

## SOMMAIRE

	Pages
<b>I- Introduction</b> .....	1
<b>II- Objectifs</b> .....	4
II- 1- Objectif général.....	4
II- 2- Objectifs spécifiques.....	4
<b>III- Généralités</b> .....	5
1- Parasite.....	5
2-Vecteur.....	7
2-1- Systématique.....	7
2-2- Œuf.....	7
2-3- Larve.....	7
2-4- Nympe.....	8
2-5- Adulte ou imago.....	9
2-5-1- Tête.....	9
2-5-2- Thorax.....	9
2-5-3- Abdomen.....	9
3- Description des insecticides.....	11
3-1- Définition.....	11
3-2- Classification des insecticides.....	11
3-2-1- Insecticides minéraux.....	11
3-2-2- Organochlorés.....	11
3-2-3- Organophosphorés.....	12
3-2-4 Carbamates.....	13
3-2-5-Insecticides végétaux et les pyréthrinoïdes.....	13
3-2-6-Analogues des hormones d'insectes.....	14
4- La résistance des vecteurs du paludisme aux insecticides.....	15
4-1- Définition.....	15
4-2- Historique.....	15
4-3- Mécanisme de la résistance.....	16
4-3-1- Résistance comportementale.....	16
4-3-2- Résistance par modification de l'absorption et de l'excrétion des insecticides.....	17
4-3-3- Résistance par modification du site d'action.....	17
5- Monographie des insecticides étudiés par famille chimique.....	18
5-1- Organophosphorés.....	18
5-1-1- Actellic 50 EC.....	18
5-1-1-1- Structure.....	18

## *Bréhima Diallo*

5-1-1-2- propriétés physico-chimiques.....	19
5-1-1-3- Conditionnement.....	19
5-1-1-4- Mécanisme d'action.....	19
5-1-1-5 Toxicité.....	19
5-1-1-6-Usage.....	19
5-2- Pyréthrinoïdes.....	21
5-2-1- Lambdacyhalothrine.....	22
5-2-1-1- Icon CS.....	22
5-2-1-2- Activité de Icon CS.....	22
5-2-1-3- Structure de Icon.....	23
5-2-1-4- Types de formulation.....	24
5-2-1-5- Efficacité.....	24
5-2-1-6- Solidité.....	24
5-2-1-7- Principaux avantages.....	24
5-2-1-8- Toxicité.....	25
5-2-2- Bistar wp.....	25
5-2-2-1- Structure.....	25
5-2-2-2- Propriétés physiques.....	26
5-2-2-2-1- Aspect.....	26
5-2-2-2-2- Poids moléculaire.....	26
5-2-2-2-3- Solubilité dans l'eau.....	26
5-2-2-2-4- Solubilité dans d'autres solvants .....	26
5-2-2-2-5- Point de fusion.....	26
5-2-2-2-6- Coefficient d'absorption.....	26
5-2-2-3- Mode d'action.....	26
5-2-2-4- Mode d'application.....	26
5-2-2-5- Effet toxicologique.....	26
5-2-2-6- Indication thérapeutique.....	26
<b>IV- Méthodes de luttés.....</b>	<b>28</b>
1- Lutte contre le parasite.....	28
2- Lutte anti-vectorielle.....	28
<b>V- Méthodologie.....</b>	<b>36</b>
1- Site d'étude.....	36
1-1- Sélingué.....	37
1-2- Banambani.....	37
1-3- Période d'étude.....	38
2- Méthode de capture.....	38
3- Echantillonnage des moustiques.....	38



## *Bréhima Diallo*

3-1- Adultes.....	38
3-2- Ponte collective.....	38
3-3- Larves.....	39
4- Traitement des échantillons.....	40
4-1- Actellic 50 EC .....	40
4-2- Protocole des tests sur les cases et sur les cages.....	42
4-3- Test de rémanence sur les moustiques.....	45
5- Etude moléculaire de la population vectrice.....	49
5-1- Identification des espèces.....	49
5-1-1- Protocole d'extraction de l'ADN du moustique.....	49
5-1-2- Paramètre d'amplification.....	50
5-1-3- Electrophorèse de l'ADN.....	51
5-1-4 Préparation du gel.....	51
5-2- Identification des formes moléculaires d' <i>An.gambiae s.s</i> (Favia et al., 2001).....	53
5-2-1- Paramètre d'amplification de l'ADN.....	53
5-2-2- Electrophorèse de l'ADN.....	54
5-3- Caractérisation moléculaire du gène kdr(Martinez-Torez et al, 1998).....	55
5-3-1- Paramètre d'amplification de l'ADN.....	55
5-3-2- Electrophorèse de l'ADN.....	55
5-3-3- Interprétation.....	55
5-4- Analyse des données.....	56
5-4-1- Test de sensibilité aux insecticides.....	56
5-4-1-1- Effet knock down.....	56
5-4-1-2- Sensibilité d' <i>An. gambiae s.l</i> aux insecticides.....	56
<b>VI- Résultats.....</b>	<b>57</b>
1- Test de sensibilité avec les différents produits utilisés.....	58
2 - Identification des espèces et des formes moléculaires par la technique de PCR.....	64
<b>VII- Commentaires et discussions.....</b>	<b>67</b>
<b>VIII- Conclusion.....</b>	<b>70</b>
<b>IX- Récommandations.....</b>	<b>71</b>
<b>X-Références bibliographiques.....</b>	<b>72</b>
<b>XI- Annexes</b>	

## I- INTRODUCTION

Le paludisme (palu = marais) ou malaria (mauvais air) est une érythrocytopathie fébrile et hémolysante. Il est dû à la présence et à la multiplication dans l'organisme humain d'une des espèces plasmodiales inféodées à l'homme : *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium vivax* et *Plasmodium ovale*. Ces parasites sont transmis à l'homme par la piqûre infestante d'un moustique femelle du genre *Anopheles* (Gentilini, 1993).

Dans le monde, cette affection touche de nos jours près de 2/3 de la population mondiale qui est estimée à 5,4 milliards d'habitants. 2,2 milliards d'individus sont exposés à cette maladie dans 90 pays ou territoires. Les femmes enceintes et les enfants de moins de 5 ans sont les plus vulnérables et un enfant sur vingt meurt de paludisme avant l'âge de 5 ans (OMS, 2003)

L'Afrique est le continent le plus touché avec environ 90% des cas de paludisme dont 300 à 500 millions de cas graves par an et une mortalité annuelle de 1,4 à 2.6 millions.

En Afrique subsaharienne 3000 jeunes enfants meurent de paludisme par jour, soit environ 20 % de la mortalité infantile totale.

Au Mali, 36% des fièvres sont d'origine palustre chez les enfants de moins de 10 ans pendant la saison des pluies. Le paludisme est la première cause de mortalité et de morbidité avec des taux respectifs de 26,13% et 27,16% (PNLP-Mali rapport 2004). Environ 95% des cas de paludisme sont dûs à *P. falciparum* (Doumbia, 1989). Les principaux vecteurs du paludisme sont : *An. gambiae s.l* et *An. funestus* (Touré, 1979).

Le complexe *An. gambiae* est composé d'*An. arabiensis* et de trois formes chromosomiques d'*An. gambiae s.s* dénommées Bamako, Mopti et Savane (Touré et al., 1982), qui contribuent toutes à la transmission du paludisme et de la

*Bréhima Diallo*

filariose de Bancroft (Touré, 1989). Elles montrent des différences significatives de distribution géographique et saisonnière de leurs fréquences relatives.

Il existe plusieurs localités dans lesquelles les deux ou trois formes chromosomiques plus *An. arabiensis* vivent en sympatrie (Touré et al, 1998)

Actuellement la stratégie régionale de lutte contre le paludisme en Afrique repose sur trois composantes majeures dont la lutte antivectorielle sélective et durable (OMS, 1993).

Les matériaux, en particulier les moustiquaires imprégnées, ont donné de bons

résultats dans beaucoup d'études (Akegbeto M & Nuhum A, 1996 ; Carnavale P et al., 1988).

Depuis la recommandation de l'utilisation généralisée des matériaux imprégnés (OMS, 1993), la promotion des moustiquaires est inscrite comme la principale composante des programmes nationaux de lutte contre le paludisme dans la plupart des pays en Afrique au sud du sahara. Depuis lors, un effort particulier est mis sur ce volet et sa vulgarisation au sein des communautés.

Seuls les pyréthrinoïdes sont utilisés pour l'imprégnation, compte tenu de leur remarquable efficacité, de leur rémanence, de leur rapidité d'action et de leur toxicité relativement faible pour les mammifères (M.Akegbeto & S.Yacoubou, 1999).

L'emploi massif des insecticides est accompagné de l'apparition de résistance des vecteurs cibles (*An. gambiae s.l* et *An. funestus*). La pression de sélection exercée sur les moustiques, en particulier les vecteurs du paludisme, doit être prise en considération pour surveiller la résistance à ces produits.

Dans plusieurs pays, des tests de sensibilité ont été réalisés, notamment en Côte d'Ivoire (Elissa et al., 1993), au Bénin (Akegbeto et al., 1999), au Cameroun (Etang et al., 2000), où des moustiques résistants à la Perméthrine parmi les populations d'*Anophèle* ont été découverts. Une réduction de la sensibilité à la Perméthrine a été également signalée au Kenya (OMS, 1996). Au Mali, en 1995 et 1998, des études menées dans le but de surveiller et vérifier l'état de la

*Bréhima Diallo*

sensibilité des vecteurs après l'utilisation des moustiquaires imprégnées, ont démontré qu' *An. gambiae* était sensible aux pyréthriinoïdes et au DDT (Coulibaly et *al.*, 1998).

Devant l'expansion de la résistance aux insecticides l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a proposé de nouvelles approches de lutte antipaludique à la conférence ministérielle d'Amsterdam sur le paludisme en octobre 1992. Ces nouvelles stratégies sont axées sur quatre composantes techniques (OMS, 1994) :

- le diagnostic précoce et le traitement rapide des cas de fièvre ;
- la planification et la mise en œuvre des mesures de prévention sélective et durable y compris la lutte antivectorielle ;
- la détection précoce, l'endigement ou la prévention des épidémies ;
- le renforcement des capacités locales en matière de recherche fondamentale et appliquée pour permettre et favoriser une évaluation régulière de la situation du paludisme dans les différents pays.

Les moustiquaires imprégnées sont utilisées comme outils essentiels de lutte contre le paludisme en Afrique SubSaharienne. Cela constitue une réalité au Mali depuis 1997.

Pour obtenir une bonne couverture des groupes cibles en matériels imprégnés le gouvernement du Mali a encouragé le secteur privé à importer le maximum de moustiquaires et d'insecticides. Avant d'homologuer tout produit insecticide importé, il est recommandé de faire le contrôle de qualité par un expert ou par le Laboratoire National de la Santé (L.N.S).

Au Mali, la Perméthrine est parmi les Pyréthriinoïdes préconisés par le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) pour l'imprégnation des moustiquaires. Par conséquent, l'évaluation de la résistance des moustiques à cet insecticide devrait nécessairement tenir compte de tous les facteurs inhérents à ce phénomène, notamment les facteurs génétiques. En effet, plusieurs études ont prouvé l'implication du gène *kdr*, obtenu par mutation dans ce mécanisme de résistance (Guillet, 1995 ; Chandre et *al.*, 2000).

*Bréhima Diallo*

La présente étude vise à étudier la sensibilité d'*Anophèles gambiae s.l* à trois nouveaux insecticides préconisés d'une part pour l'imprégnation des supports au Mali, et d'autre part pour lesquels une homologation est en cours.

*Bréhima Diallo*

## **II- OBJECTIFS**

### **II-1 Objectif général**

Tester la qualité des produits Icon 10 cs, Icon 10 wp, Icon 2.5 cs, Actellic 50 EC, Bistar wp et évaluer leur efficacité sur les vecteurs du paludisme.

### **II-2 Objectifs spécifiques**

- Déterminer la rémanence des produits sur des supports imprégnés par la méthode standard de bio-essais en utilisant des moustiques sauvages ;
- Caractériser les espèces et les formes moléculaires par la technique de PCR (polymerase-chain-reaction)
- Tester la qualité des produits en vue de leur homologation par le Laboratoire National de la Santé (L.N.S)

### III- GENERALITES

#### 1- Parasite

Le cycle du plasmodium exige deux hôtes pour accomplir son développement, un hôte définitif invertébré (le moustique) et un hôte intermédiaire vertébré (l'homme).

#### Cycle biologique du Plasmodium

Le cycle s'effectue en deux phases:

- **Chez l'homme**, se déroule le cycle asexué ou schizogonie. Au cours du repas de sang l'anophèle femelle infectée inocule à l'homme les sporozoïtes, forme parasitaire de 15 µm de long sur 1 à 2 µm de large, qui demeurent libres pendant environ 1/2 heure puis pénètrent dans un hépatocyte (début du cycle intra hépatique). Après 40 à 50 heures, les *plasmodia* (cryptozoïtes) subissent une multiplication asexuée (schizogonie intrahépatique) aboutissant à la formation du « corps bleu » schizonte de 30 à 70 µm de diamètre et déformant l'hépatocyte. Les schizontes murs contiennent 10.000 à 30.000 noyaux autours desquels s'individualisent des fragments de cytoplasme aboutissant à la formation de mérozoïtes qui sont libérés dans la circulation sanguine par éclatement des hépatocytes infectés. Un stade hypnozoïte (cycle exo érythrocytaire) résultant de la pénétration dans un hépatocyte de certains mérozoïtes particuliers a été décrit chez *P.vivax* et *P.ovale*. Ces formes restent quiescentes pendant des périodes variables selon les souches et expliqueraient les rechutes cliniques possibles avec *P. vivax*. et *P. ovale*.

Dans la circulation sanguine, les mérozoïtes provenant du foie ont une vie libre de quelques minutes et doivent rapidement pénétrer dans un globule rouge. Dans l'hématie, le mérozoïte se transforme en anneau de 1 à 2 µm qui se développe progressivement pour donner le stade trophozoïte. Celui-ci augmente de taille et accroît son contenu en ADN (acide désoxyribonucléique) pour aboutir à des schizontes. Ces derniers divisent leur noyau 3-5 fois et progressivement s'individualisent 8 à 32 mérozoïtes qui se disposent en rosace. Le globule rouge

*Bréhima Diallo*

éclate et libère des mérozoïtes qui peuvent de nouveau pénétrer dans un nouvel érythrocyte pour poursuivre un cycle schizogonique ou (endoérythrocytaire).

La durée de maturation au cours du cycle endoérythrocytaire est une caractéristique de chaque espèce plasmodiale.

Après un ou plusieurs cycles érythrocytaires, des stades sexués apparaissent : les gamétocytes dont le développement est bloqué chez l'homme.

### • **La Sporogonie ou cycle sexué chez l'anophèle femelle**

En prenant son repas sanguin sur le sujet parasité, l'anophèle femelle absorbe toutes les formes parasitaires présentes dans le sang. Seuls les gamétocytes assurent la poursuite du cycle. Dans l'estomac du moustique, les gamétocytes mâles se transforment en gamètes mâles par exflagellation. Les gamétocytes femelles se transforment en gamètes femelles par expulsion de corpuscules chromatiniens.

La fécondation de gamète femelle donne un œuf mobile, l'ookinète qui traverse la paroi de l'estomac de l'anophèle et se fixe au niveau de la face externe formant l'oocyte, dans lequel s'individualisent les sporozoïtes qui sont les formes mobiles du parasite (sporogonie).

L'oocyte éclate et les sporozoïtes gagnent préférentiellement les glandes salivaires de l'anophèle. De ce réservoir, ils pourront être injectés avec la salive lors d'une piqûre infestante.

La durée de ce cycle est de 12 jours en Afrique tropicale, mais elle peut varier en fonction de la température. Le cycle s'arrête lorsque la température moyenne est inférieure à 18°C.



## **2- Vecteur**

Le vecteur du paludisme est un moustique du genre *Anopheles*. Son développement comprend quatre phases successives: l'œuf, la larve, la nymphe et l'imago. Les stades d'œuf, larve, et nymphe sont aquatiques, tandis que les adultes sont aériens.

### **2-1- Systématique**

Les anophèles sont des diptères nématocères appartenant à la famille des *Culicidae* ou moustiques vrais, à la sous famille des *Anophelinae* et au genre *Anopheles* (Hamon *et al.*, 1961). Seules les femelles sont hématophages, les mâles quant à eux, sucent le suc des plantes. Les mâles fécondent les femelles qui prennent un ou plusieurs repas de sang (selon les espèces) et vont pondre dans les gîtes les plus proches. Après éclosion, il faut environ 7 à 12 jours pour *An. gambiae* et 3 semaines pour *An. funestus*, à la température de 27 °C pour effectuer la totalité du cycle : œuf à imago.

### **2-2- Oeufs**

Les anophèles pondent généralement leurs oeufs séparément à la surface de l'eau. Chaque œuf est muni de flotteurs latéraux remplis d'air qui l'empêche de couler (Traoré, 1986). L'éclosion se produit généralement 24 à 36 heures après la ponte mais elle peut être retardée par des baisses de températures (Holstein, 1949). Les oeufs restent à la surface de l'eau durant l'embryogénèse.

### **2-3- Larve**

La larve à la sortie de l'œuf mesure à peine 1mm. Les larves jeunes sont noires et présentent une colorette claire très nette qui persiste jusqu'au 3<sup>ème</sup> stade (Holstein, 1949). Les larves subissent trois mues consécutives qui, par des modifications morphologiques qu'elles engendrent, les conduisent au 4<sup>ème</sup> stade ou stade de larve adulte ou encore exovue larvo-lymphale. La morphologie externe des larves diffère selon que l'on s'adresse aux *Anophelinae*, *Culicinae* et

*Bréhima Diallo*

*Aedinae*. Le corps de la larve est divisé en trois parties: tête, thorax et l'abdomen.

**La tête** est une structure plus ou moins globulaire fortement chitinisée (larve encéphale) et plus ou moins aplatie dorsalement. Les pièces buccales sont constituées de longues soies courbes (Holstein, 1949).

**Le thorax** est globuleux et porte de très nombreuses soies. La durée du stade larvaire, très variable, peut aller de six à vingt-quatre jours. Les facteurs de variation sont très nombreux : alimentation, concurrence vitale, température, PH, salinité

**L'abdomen** est composé de 9 segments apparents. Les 7 premiers sont à peu près semblables entre eux. Le huitième porte les deux stigmates (spiracle) respiratoires. Il n'y a pas de siphon; ainsi la larve se tient à la surface de l'eau pour respirer. De part et d'autre des stigmates, il existe une paire de plaques bordée distalement d'épines. On les appelle peignes ou "combs". Le neuvième segment est réduit en une plaque dans la zone spiraculaire. Le dixième segment est le segment anal.

#### **2-4- Nymphe**

A la fin du stade larvaire, la larve, parvenue à son complet développement, cesse de se nourrir. Elle subit alors sa quatrième mue en donnant une nymphe. Son aspect général est celui d'une « virgule » à corps ou de point d'interrogation. Le corps correspond au céphalothorax, il est muni d'une paire de trompettes respiratoires, tandis que la pointe correspond à l'abdomen qui se termine par des palettes natatoires (Mattingly, 1969).

On peut distinguer la nymphe des *Anophelinae* de celle des *Culicinae* et *Aedinae* par la position de la soie latérale du segment qui, chez les *Anophelinae*, se trouve à l'angle inférieur du segment et, chez les *Aedinae* et *Culidinae*, se trouve reportée au-dessus de l'angle inférieur du segment. La durée de la vie nymphale est également variable oscillant entre un et six jours suivant les espèces

## **2-5- Adultes ou imagos**

Les imagos d'*An. gambiae* se posent obliquement au support, la trompe dans l'axe du corps ainsi *An. funestus* se distingue morphologiquement de *An. gambiae s.l* par sa taille plus petite, sa couleur plus sombre. La morphologie comprend trois parties distinctes: tête, thorax et abdomen:

### **2-5-1- Tête**

Elle porte deux yeux composés, une paire d'antennes de quinze (chez la femelle) à seize (chez le male), segments porteurs de verticilles de soies plus longues chez la femelle (Holstein 1949). Les palpes maxillaires sont constitués de 5 articles de même longueur que la trompe.

### **2-5-2- Thorax**

Il est constitué de 3 parties :

- le prothorax réduit ;
- le mésothorax formant à lui seul presque le thorax, porte dorsalement la paire (antérieure) d'ailes fonctionnelles ;
- le mésothorax est réduit dans sa partie dorsale, sa partie pleurale est mieux développée, il porte la paire d'ailes vestigiales ou haltères.

Chaque segment thoracique porte en position ventrale une paire de pattes formée chacune de neuf articles. Elles peuvent préserver des ornements variés, formés d'écailles et de soies colorées. Les ailes des *Anophelinae* de la région afro tropicale présente en général divers motifs se distinguant par l'existence de régions claires et de régions foncées (Hamon *et al*, 1961).

### **2-5-3- Abdomen**

L'abdomen des anophèles est constitué de dix segments. Les huit premiers sont nettement visibles, les 9<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> segment peu visibles et rétractiles sont des segments génitaux. Ils forment les *genitalia* ou *terminalia* ou encore hypopygium (Hamon *et al.*, 1961). L'hypopygium montre chez le mâle une structure complexe d'une importance taxonomique considérable (Roth, 1980).

## Cycle biologique du vecteur



### **3- Description des insecticides**

#### **3-1- Définition**

Selon l' OMS, **un pesticide** est une substance utilisée pour combattre les rongeurs pendant la production, le stockage, le transport, la distribution ou la transformation des denrées destinées à l'alimentation humaine ou animale ou susceptible d'être administrée à des animaux pour lutter contre les insectes ou les arachnides à l'intérieur ou à l'extérieur de leur corps.

**Un insecticide** est une substance ou préparation destinée à lutter contre les insectes et les êtres vivants voisins des insectes. Un insecticide idéal pour la lutte contre les vecteurs de maladies doit avoir les propriétés suivantes (Sir Mc 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.

#### **3-2- Classification des insecticides**

##### **3-2-1- Insecticides minéraux**

Le vert de Paris (Acétonitrile de cuivre) est connu depuis longtemps pour ses propriétés larvicides (Gentilini, 1993). Les huiles végétales dérivées du pétrole sont employées depuis longtemps sur les gîtes larvaires de moustiques, où elles forment un film qui empêche aux larves de respirer (Gentilini, 1993).

Bien qu'il n'y ait pas de résistance développée aux insecticides minéraux, leur utilisation a été réduite avec l'introduction des insecticides résiduels comme le DDT mais surtout à cause de leur toxicité (Sir Mc Gregor, 1988).

##### **3-2-2- Les organochlorés**

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 ;

*Bréhima Diallo*

le HCH (Hexachlorocyclohexane) et son isomère  $\gamma$  (Lindane<sup>®</sup>, Gammexane<sup>®</sup>) ont pratiquement les mêmes utilisations que le DDT, mais sont deux fois plus toxiques et deux fois moins rémanents ;

la Dieldrine est un Cycladiène 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, actuellement abandonnée en raison de la résistance développée par les insectes (Hamon et Sales, 1970).

### **3-2-3- Les organophosphorés**

Les organophosphorés à travers Actellic 50 EC qui fait l'objet de notre étude sont des inhibiteurs de cholinestérase (Gentilini, 1993). Les premiers composés comme le Parathion étaient très toxiques, mais les dérivés modernes ont une toxicité faible pour les vertébrés tout en restant de bons insecticides.

Le Malathion, peu toxique ( $DL_{50}$  = 1500-3000 mg/kg de rats), est utilisé en traitements pariétaux (poudre mouillable), en nébulisation aérienne à faible volume (produit technique pur), ainsi qu' en poudre contre les ectoparasites.

Le Fenitrothion, peu toxique ( $DL_{50}$  = 250-500 mg/kg de rat), est utilisé comme larvicide en concentré émulsionnable ou granulé, et comme imagocide, en poudre mouillable dans les campagnes antipaludiques.

Le Fenthion et le Chlorpyrifos (Dursban<sup>®</sup>) de toxicité moyenne ( $DL_{50}$  respectivement 200 et 150 mg/kg de rat) sont les produits de choix pour les luttes contre les larves de moustiques dans les eaux polluées, où ils gardent une forte rémanence.

Le Temephos (Abate<sup>®</sup>) est essentiellement un larvicide des eaux claires et même des eaux de buisson ; il peut être toxique pour les vertébrés et les invertébrés d'eau douce. Le Temephos est utilisé dans la lutte contre les larves de simulies et d'*Aedes aegypti*. Il est très actif contre les larves d'*An.gambiae s.l* (Touré, 1979 et 1982).

*Bréhima Diallo*

Le Dichlorvos ou DDVP se sublime spontanément et agit à l'état gazeux; il est fixé sur les plaquettes de résins (plaquettes vaponas).

Le Pirimiphos-méthyl (Actellic 50 EC) et l'Iodofenphos n'ont eu jusqu'ici qu'un emploi limité comme larvicides, imagocides

### **3-2-4- Les carbamates**

Les carbamates sont des insecticides d'origine végétale, extraites de *Physostigma venenosum* (Bettolo et Galeffi, 1988)

**Mécanisme d'action :** ils agissent par inhibition de la cholinestérase.

Les principaux composés sont :

Le Propoxur (Baygon®) est le composé le plus utilisé dans les campagnes de lutte contre les vecteurs et en agriculture. Il est peu toxique (DL<sub>50</sub> par voie orale = 1000 mg/kg de rat), est très efficace contre les insectes domestiques, en particulier les blattes ; il peut remplacer le DDT dans la lutte antipaludique.

Le Bendiocarb a le même usage que le Propoxur ;

Le Carbosulfan est à la fois imagocide et larvicide (OMS, 1984 ; Gentilini, 1993).

### **3-2-5- Les insecticides végétaux et les pyréthrinoïdes**

Le Roténone extrait de *Derris elliptica* a été utilisé comme poison de pêche avant que ses propriétés insecticides ne soient reconnues (Bettolo et Galeffi, 1988 et Takahashi, 1993). Le Pyrèthre est connu depuis plus de 2000 ans en Chine, son extrait contient des Pyréthrines naturelles dont les composantes ont servi de leaders à la synthèse de toute une famille de produits, les Pyréthrinoïdes qui ont une action très rapide (effet Knock down, qui veut dire assommer). Les premiers composés comme les Allethrines et Esbiothrines étaient peu toxiques, mais aussi peu stables.

Les derniers nés des insecticides de synthèse (Perméthrine, Fenvalérate, Deltaméthrine, Lambdacyalothrine, Cyfluthrine) comptent parmi les insecticides les plus puissants (OMS, 1995). Ils gardent une faible toxicité pour les mammifères aux doses d'utilisation mais sont très agressifs pour la faune aquatique. Ils sont très efficaces pour l'imprégnation des moustiquaires et des

*Bréhima Diallo*

pièges à glossines, et sont prometteurs pour les traitements intradomiciliaires (OMS, 1995).

**Mécanisme d'action:** ils perturbent la conduction de l'influx nerveux par le blocage des canaux à sodium. Ils sont neurotoxiques à faible dose, provoquent une irritation de la peau et des voies aériennes. Ils sont répartis en deux séries selon leur toxicité :

- les composés Cisméthrine: donnent un syndrome se caractérisant par une augmentation de la sensibilité aux stimuli externes, tremblement du corps tout entier, une élévation de la température, contraction musculaire, des convulsions pouvant conduire à la mort ;
- les composés du type Deltaméthrine : quant à eux, ils provoquent un syndrome se traduisant par une hypersalivation, mastication, lèchement, tremblement généralisé, hyperactivité motrice, contraction musculaire.

### **3-2-6- Les analogues des hormones d'insectes**

Les juvenoïdes (Méthoprène, Pyriproxyfen) inhibent la nymphose (Diflubenzuron) et la synthèse de la chitine. Ils sont chimiostérilisants chez les femelles adultes. Leur toxicité est faible pour les mammifères, mais leur mode d'action est lente chez les insectes cibles. Ils sont peu utilisés en santé publique du fait de leur coût élevé.

### **Bactéries entomopathogènes**

Leur spécificité est plus ou moins grande selon les espèces ciblées. Une ou plusieurs toxines sont associées dans un cristal protéique. Cette association de molécules, est toxique par ingestion, sa pathogénicité mal connue entraîne une lyse des cellules intestinales. Elle n'a aucune toxicité sur la faune.

#### **- Bacillus thuringiensis**

Cette bactérie peut produire plusieurs toxines et son spectre d'action est large: moustiques, simuliés, insectes agricoles.

Dans les milieux ensoleillés et pollués, cette bactérie peut être rapidement dégradée.



*Bréhima Diallo*

### **- Bacillus sphaericus**

Cet agent bactérien généralement utilisé dans la lutte contre les *Culex* ne peut produire qu'une seule toxine.

## **4- La résistance des vecteurs du paludisme aux insecticides**

### **4-1- Définition**

La résistance peut être définie comme la faculté pour un organisme donné de survivre à des doses de produit toxique qui auraient dû normalement le tuer. Il s'agit d'un caractère héréditaire sous la dépendance de gène qui se transmet de génération en génération et évolue au cours du temps (Guillet, 1996). Cette résistance est dite croisée lorsqu'elle touche plus d'un insecticide n'appartenant pas à la même famille (Guillet, 1999).

### **4-2- Historique de la résistance**

Entre 1950 et 1960, l'OMS entreprit une vaste campagne de lutte anti-vectorielle, basée sur l'utilisation des insecticides : DDT et Dieldrine (pulvérisation intra domiciliaire et supports imprégnés). Cette campagne a abouti à une sélection de la résistance au sein de la population vectrice. C'est ainsi que les premiers cas de résistance à la Dieldrine ont été notés au Burkina Faso et dans le nord du Bénin (Hamon *et al*, 1968). La même année, la résistance d'*An. gambiae* au DDT a été annoncée par la même équipe.

Devant cette nouvelle réalité, il y a eu un recours aux pyréthrinoïdes en santé publique dans la lutte anti-vectorielle et en agriculture pour la protection des cultures. Ce qui entraîna à la longue à la sélection de souches résistantes au sein de la population vectrice.

En Afrique de l'Ouest, les premiers cas de résistance d'*An. gambiae* aux pyréthrinoïdes en général et en particulier à la Permethrine ont été observés à Bouaké, en Côte d'Ivoire par (Elissa *et al*, 1993 ; Guillet *et al*, 1995) ont rapporté que la résistance serait en partie un héritage de l'utilisation antérieure du DDT ; ce qui expliquerait l'existence d'une résistance croisée entre le DDT et les pyréthrinoïdes, car les deux ont le même site d'action.

Des cas de résistance aux pyréthrinoïdes ont été également rapportés : au Kenya, dans une zone où les moustiquaires imprégnées de Permethrine étaient

*Bréhima Diallo*

utilisées (Vulule *et al.*, 1999), au Bénin (Akgbeto et Yacoubou, 1999), au Burkina (Diabaté *et al.*, 1999) et en Afrique Occidentale (Chandre *et al.*, 1999).

Au Mali, des cas de résistance à la Dieldrine ont été décrits en zone de savane chez *An. gambiae* s.l. et *An. funestus* et en 1998, une étude a révélé qu'*An. gambiae* était résistante à la Cyfluthrine avec un taux de mortalité maximale de 72,7%. Elle était sensible au DDT, à la Perméthrine, à la Deltaméthrine, à la Lambdacyhalothrine et à la Cyfluthrine (Touré *et al.*, 1982, 1984).

Fanello *et al.*, en 2000 ont trouvé une fréquence du gène kdr de 83% à Pimpéréna et de 62,1% à Banambani.

Diarrassouba en 2002 a rapporté une fréquence de 100% du gène kdr chez les moustiques (forme Savane) ayant survécu aux tests de sensibilité à Pimpéréna. En 2003, pour la première fois au Mali, Adamou a observé le gène kdr chez les formes chromosomiques Mopti en zone de savane (Donéguébougou, 25 km de Bamako).

#### **4-3- Mécanismes de résistance**

Les insecticides agissent en se fixant ou en bloquant des cibles physiologiques présentes chez l'insecte (récepteurs du SN, récepteurs hormonaux...).

Pour agir, l'insecticide doit arriver au contact de l'insecte avant de pénétrer dans l'organisme de l'insecte où il va être transformé éventuellement en composé actif. Il est ensuite transporté jusqu'à sa cible. Chacune de ces étapes est sous la dépendance d'un ou plusieurs gènes. La survenue d'une mutation au niveau d'un de ces gènes peut conduire à l'apparition de résistance (Guillet, 1999).

##### **4-3-1- 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 Bloomquist, 1990).

#### **4-3-2- 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 Bloomquist, 1990).

#### **4-3-3- 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 pyréthrinoïdes 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 type de résistance est sous la dépendance d'un gène baptisé « gène kdr », car il confère une résistance à l'effet « knock-down » aux individus qui le portent. Ce gène est fréquemment rencontré chez la mouche domestique sous le nom de « super gène ». Le gène kdr se caractérise par une diminution de l'affinité entre les canaux sodiques et les insecticides.

Le DDT et les pyréthrinoïdes agissent sur les insectes en ralentissant l'inactivation des canaux et induisent une décharge répétitive de potentiel d'action entraînant une paralysie des nerfs.

Le site cible de la mutation kdr est la partie du gène codant le domaine IIS4-IIS6 du canal sodique. La mutation kdr la plus courante en Afrique de l'Ouest est la substitution de la Leucine (TTA) par la Phénylalanine (TTT). Il existe une autre substitution : Leucine (TTA) Sérine (TCA) rencontrée en Afrique de l'Est.

## 5- Monographie des insecticides étudiés par famille chimique

### 5-1- Organophosphorés (O.P)

5-1-1- ACTELLIC® 50 EC (Pirimiphosmethyl) est un adulticide/larvicide. Il peut être appliqué soit avec de l'eau, soit avec du gasoil.

L'Actellic est un composé organophosphoré utilisé pour combattre les insectes nuisibles y compris les moustiques, les mouches, les cafards, les puces, les fourmis, les poux et les scarabées. Les insectes sont tués par contact, par ingestion ou par fumigation.

C'est également efficace contre les insectes qui résistent à l'organochlorine et aux organophosphates chimiques tel que le Malathion.

L'Actellic a une faible toxicité pour les mammifères et peut être utilisé pour la désinfection des locaux domestiques, industriels et des établissements de restauration, des magasins de nourriture et des établissements d'éducation. Quant il est utilisé dans les bâtiments et les locaux domestiques, Actellic persiste sur les murs, les sols et d'autres surfaces inertes pour donner une protection résiduelle à long terme. L'Actellic peut aussi être utilisé pour désinfecter les plages, les décharges d'ordures et le bois nouveau ou chevronné.

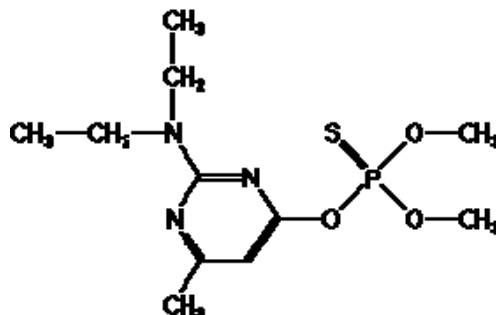
De plus Actellic a été évalué avec succès par l'OMS comme un larvicide de moustique et comme un pulvérisateur résiduel pour lutter contre le vecteur de paludisme. Son mode d'action se fait par inhibition de la cholinestérase.

Actellic est disponible, facile à utiliser sous forme de formulations émulsifiable concentrées contenant soit 500 g par litre (50 EC) soit 250 g par litre (25 EC).

#### 5-1-1-1- Structure du Pirimiphos-méthyl

**Formule générale**  $C_{11}H_{2}N_3O_3P$

Pirimiphos-méthyl est un O.P portant deux atomes d'azote dans le noyau (diazine), un amine secondaire, et un groupement phosphosulfuré.



*Bréhima Diallo*

0-2 diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl 0, 0 dimethyl phosphorothioate

**Source:** <http://www.hclrss.demon.co.uk/pirimiphos-ethyl.html>

### **5-1-1-2- Propriétés physico-chimiques**

Le produit se présente sous forme liquide, de couleur blanche, Sa densité est de 1,03 g/ml.

#### **Pression de vapeur**

1.2 x 10<sup>4</sup> Torr à 25 °C

5.1 x 10<sup>4</sup> Torr a 40 °C

#### **Solubilité dans l'eau**

Environ, 5 ppm à 30 ° C

#### **Mixibilité**

Miscible dans les solvants organiques comme (alcool, cétone, ester, isoparaffine, hydrocarbure aromatique)

#### **Stabilité**

Stable à la température ambiante, la demi-vie est environ 3 mois à 50 °C. La décomposition se fait à une température supérieure à 100 °C. Hydrolysé par les acides forts et les Alkalis (bases), l'hydrolyse est accélérée par les rayons solaires.

### **5-1-1-3- Conditionnement**

Actellic<sup>®</sup> 50 EC : existe en carton de 12×1 litre, et 4×5 litres. Un litre d'Actellic 50 EC contient 500 g de Pirimiphos-méthyl.

#### **5-1-1-4- Mécanisme d'action :**

Perturbation des canaux sodiques entraînant le blocage de la transmission de l'influx nerveux. Il agit par contact, par ingestion, et par inhalation.

### **5-1-1-5- Toxicité**

Toxicité orale précise DL<sub>50</sub> rat mâle = 1522 mg/kg ; DL<sub>50</sub> rat femelle = 1532 mg/kg ;

Toxicité dermique aiguë, DL<sub>50</sub> > 2000 mg/kg de rat ;

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Toxicité inhalation aiguë, légèrement irritant pour la peau, modérément irritant pour les yeux, non sensibilisant. Pour une exposition à long terme, il n'y a pas de risque pour l'homme sous condition de manipulation et d'utilisation normale.

**5-1-1-6- Usage**

Actellic peut être utilisé pour combattre les insectes dans les cas suivants:

**Tableau 1:** utilisation de l'actellic 50 EC

Matériels	Insectes tués
Magasins de fromage	Mites de fromage
Abattoirs	Mouches, mouches bleues
Désinfection des locaux d'aliment pour bétail, magasins de nourriture, locaux domestiques et industriels.	Cafards, punaises de lit, scarabées de tapis, mites d'habit, les scarabées de maison, les mites des entrepôts, les grillons de maison, le puce, les poux, les tiques, les araignées, les perce-oreilles, les scarabées de terre, les guêpes, les fourmis, les mites de grain.
Magasins de grains vides et traitement de petits grains (blé, avoine, etc.)	Mite de grain, les scarabées.
Poulailler et d'autres maisons pour animaux, navires.	Petites scarabées, poux, mites, mouches, moustique, mites de grain, scarabées.
Plages	Les mouches des herbes de la mer.
Ordures, décharges d'ordures, tas de fumier, poubelles.	Mouches, mites guêpes.
Bois	Scarabée ambrosia
Bois chevronné, bois de construction, menuiserie et bois	Scarabées.

## **5-2- Pyréthriinoïdes**

### **5-2-1- Lambdacyhalothrine**

#### **5-2-1-1- Icon cs**

De nouvelles méthodes de lutte sont nécessaires pour faire face au paludisme dans le monde. Les moustiquaires et rideaux traités avec les pyréthriinoïdes sont des nouvelles armes très appropriées pour la protection personnelle efficace contre le paludisme. Les moustiques meurent très rapidement au contact des MII, réduisant ainsi les risques de transmission de la maladie par l'anophèle.

Les personnes dormant sous des moustiquaires traitées avec des pyréthriinoïdes sont à l'abri des piqûres des moustiques. Les moustiquaires traitées sont aussi efficaces contre d'autres insectes domestiques tels : punaises, poux, et les mouches.

L'utilisation des moustiquaires imprégnées aux pyréthriinoïdes, a permis de réduire le taux d'infestation et le nombre de cas de décès dûs au paludisme chez des personnes vivant en zone d'endémie. Par exemple, les taux de mortalité infantiles ont chuté de 17 % au Ghana (Binka et *al.*, 1996), de 33% au Kenya (Neville et *al.*, 1996), de 50 % en Sierra Leone (Marbiah et *al.*, 1998) et de plus de 60 % en Gambie (Alonso et *al.*, 1991), lorsque les personnes dormaient sous des moustiquaires traitées aux pyréthriinoïdes pendant la nuit.

#### **5-2-1-2- Activité de l'Icon CS**

Son produit actif est la lambdacyhalothrine, un insecticide pyréthriinoïde de synthèse d'une très grande activité. Il est efficace à des taux d'application très faibles.

Une étude comparative de l'efficacité des insecticides de la famille pyréthriinoïdes, réalisée sur une variété de tissus, après 2 mn d'exposition, a montré que la lambdacyhalothrine assomme mieux des individus *d'Anopheles gambiae* que la Perméthrine (Vythilingham et *al.*, 1999).

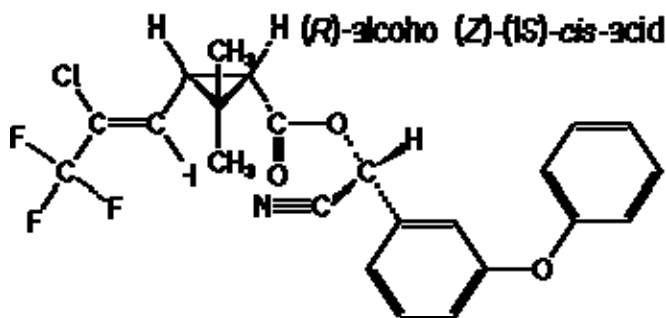
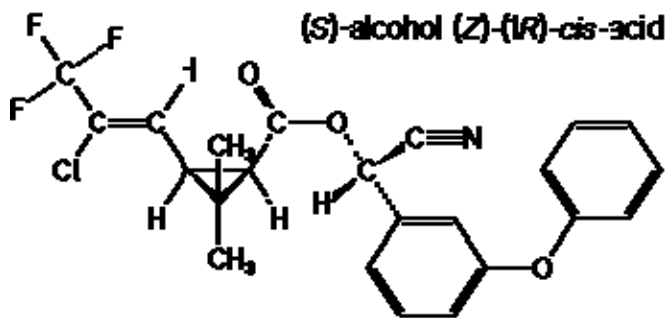


Bréhima Diallo

### 5-2-1-3- Structure de l'Icon

Ici nous avons la forme cis et trans de l'Icon, elle se compose de trois fonctions : ether-oxyde, nitrile, et esther. L'activité de la molécule dépend surtout de la présence des halogènes

Noms commerciaux: Icon® 10 wp, Icon® 2.5 cs, Icon 10 cs, Iconet®



(R)-cyano(3-phenoxyphenyl) methyl (1S,3S)-3-[ (1Z)-2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-1 propenyl]-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate

Source :<http://www.fluoridealert.org/pesticides/lambdacyhalothrin.abstract.htm>

*Bréhima Diallo*

#### **5-2-1-4- Types de formulation de l'Icon cs**

L'Icon cs contient 25 g de lambda-cyhalothrine par litre. Il est commercialisé sous différentes formulations : formulation à base d'eau, capsule suspension et sous forme de paquet (bouteille auto dose)

#### **5-2-1-5- Efficacité**

Après 15 mois d'utilisation en Tanzanie, les moustiquaires traitées avec Icon cs (10 mg/ m<sup>2</sup>) étaient toujours plus efficaces contre *An.gambiae* que les moustiquaires imprégnées avec d'autres pyréthrinoïdes. Icon cs a également révélé une bonne résistance au lavage comparé à la Deltaméthrine SC et à l'Étofenprox EC (Curtis et al., 1996).

Un essai effectué sur terrain dans la province d'Apayo, aux Philippines en 1985, a révélé que les moustiquaires traitées avec Icon cs à 10 mg/ m<sup>2</sup> peuvent fournir la protection en réduisant les taux d'infection du paludisme pendant une saison de haute transmission (les taux d'infection du *P. falciparum* étaient beaucoup inférieurs dans la zone de contrôle), et une réduction de la prévalence pendant une saison de basse transmission (Quilata et al., 1996).

#### **5-2-1-6- Solidité**

La moustiquaire en polyester traitée avec Icon cs est demeurée très efficace (tuant plus de 80 % d'*Aedes*) après cinq lavages au savon (Vythilingham et al., 1999).

#### **5-2-1-7- Principaux avantages de Icon cs :**

Effet durable à partir d'un seul traitement

Protection prouvée contre le paludisme

Utilisable sur tous les types de tissus (naturels et synthétiques)

Résiste aux lavages répétés

Tue les moustiques au lieu de les repousser simplement

Efficace contre tous les types de moustiques (anophèle, culex, aèdes...)

Traitement inodore

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Faible toxicité pour les mammifères

Manipulation facile dans un emballage commode

Actifs contre d'autres insectes nuisibles comme le pou, punaise, et les mouches.

#### **5-2-1-8- Toxicité**

Chez les mammifères la dose létale ( $DL_{50}$  per os > 1000), et < 100, parfois < 10 chez les insectes.

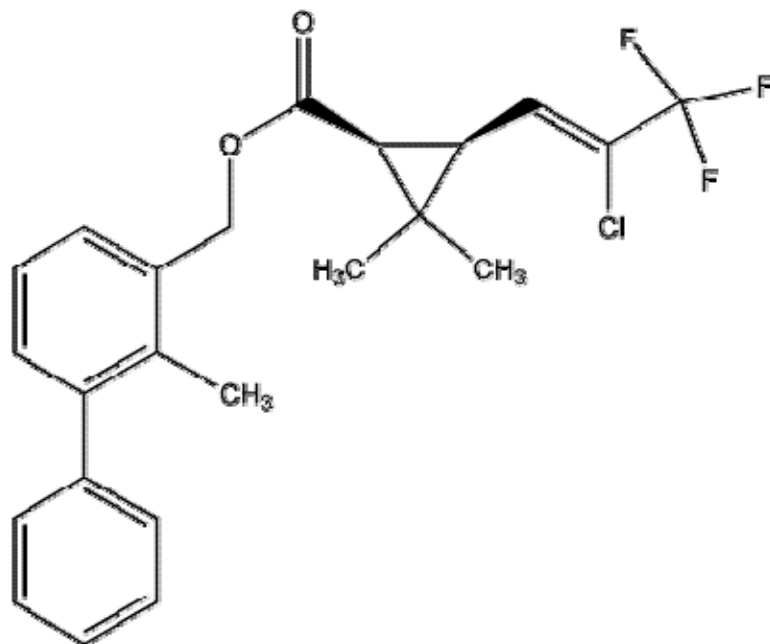
#### **5-2-2- BISTAR®**

BISTAR (Bifenthrine) appartient à la classe chimique des pyréthrinoïdes. C'est un insecticide et un acaricide qui affecte le système nerveux et cause la paralysie chez les insectes. Il est très fortement toxique pour les pêcheurs et les organismes aquatiques.. Il se présente sous forme de concentré émulsifiable et poudre mouillable.

#### **5-2-2-1- Structure du bifenthrine**

Le bifenthrine possède à peu près la même structure que l'Icon, mais la différence se situe à deux niveaux : ici les fonctions nitrile, et ether-oxyde sont remplacées successivement par un  $-CH_2$ , et un groupement diphényl. L'activité de la molécule dépend de la présence des halogènes.

□



*Bréhima Diallo*

(Cyclopropanecarboxylate 2-methyl-1, 1biphenyl-3-yl)-methyl-3-(2-chloro3, 3, 3, trifluoro-1-propenyl)-2, 2-dimethyl.

**Source :**

**[http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32863](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32863)**

**5-2-2-2- Propriétés physiques :**

**5-2-2-2-1- Aspect:** la bifenthrine à une couleur grisâtre avec une odeur faible et légèrement douce.

**5-2-2-2-2- Poids moléculaire: 422,9**

**5-2-2-2-3- Solubilité dans l'eau : 0,1 mg/l**

**5-2-2-2-4- Solubilité dans d'autres solvants :** Bifenthrine est soluble dans le chlorure de méthylène, l'acétone, chloroforme, éther, et dans le toluène. Il est légèrement soluble en heptane et méthanol.

**5-2-2-2-5- Point de fusion**

68-70,6 °C

**5-2-2-2-6- Coefficient d'absorption**

Octanol-water (kow) = 1.000.000.

**5-2-2-3- Modes d'action :**

Bifenthrin agit en paralysant le système nerveux des insectes.

**5-2-2-4- Mode d'application :** terre et pulvérisation aérienne.

**5-2-2-5- Effet toxicologique :**

Bifenthrin est modérément toxique pour les mammifères une fois ingérés.

**Symptomatologie :**

- **Ingestion :** nausées, vomissement, altération de la conscience, vertiges, convulsions, risques des troubles pulmonaires avec des solvants s'ils existent.
- **Inhalation :** Irritation des voies aériennes supérieures avec des dyspnées, altération de la conscience, vertiges, myoclonies et convulsions.

**5-2-2-6- Indications thérapeutiques :**

- **Projection cutanée :** En cas de projection cutanée les étapes à suivre sont les suivantes :

Déshabillage complet, lavage prolongé à grande eau .

- **Projection oculaire :**

*Bréhima Diallo*

Rinçage immédiat à l'eau pendant 10 minutes, consultation ophtalmologique en cas d'irritation, de douleur, gêne visuelle.

• **Inhalation :**

Risque d'intoxication massive, retirer la personne de la zone polluée ;

Si le sujet est conscient assurer la liberté des voies aériennes ;

Transfert en milieu hospitalier ;

En cas de convulsion on administre les benzodiazépines en IM.

• **Ingestion :**

- Poudres mouillables: faire vomir et administration du charbon médical active

- Solution en solvant organiques : ne pas faire vomir, administration du charbon médical active et transfert systématique en milieu hospitalier ;

Assurer une bonne ventilation, benzodiazépines injectables IM si convulsions, surveillance immédiate: état de conscience, état neurologique, données hémodynamiques, ventilation

Se méfier de l'intoxication par solvants organiques qui se surajoute à la toxicité propre de la matière active.

Redouter en ingestion le passage du produit dans l'arbre trachéo-bronchique, une radiographie pulmonaire de contrôle systématique est nécessaire.

**DJA : 0,0025 mg/kg/j**

#### **IV- METHODES DE LUTTE CONTRE LE PALUDISME**

Au Mali, le vecteur principal est le complexe *Anophèles gambiae*, anthropophile et endophile. Ce complexe se développe dans de petites collections d'eau calme et non polluée, particulièrement pendant la saison des pluies. Le vecteur secondaire est *Anophèles funestus*, également anthropophile et endophile. Ce vecteur qui a pour gîte larvaire les eaux profondes avec végétation aquatique (mares temporaires), assure le relais de la transmission pendant la saison sèche (Touré *et al.*, 1986).

On distingue deux méthodes de lutte, l'une visant à détruire l'agent pathogène et l'autre orientée contre le vecteur.

##### **1- Lutte contre le parasite**

Cette lutte repose sur l'utilisation des substances antipaludiques (schizonticides et les gametocides) qui sont actives contre les différents stades sanguins du parasite. Elle vise soit à éliminer les parasites déjà présents chez un hôte (c'est la chimiothérapie), soit à prévenir l'installation et le développement du parasite chez l'homme (c'est la chimioprophylaxie).

Cette dernière voie est habituellement réservée aux groupes à risque tels que les femmes enceintes et les personnes non immunes séjournant en zone d'endémie pour de courtes durées (Baudon *et al.*, 1967 ; Carnevale et Mouchet , 1990) .

##### **2- Lutte antivectorielle :**

Les indications principales de la lutte antivectorielle reposent sur la:

###### **– Maîtrise et/ou prévention des épidémies de paludisme.**

Ces méthodes nécessitent, si elles peuvent être effectuées avant le pic de transmission attendu, des pulvérisations d'insecticide à effet rémanent ou l'imprégnation des moustiquaires si celles-ci sont largement utilisées dans la zone affectée. Si l'épidémie a déjà commencé, le recours à des mesures de lutte antivectorielle d'urgence, telles que les pulvérisations spatiales peuvent être envisagées, si ces méthodes ont été efficaces pour l'espèce cible dans la même configuration écologique et si des ressources sont disponibles pour leur mise en œuvre immédiate (WHO, 2002).

*Bréhima Diallo*

Dans la prévention des épidémies de paludisme, lorsque les signaux d'alarme ont été détectés et qu'un système de préparation aux épidémies fonctionne, la pulvérisation des murs à effet rémanent et/ou l'imprégnation des moustiquaires (si elles sont largement utilisées) peuvent être indiquées, selon le temps dont on dispose pour agir.

**– Elimination des nouveaux foyers d'infestation dans les zones exemptes de paludisme.**

Selon l'extension et le nombre de ces foyers, les pulvérisations intra domiciliaires à effet rémanent doivent être considérées comme des mesures d'urgence (WHO, 2002).

**– Prévention des pics saisonniers de transmission du paludisme.**

Ils peuvent quelquefois présenter des caractéristiques d'épidémies saisonnières. Il est alors parfois possible de faire une application saisonnière systématique de la pulvérisation des murs à effet rémanent et/ou de l'imprégnation des moustiquaires. Il peut aussi être utile d'envisager des méthodes d'aménagement de l'environnement, de réduction des gîtes larvaires ou destruction des larves dans les zones à forte densité démographique, telles que les zones urbaines ou les zones de projets de développement, de façon à réduire le risque de transmission possible.

**– Lutte contre la transmission dans les situations à haut risque.**

Ces situations existent dans les camps de travail ou de réfugiés, où des personnes non immunes et d'autres infestées peuvent se retrouver ensemble dans des conditions de forte transmission potentielle. Si la lutte antipaludique est prise en considération lorsque la situation à haut risque est créée (par exemple : lorsqu'on installe des camps de réfugiés ou de travail), il peut être possible d'envisager des mesures environnementales telles que le choix du site en fonction de la transmission ou de leur assainissement.

**- Réduction de la transmission dans les régions de forte pharmacorésistance**

La plupart de ces régions rentrent dans une ou plusieurs des catégories décrites ci-dessus.

La pharmacorésistance (résistance à certaines molécules) peut être particulièrement élevée dans les zones qui ont été soumises à une forte pression de sélection suite à l'utilisation massive d'antipaludiques là où la lutte antivectorielle a été jugée difficile à organiser. La méthode peut-être la plus appropriée en pareil cas est l'utilisation de matériaux imprégnés d'insecticides (moustiquaire, rideaux, tenture, vêtement), bien que cela puisse poser de sérieux problèmes logistiques dans certaines régions (WHO, 2002)

**- Lutte contre le paludisme endémique.**

La méthode la plus indiquée pour obtenir des résultats durables est l'utilisation de matériaux imprégnés d'insecticides, même si la pulvérisation des murs a été et est encore très largement utilisée. Une fois de plus dans les zones à forte densité démographique, l'aménagement de l'environnement et la lutte antilarvaires doivent être envisagées, puisqu'il peut être possible d'intégrer la lutte antipaludique à d'autres activités de lutte anti-moustiques visant à lutter contre d'autres maladies à transmission vectorielle voire contre les nuisances engendrées par des moustiques (WHO, 2002).

Les méthodes de lutte antivectorielle peuvent être classées de différentes manières à des fins différentes. D'un point de vue épidémiologique, il peut être recommandé de les classer en fonction de l'effet principal recherché et par conséquent du maillon de la chaîne de transmission le plus directement touché par leur application. Une telle classification peut être utile pour le choix d'une méthode de lutte :

**- Méthodes permettant de réduire le contact homme vecteur**

Cette catégorie couvre toutes les méthodes dans lesquelles une barrière est créée entre les vecteurs et les humains, et comprend les méthodes suivantes :

**Moustiquaires et moustiquaires imprégnées insecticides :**



Bien que les moustiquaires non traitées soient utilisées depuis très longtemps pour lutter contre la transmission du paludisme, l'introduction du traitement des moustiquaires par les pyréthrinoïdes à action rémanente en a considérablement augmenté l'efficacité en ajoutant à l'effet barrière de la moustiquaire l'action répulsive et létale de l'insecticide (WHO, 2002). En particulier, l'effet répulsif des pyréthrinoïdes empêche les piqûres à travers la moustiquaire et souvent aussi la pénétration des moustiques à travers les trous de la moustiquaire.

**Pulvérisation des murs**, cette méthode présente aussi l'avantage d'être efficace pour la protection individuelle (WHO, 2002). L'effet de masse, comme pour toute autre méthode de lutte, repose sur une couverture importante, mais lorsque celle-ci est faible, les individus qui utilisent les moustiquaires sont protégés. Pour cette raison l'utilisation des moustiquaires peut être introduit progressivement dans une population grâce à des activités promotionnelles appuyées. Le principal inconvénient est le potentiel de transmission des vecteurs qui piquent tôt, avant que les gens ne se retirent pour dormir. C'est vraisemblablement la raison pour laquelle on a souvent trouvé dans les essais à grande échelle que cette méthode est plus efficace pour protéger les enfants que les adultes. Son efficacité pourrait être améliorée par certaines mesures complémentaires, telles que l'utilisation de produits répulsifs, de serpentins antimoustiques, ou d'autres pesticides domestiques, servant à protéger les individus qui restent dehors longtemps après le crépuscule (WHO, 2002).

Protection des habitations par la pose de grillages sur les fenêtres, les avant-toits, et les portes.

C'est une méthode efficace si elle est appliquée et maintenue correctement. Elle constitue presque exclusivement une méthode de protection individuelle et familiale, mais nécessite un investissement important et entraîne des coups d'entretien élevés (WHO, 2002).

**- Utilisation de répulsifs**

On peut les appliquer directement sur la peau (sous forme de crème, lotion ou aérosol) ou sur les vêtements. L'utilisation de produits répulsifs est aussi une méthode de protection individuelle qui ne peut être recommandée que comme complément à l'utilisation des moustiquaires et des méthodes de protection des maisons, à utiliser après le crépuscule avant de se retirer sous la moustiquaire, ou par les personnes qui doivent rester dehors pendant une partie de la nuit.

**Diffuseurs d'insecticides volatiles**

Ils sont largement utilisés sous les tropiques pour la protection individuelle, en particulier sous forme de serpentins anti-moustiques et dans les zones urbaines, de diffuseurs électriques.

**- Méthodes visant principalement à réduire la densité du vecteur :**

La plupart des méthodes pratiques visant à réduire la densité vectorielle, nécessite le traitement des gîtes larvaires du vecteur, qui conduit à les éliminer ou à réduire considérablement leur production dans les sites traités. Leur effet sur la transmission du paludisme dépendra donc de l'importance relative des gîtes larvaires traités dans le maintien de la densité du vecteur. Toutefois il n'est pas exceptionnel de constater que, même si certaines gîtes ont de très fortes densités larvaires, la transmission se maintient principalement par des gîtes temporaires dépendant des pluies. Le principal inconvénient de ces méthodes est donc la difficulté qu'il y a à localiser et à traiter tous les gîtes essentiels au maintien de la transmission du paludisme. Ces méthodes comprennent toutes les formes de lutttes anti-larvaires telles que décrites ci-dessous :

**a) Réduction des gîtes larvaires par l'aménagement de l'environnement :**

Ce sont le drainage, l'écoulement des eaux, le remblaiement et l'intervention sur les rives, des rivières et des lacs pour les rendre impropres au développement de l'anophèle. Ce sont des méthodes classiques d'assainissement contre le paludisme, qui peuvent être appliquées à tous les gîtes larvaires de moustiques en général, ou être ciblées sur les gîtes spécifiques des vecteurs du paludisme

*Bréhima Diallo*

localement important (l'assainissement ciblé) qui exige comme mentionné précédemment une connaissance détaillée de la biologie des vecteurs locaux (WHO, 2002). En général, ces méthodes sont appropriées pour l'élimination des gîtes larvaires permanents, dont l'importance doit être évaluée avant de se lancer dans le processus onéreux qui consiste à les éliminer. Néanmoins., elles peuvent perdurer relativement facilement. Dans un environnement entièrement créé par l'homme, l'aménagement doit être la première ligne de défense pour réduire les risques de transmission du paludisme.

**b) Traitement larvicide :** il s'agit là de l'utilisation des insecticides tant d'origine chimiques que biologiques tel que toxine du *Bacillus thuringiensis israelensis* et les régulateurs de croissance des insectes (WHO, 2002). Elle nécessite le traitement de tous les gîtes larvaires et peut présenter les mêmes problèmes que la réduction de ces derniers lorsque les gîtes temporaires ont une grande importance épidémiologique. Contrairement aux méthodes d'assainissement, les larvicides ont normalement peu d'effet rémanent et nécessitent des applications régulières et fréquentes.

**c) Méthodes visant principalement à accroître la mortalité du vecteur adulte :**

L'accroissement de la mortalité des vecteurs adultes réduit leur longévité et par conséquent la probabilité que le parasite puisse achever son développement. Bien que d'habitude la densité aussi, la diminution du taux quotidien de survie du vecteur a un impact considérablement plus grand sur la transmission. Les deux méthodes disponibles pour augmenter la mortalité du vecteur adulte sont décrites ci-dessous :

- **Pulvérisation des murs à effet rémanent.** Elle inclut toutes les méthodes de pulvérisation des murs à l'aide d'insecticides à effet rémanent, ce qui permet de concentrer l'effet destructif sur les vecteurs qui se reposent dans les maisons. C'est un moyen très efficace d'utiliser l'insecticide pour tuer les vecteurs

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

susceptibles de transmettre le paludisme. Bien que le Pyrèthre ait été le premier insecticide utilisé, la pulvérisation intradomiciliaire est devenue la méthode la plus répandue de lutte contre les vecteurs du paludisme avec l'introduction du DDT et d'autres insecticides à effet rémanent. Son inconvénient Principal est que les vecteurs exophiles n'entrent pas en contact avec les surfaces pulvérisées. En outre, cette caractéristique comportementale peut être sélectionnée suite au traitement insecticide.

**- Utilisation généralisée des moustiquaires imprégnées d'insecticide par des communautés.**

Lorsqu'une grande proportion de la population d'une communauté est protégée par MII, il peut y avoir une réduction considérable de la survie, de la densité et de l'infectibilité des vecteurs ("effet de masse") et donc de la transmission du paludisme, et une augmentation de la protection de la communauté

**d) Lutte biologique :**

Elle consiste à introduire dans le biotope des moustiques, des organismes d'espèces différentes qui sont leurs ennemis naturels. C'est le cas du poisson larvivoire *Gambusia affinis* dont l'action est limitée aux eaux permanentes et de la bactérie , *Bacillus sphaericus* qui provoque des mortalités importantes chez les moustiques du genre *Culex* et *Anophèles*, à un degré moindre sur les *Aedes*. Elle ne se reproduit pas dans le milieu naturel et devrait donc être appliquée comme insecticide biologique.

Certaines plantes dont les graines mucilagineuses engluent les larves son développement à l'étude. La lutte biologique envisagée comme une alternance à la lutte chimique suscite de très nombreuses recherches, cependant les résultats sont lents à se dessiner et sauraient nous procurer des méthodes opérationnelles avant plusieurs années.

**e) La lutte génétique :**

Elle est basée sur 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 (fontenille, 1993). Les manipulations intéressent également les plantes telles que les algues qui se reproduisent dans les gîtes des moustiques. Ces algues génétiquement modifiées par intégration de gènes de toxines bactériennes agissent sur les larves de moustiques.

**f) La lutte chimique**

La lutte chimique passe par l'utilisation des produits chimiques décrit précédemment. En fait, elle se pratique à l'aide de substances naturelles ou de synthèse qui provoquent la mort des arthropodes par empoisonnement. On appelle ces substances des insecticides. On donne généralement un sens large aux insecticides : c'est ainsi que l'on considère les acaricides comme des insecticides, de même que les IGR<sub>S</sub> (inhibiteur de croissance). Les bactéries pathogènes productrices de toxines sont réunies également sous ce vocable.

Les principales familles d'insecticides utilisées sont :

Les organochlorés

Les organophosphorés

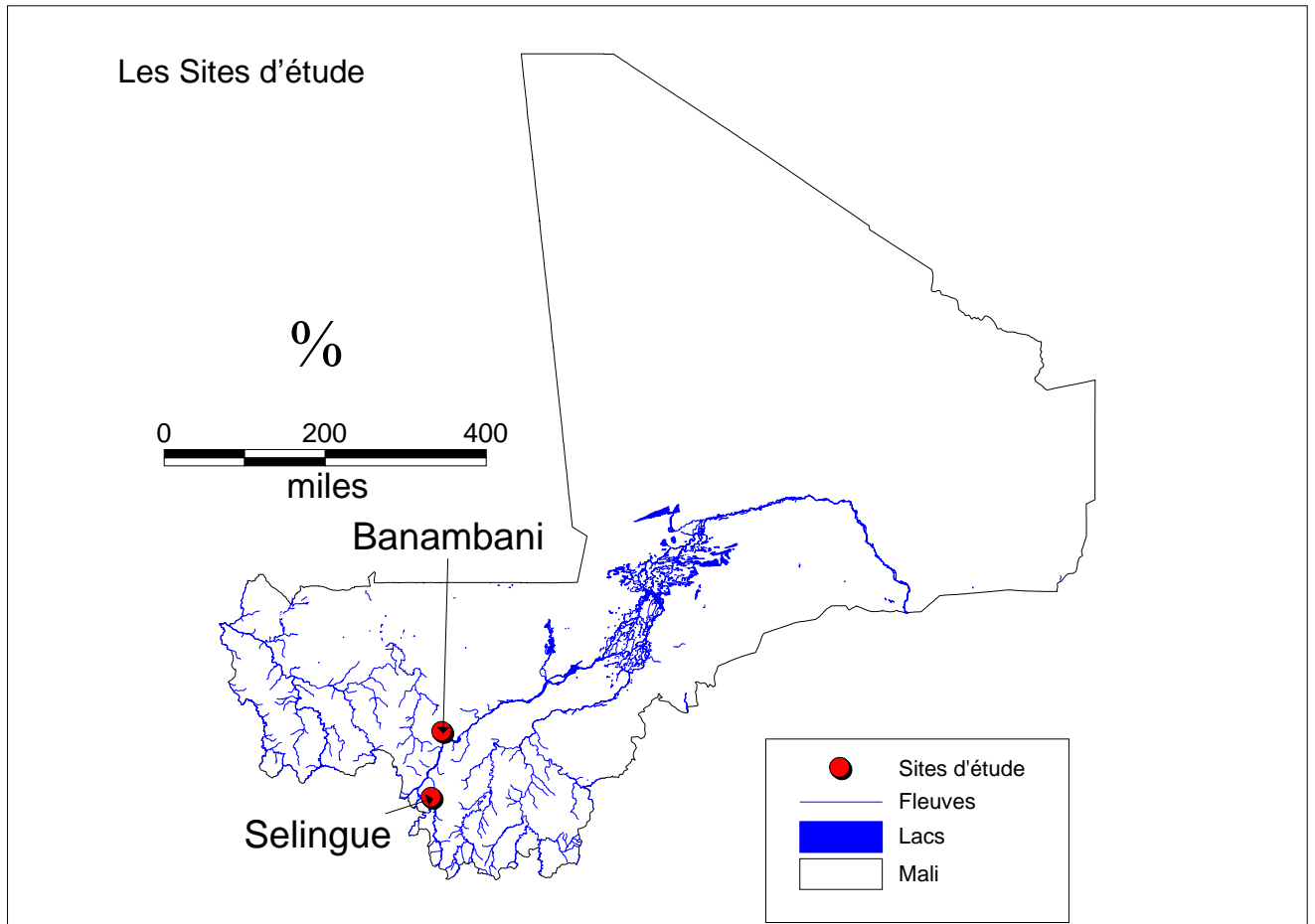
Les carbamates

Les pyréthrin/pyrethrinoïdes

Les analogues hormones d'insectes

## V- METHODOLOGIE

### 1- Sites d'étude



**Figure 1:** Carte du Mali avec les différents sites d'études

**Source :** GIS/RS du MRTC/FMPOS/ (Décembre 2005)

*Bréhima Diallo*

Il s'agit de deux villages du Mali, l'un situé dans la région de Sikasso (Sélinkenyi) et l'autre dans la région de Koulikoro, plus précisément dans le cercle de Kati (Banambani).

### **1-1- Sélingué**

Les moustiques sont capturés dans une zone de riziculture intense de l'Office du Développement Rural de Sélingué, précisément à Sélinkenyi. Ce site appartient à l'aire de santé de Binko, dans la zone sanitaire de Sélingué qui en compte quatre parmi lesquelles Karangué, Siékorolé et Tagan.

Située à 140 km au Sud-Ouest de Bamako, la zone sanitaire de Sélingué couvre une superficie de 4500 km<sup>2</sup> pour une population de 72.380 habitants, soit une densité de 16,08 habitants au km<sup>2</sup>. Elle fait partie du cercle de Yanfolila (région de Sikasso) mais demeure toujours une structure autonome au plan sanitaire. Du point de vue épidémiologie, la zone sanitaire de Sélingué se situe dans la savane nord soudanienne avec une pluviométrie de 1300 à 1500 mm d'eau par an (EDS-III/DNSI, 2002).

Du fait de la riziculture irriguée, elle se caractérise par une transmission plurimodale avec un paludisme du type stable (Analyse de situation, zone sanitaire de Sélingué, Avril 1996). La majorité de la population de la zone sanitaire de Sélingué est constituée par les Malinkés, et les peuhls, aux côtés desquels on rencontre les Bambara, les Bozo, les Somono et les Dogons venant de la région de Mopti.

L'islam est la religion la plus répandue, pratiquée par près de 90 % de la population de la zone. On note cependant la subsistance de certaines croyances ancestrales.

### **1-2- Banambani**

Situé au Nord-Est à 7 km de Kati, Banambani est une zone rurale possédant un climat soudano-sahélien. Ses coordonnées sont les suivantes : 12°48' latitude nord et 8°2' longitude ouest. La population était évaluée à environ 1324 habitants (DEAP recensement juillet 2005).

*Bréhima Diallo*

Dans le lit des cours d'eau, la cuirasse latéritique est entaillée de marmites de géant qui constituent d'excellents gîtes larvaires pour *An. gambiae*. Sa particularité réside dans le fait qu'en plus d'*An. funestus*, on y trouve également *An. arabiensis* et toutes les formes chromosomiques de *An.gambiae s.s.* (Savane, Bamako, et Mopti) vivant en condition de sympatrie (Touré et *al.*, 1998)

### **1-3- Période d'étude**

Notre étude s'est déroulée de février 2005 à septembre 2005.

### **2- Méthode de capture**

Nous avons utilisé des moustiques et des larves d'*An. gambiae s.l* issus de l'élevage à l'insectarium.

Les anophèles ont été capturés dans différents endroits sur le périmètre irrigué de Sélingué. Les moustiques de la faune résiduelle matinale des habitations humaines ont été collectés par la technique de l'aspirateur à bouche du type Mario Coluzzi.

### **3- Echantillonnage des moustiques**

#### **3-1- Adultes**

Les moustiques adultes utilisés pour les tests insecticides sont issus des colonies d'*An.gambiae s.l* élevées au laboratoire. Les adultes utilisés sont des jeunes femelles âgées de 1 à 3 jours. Nous avons utilisé des moustiques provenant de Sélingué. Il existe deux méthodes d'élevage des moustiques : ponte individuelle, et la ponte collective.

Les pontes individuelles ont pour objectifs d'établir des souches de lignées pures à partir des femelles sauvages d'*An.gambiae s.l*. Les pontes collectives pour leur part sont utilisées pour réaliser l'élevage intensif d'*An.gambiae s.l* en vue de maintenir une quantité suffisante de moustiques au laboratoire afin de pouvoir réaliser les expérimentations.

Dans notre étude ce sont des pontes collectives que nous avons utilisées pour obtenir les adultes et les larves.

#### **3-2- Pontes collectives**

Faire pondre ensemble un nombre important de femelles d'*An. gambiae s.l* provenant de la même localité et ayant la même date de capture. Les



*Bréhima Diallo*

descendants sont mis ensemble dans la même cage. Ils sont chaque fois gorgés pendant 2 jours consécutifs, puis le jour suivant on vérifie si les moustiques ont digéré le sang en vue de préparer un pondoir pour la ponte. Les œufs sont récupérés dans les plateaux après la ponte, et un suivi régulier des plateaux est effectué de la manière suivante :

Vérification des plateaux (nourriture, quantité d'eau, étiquettes) ;

Vérification des pondoirs dans les différentes cages.

Les nymphes sont collectées et transférées dans les pots à l'intérieur des cages.

Les femelles d'*An.gambiae s.l.* à jeûn sont gorgées sur des cobayes. Pour cela les cobayes sont introduits dans des pièges puis placés à l'intérieur des cages où se trouvent les femelles. Celles-ci sont ainsi gorgées deux jours consécutifs. Après le 2<sup>ème</sup> repas de sang, les moustiques ayant digéré le sang, on confectionne un pondoir que l'on introduit dans la cage. Durant toute la période de ponte les femelles sont nourries à l'eau sucrée à 5% (5 g de sucre pour 100 ml d'eau distillée). Les œufs sont récupérés dans les plateaux contenant de l'eau désionisée. L'humidité et la température sont relevées quotidiennement. L'humidité relative de l'insectarium varie de 70 à 80 % et la température est de 27°C.

### **3-3- Les larves :**

Les larves d'*An.gambiae s.l* sont issues des pontes collectives des femelles de colonie du laboratoire. Les larves issues de l'éclosion des œufs sont nourries au Whiskas®.

#### **Composition de la nourriture des larves :**

La nourriture des larves est un aliment de chat. Nous avons utilisé la marque Whiskas®. Pour chaque recette nous avons 5 croquettes différentes : des croquettes au thon, au saumon, aux céréales, aux légumes et aux carottes.

Céréales dont 4% dans la croquette aux céréales ;

Viandes et sous produits animaux extraits de protéines végétales ;

Poisson et sous produits de poissons (dont 4% de thon dans la croquette de thon, 4% de saumon dans la croquette de saumon) ;

*Bréhima Diallo*

Substances minérales, huiles et graisses légume (dont 4% de légumes dans la croquette aux légumes vert et 4% de carottes dans la croquette aux carottes) ;

Sous produits végétaux, sucre et levure ;

Additifs CEE avec antioxydant et colorants ;

Protéines brutes 35%

Matières grasse brute 7.5%

Cendres totales 7.5%

Cellulose brute 1% -Humidité 10% -Elément minéraux : Calcium 1% ; phosphore 1% ; Sodium 1%

Vitamines : Vit A : 10000 UI/kg ; Vit D : 900 UI/kg ; Vit E : 95 mg/kg

#### **4- Traitement des échantillons :**

**4-1- Actellic 50 EC** (pyrimiphos méthyle) : est un produit organophosphoré qui possède une activité larvicide. Seules les larves de stades 3, et 4 sont retenues pour le test. Huit bols en porcelaine sont utilisés contenant tous de l'eau distillée et deux bols témoins à raison de 25 larves par bol. La quantité d'insecticide utilisée pour le premier test est choisie à partir d'une fiche de traitement fournie par la société. D'abord on est parti avec une concentration de départ (300 ml d'eau distillée pour 3 ml du produit actif). Pour le deuxième et le troisième test la quantité d'eau a été maintenue mais en faisant varier successivement la quantité du produit actif à 1,5 ml puis 1 ml.

La concentration était la même dans chaque bol-test et à chaque expérience (elle équivaut successivement à 5 g/l ; 2,5 g/l ; et 1,6 g/l). Les larves sont comptées et transférées dans les bols tests à raison de 25 par bol. La durée d'exposition était d'une heure de temps, après ce temps on inspecte soigneusement les bols un à un pour déterminer la mortalité. Les témoins sont gardés jusqu'à 24 heures, après ce temps on déduit la mortalité.



**Figure 2** : Séance de transfert des larves d'*Anopheles gambiae s.l* dans les bols tests

Si la mortalité au niveau des témoins est < 5 %, c'est une indication que le test valable ; parcontre si elle est > 5 % ; une correction doit être apportée (5-20 %)

**Formule d'Abbot :**

$$M_c = \frac{(\%Me - \% Mt) \times 100}{100 - \% Mt}$$

Me = Mortalité d'épreuve ; Mt = Mortalité au niveau des témoins

Les recommandations de l'OMS (OMS, 1998) quant à l'interprétation des résultats sont les suivantes :

98-100% de Mortalité : **Sensible**

80-97% de Mortalité : **Résistance possible à confirmer**

< 80% de Mortalité : **Résistance probable**

**Tableau 2 : traitement extérieur résiduel**

<b>Quantité d'Actellic® 50 ec</b>	<b>A diluer dans</b>	<b>Pour traiter</b>
100 ml	8 L à 10 L d'eau	25 m <sup>2</sup>
1 L	12 L d'eau	250 m <sup>2</sup>
1,5 L	15 L d'eau	400 m <sup>2</sup>

#### **4-3- Protocole des tests sur les cages et sur les cases:**

Bistar (bifenthrine), et Icon 10 wp (lambdacyhalothrine) sont également des pyrethrinoïdes adoucides, utilisés pour le traitement des murs.

D'abord, on a fait construire 3 cases à Banambani dont une case pour Icon 10 wp, une pour Bistar et une case témoin.

#### **Préparation de la solution insecticide :**

Icon 10 wp : 1 sachet (100 g) dans 8 litres d'eau pour traiter 250 mètre carré.

Bistar : 62 g pour 8 à 10 litres d'eau pour traiter 250 mètre carré

La surface de chaque case est mesurée en mètre carré afin de pouvoir connaître réellement la quantité d'insecticide qu'il faut pour chaque case.

L'intérieur des cases est pulvérisé avec la solution insecticide à l'aide d'un pulvérisateur.

Le premier test a eu lieu le lendemain après traitement (test d'efficacité), on contrôle la rémanence chaque mois jusqu'à atteindre 6 mois.

Au total, 150 moustiques sont lâchés à l'intérieur de chaque case-test avec 75 moustiques comme témoin. Les portes étaient fermées par des rideaux (draps de spray), et un drap était étalé à l'intérieur de chaque case pour récupérer les moustiques morts.

Le temps d'exposition était d'une heure, et la mortalité est déterminée 24 heures en pourcentage. Pour confirmer l'efficacité des produits (Icon 10 wp et Bistar wp), on a réalisé un test similaire sur des cages dont les quatre cotés (en tulle moustiquaires) sont traités avec les mêmes produits. Pour cela trois cages sont confectionnées (2 cages tests et 1 cage témoin). L'avantage avec les cages c'est que on peut récupérer tous les moustiques morts après 24 heures du test.

*Bréhima Diallo*

**Principe du traitement avec Icon 10 wp et avec Bistar wp à Banambani sur les cases.**



**Fig 3 :** Préparation de la solution insecticide de Bistar wp de Icon 10 wp



**Fig 4 :** La mesure de la surface avant pulvérisation



**Fig 5 :** Pulvérisation des cases avec Icon 10 wp et Bistar wp.



**Fig 6 :** cases après traitement des murs avec Icon 10 wp et Bistar wp



**Fig 7 :** Observation de la mortalité 24 heures après le test.

*Bréhima Diallo*

**Principe du traitement avec Icon 10 wp et avec Bistar wp sur les cages.  
(Même procédé que précédemment)**



**Figure 8 :** Les moustiques gardés dans les pots avant le test.



**Figure 9:** lâcher des moustiques dans les cages tests

#### **4-2- Test de rémanence sur les moustiquaires**

La rémanence d'un insecticide sur les supports est la période pendant laquelle l'insecticide reste efficace contre les moustiques

Le choix de la moustiquaire a été aléatoire, nous avons payé trois moustiquaires : une pour Icon 10 CS, une pour le Icon 2,5 CS et un témoin valable pour les deux. Les tests se sont déroulés dans la salle insecticide.

Les moustiques sont triés le matin et gardés dans les pots recouverts d'une serpillière humide, pendant environ 2 à 3 heures afin que les moustiques se reposent avant le test d'efficacité / rémanence.

#### **Technique d'imprégnation des moustiquaires par trempage :**

##### **➤ Précautions à prendre :**

- Les activités de trempages doivent se dérouler en plein air ou dans un local bien aéré.
  - Il est conseillé de porter de longs gants en caoutchouc. Le port de ces gants est impératif pour des périodes de travail plus longues avec tout insecticide.
  - Port des vêtements protecteurs, par exemple des survêtements et des bottes en caoutchouc est nécessaire.
  - Eviter de se toucher la figure avec les mains contaminées par l'insecticide.
  - Se laver les mains et laver son linge à fond après les opérations de trempages.
- Enterrer le surplus d'insecticide et les emballages vides.

##### **➤ Matériels :**

La moustiquaire propre, l'insecticide, une cuvette ou un sac en plastique, éprouvette de mesures (100 ml ; et 1000 ml), savon, l'eau.

##### **➤ Mesurer l'eau :**

La quantité d'eau est calculée de la manière suivante : mesurer l'eau absorbée par une MI unique ; multiplier ce chiffre par le nombre de MI à tremper.

➤ **Mesurer l'insecticide :**

- Calculer la surface (S) d'une moustiquaire en m<sup>2</sup>; moustiquaire en forme carré  $S = C \times C$  ; rectangle  $S = L \times l$
- Multiplier la surface par le dosage cible en mg/m<sup>2</sup> ; on trouve ainsi la quantité d'insecticide pûr requise en mg (exemple : 12 m<sup>2</sup> x 200 mg/m<sup>2</sup> = 2400 mg)
- Diviser le resultat par la concentration d'insecticide en mg/ml (exemple : un concentré à 25 % contient 250 mg/ml ; on aura ainsi 2400mg ÷ 250 mg/ml = 9,6 ml). Avec plusieurs MI, ce resultat est multiplié par le nombre de MI.

➤ **Tremper les moustiquaires :**

- Avant de commencer le traitement, s'assurer que les moustiquaires sont sèches et propres.
- Tremper la moustiquaire complètement pendant quelques secondes.
- Essorer la moustiquaire pour retirer tout excédent de liquide.

➤ **Sécher la moustiquaire imprégnée :**

Etendre la moustiquaire à plat, plus tard vous pourrez ensuite suspendre la moustiquaire pour terminer le séchage.

**Technique de traitement :**

- **Test d'efficacité**

Le test d'efficacité est effectué en suivant exactement la même procédure que le test de rémanence. La différence est que dans le cas du test d'efficacité les moustiquaires sont neuves et non encore utilisées.

- **Pour le test rémanence nous avons suivi les étapes suivantes :**

Un nœud a été d'abord formé sur les moustiquaires imprégnées sélectionnées, de manière à avoir une poche dans laquelle nous avons introduit, à l'aide d'un aspirateur à bouche, 50 anophèles femelles (par lots de 25 moustiques)

Les moustiques ont été maintenus dans la moustiquaire imprégnée de Icon 10 cs et Icon 2,5 cs pendant 3 minutes. Ils ont été ensuite retirés pour les replacer



*Bréhima Diallo*

dans les pots de capture afin d'observer l'effet « knock down ». Celui-ci a été relevé et compté à la 10<sup>ème</sup>, 15<sup>ème</sup>, 30<sup>ème</sup>, 60<sup>ème</sup> minutes puis à 24 heures après le retrait.

Les moustiques ont enfin été gardés dans un pot de capture et nourris avec du coton imbibé de jus sucré à 5% pendant 24 heures et à la température ambiante. Une moustiquaire non imprégnée et neuve a été choisie comme moustiquaire témoin.

Le résultat a été porté sur une fiche technique comportant toutes les informations nécessaires pour le test, la température de la salle et l'humidité relative ont été relevées à l'aide d'un appareil.

## **Principe du test avec les moustiquaires**



**Fig 10 :** Transfert des moustiques avec l'aspirateur à bouche



**Fig 11 :** Transfert des moustiques dans la moustiquaire à l'aide d'un aspirateur à bouche.



**Fig 12 :** Retrait des moustiques après 3 minutes d'exposition.

*Bréhima Diallo*

## **5- Etude moléculaire de la population vectrice de Sélingué**

### **5-1- Identification des espèces *An. arabiensis* et *An. gambiae s.s* (Scott et al, 1993) :**

#### **5-1-1- Protocole d'extraction d'ADN du moustique**

Chaque moustique a été placé dans un tube eppendorf type 1,5ml contenant 25 µl de la solution tampon (flygrinding buffer). Le stock de 500ml de ce produit contenait :

0.08 M NaCl;

0.16 M Sucrose;

0.06 M EDTA;

25 ml de 0.5 X SDS;

Eau déionisée.

A l'aide d'un pilon stérilisé, le moustique a été écrasé et ensuite rincé avec 25 autres µl de la solution tampon, puis le schéma suivant a été suivi :

Le tube a été placé au bain-marie à 65°C pendant 30 mn pour inhiber l'activité des enzymes pouvant détruire l'ADN ;

Nous y avons ensuite ajouté 7µl d'acétate de potassium (pH 7.4). Le tube a été mis au frais (4°C) au réfrigérateur pendant 30 mn. Cette étape permet de précipiter les protéines ;

Après les 30 mn au frais, nous avons centrifugé le mélange à 14000 t/mn pendant 15 mn pour obtenir uniquement l'ADN surnageant ;

Le surnageant a été récupéré dans un nouveau tube eppendorf contenant déjà 100 µl d'éthanol à 100%. Après avoir bien mélangé, nous avons laissé agir l'éthanol, à la température ambiante pendant 5 mn. L'ajout de l'alcool a pour but de précipiter l'ADN au fond du tube ;

Pour obtenir un culot d'ADN, nous avons centrifugé la suspension à 14000 t/mn pendant 15 mn pour ensuite verser l'éthanol à 100% et ajouter à nouveau 100 µl d'éthanol à 70% frais pour laver l'ADN ;

Le tube a été de nouveau placé dans la centrifugeuse, à 14000 t/mn, mais cette fois-ci pendant 5 mn, puis l'éthanol 70% à été versé et enfin le culot d'ADN a été séché à la température ambiante ;

Bréhima Diallo

L'ADN a été suspendu avec 50 µl d'eau stérile et gardé à -20°C jusqu'à l'utilisation.

### 5-1-2- Paramètres d'amplification de l'ADN :

Nous avons amplifié nos échantillons par la PCR en prenant 12 µl du volume réactionnel

(13.013 µl) selon les concentrations des réactifs comme indiqué ci-dessous :

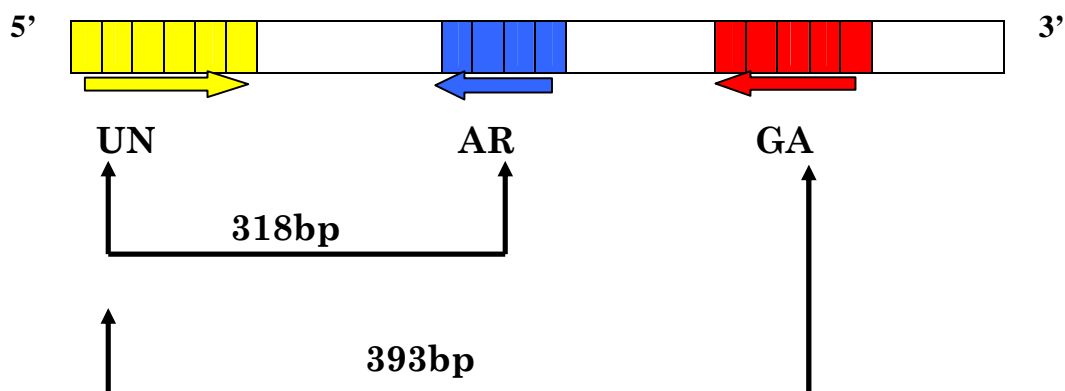
**Tableau 3 :** Concentration des réactifs à l'identification des espèces

*An. arabiensis* et *An. gambiae s.s.*

Réactifs	Concentration initiale	Concentration Finale
PCR Buffer (tampon)	10 X	1 X
DNTP	10 mM	0,2 mM
Mgcl <sub>2</sub>	50 mM	1,5 mM
Amorce GA	20 ng/µl	0,4 ng/µl
Amorce AR	20 ng/µl	0,4 ng/µl
Amorce UN	20 ng/µl	0,4 ng/µl
Taq polymérase	5 U/µl	1 U/µl

#### Cycle d'amplification:

Dénaturation: 94°C pendant 30 secondes ;  
Appariement : 50°C pendant 30 secondes ;  
Extension : 72°C pendant 30 secondes. } Ce cycle est répété 30 fois.



**Figure 13 :** place des amorces sur le Gène Intergenic Spacer (IGS) de l'ADN ribosomal (ADN r).

**Légende :**

→ **UN :** amorce universelle pouvant amplifier la partie IGS du complexe

→ **AR :** Amorce spécifique à *Anophèles arabiensis* (318bp)

→ **GA :** Amorce spécifique à *Anophèles gambiae s.s* (393bp)

**Tableau 4 :** séquences nucléotidiques des amorces utilisées dans l'identification des espèces d'*An. gambiae s.l.*

Amorces	Séquences des amorces
UN	5-GTGTGCCCTTCCTCGATGTG-3'
AR	5'-GTGTGCCCTTCCTCGATGTG-3' 5'-TGGTATGGAGCGGGACACGTA-3'
GA	5'-GTGTGCCCTTCCTCGATGTG-3' 5'-GACCGTGCGGACCACACCAG-3'

**5-1-3- Electrophorèse de l'ADN**

**5-1-4- Préparation du gel :**

Pour avoir un gel à 2 % d'agarose dans 100 ml de TBE 0,5x que nous avons placé au four à micro- ondes pendant 2 mn ; nous y avons ajouté 5 µl de bromure d'éthidium 10 mg/ml pour obtenir une concentration de 0,5 mg/ ml de gel d'agarose.

Puis nous avons coulé le gel dans la moule portant les peignes en prenant soin de bien dégager les bulles d' air , nous avons ensuite attendu que le gel se polymérise avant de le transférer dans le bac contenant le tampon TBE à, 0,5x comme électrolyte.

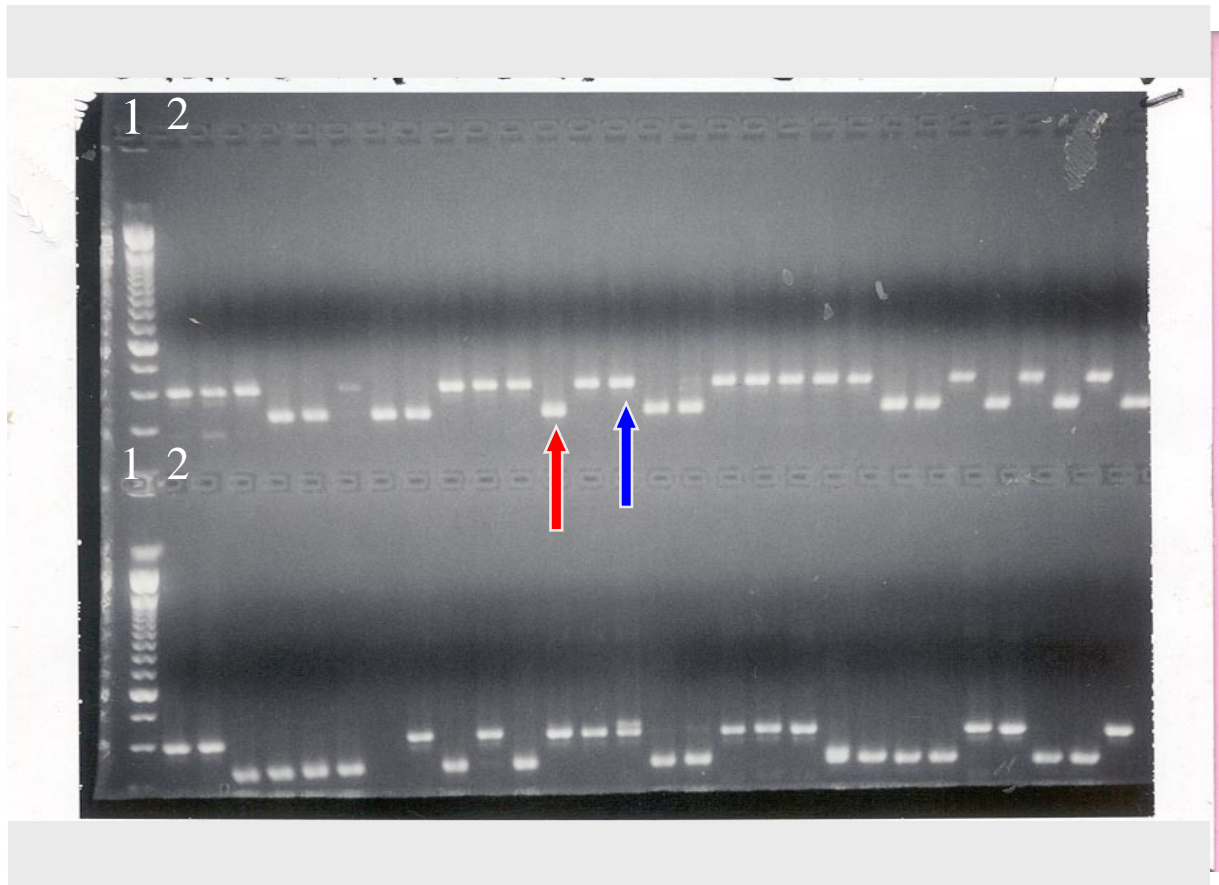
A fin d'apercevoir les traces d'ADN, nous avons mélangé les 12 µl de l'ADN amplifié à 2 µl loading buffer (sucrose + bleu de bromothymol), avant de loger dans les puits du gel; la migration à été conduite sous un courant de 150 volts

*Bréhima Diallo*

pendant une heure, à l'aide d'un générateur «Electrop horesis power supply- EPS301» (amersham pharmacia biotech).

Après la migration, les bandes ont été visualisées à l'aide d'une boîte à UV et ensuite photographiées par une camera quick shooter (IBI, model QSP/Hood# 14, catalog N° 46420).

La taille des produits amplifiés a été estimée grâce à la présence des standards ayant des poids moléculaires connus (100 bp DNA Ladder, Invitrogen Ready load TM, cat. N°10380012. L'interprétation consiste à identifier les espèces en fonction des niveaux de migration des bandes : 393 bp pour *An. gambiae s.s.* et 318 bp pour *An. arabiensis*.



**Figure 14 : Identification des espèces sur un gel d'agarose**

**Légende :** Dans les 1<sup>er</sup> puits des 2 rangées se trouvent le marqueur ;

Les bandes en avance sont les *arabiensis* (exemple : flèche en rouge) ;

Les bandes en arrière sont des *gambiae s.s* (exemple : flèche en bleu).

## 5-2- Identification des formes moléculaires d'*An gambiae s.s* (Favia et al., 2001)

Les extraits d'ADN sont ceux obtenus depuis la réaction d'identification des espèces de *An. gambiae s.s.*

### 5-2-1- Paramètres d'amplification de l'ADN :

Nous avons amplifié nos échantillons par la PCR en prenant 24 µl du volume réactionnel selon les concentrations des réactifs comme indiqué ci-dessous

**Tableau 5 :** Concentration des différents réactifs nécessaires à l'identification des formes moléculaires de l'espèce *An. gambiae s.s.*

Réactifs	Concentration initiale	Concentration finale
PCR Buffer	10 X	1 X
DNTP	50 mM	2 mM
Mgcl <sub>2</sub>	10mM	1.5 mM
For	100 µM/µl	2 µM/µl
Rev	100 µM/µl	2 µM/µl
Amorce Mopti	100 µM/µl	1.6 µM/µl
Amorce Bamako/Savane	100 µM/µl	1 µM/µl
Taq polymérase	5 U/µl	0.05 U/µl

### Cycle d'amplification :

94°C pendant 10 minutes ;

Dénaturation : 94°C pendant 30 secondes ;

Appariement : 65°C pendant 30 secondes ;

Extension : 72°C pendant 30 secondes ;

72°C pendant 7 minutes ;

Conservation à 4°C.

**Tableau 6 :** Séquences nucléotidiques des amorces utilisées pour l'identification des formes moléculaires d'*An gambiae s.s.*

Amorces	Séquences des amorces
<b>For (aller)</b>	5'-GCCAATCCGAGCTGATAGCGC-3'
<b>Rev (retour)</b>	5'-CGAATTCTAGGGAGCTCCAG-3'
<b>Mopt</b>	5'-GCCCCTTCCTCGATGGCAT-3'
<b>B/S</b>	5'-ACCAAGATGGTTCGTTGC-3'

### 5-2-2- Electrophorèse de l'ADN :

La même technique a été appliquée confère chapitre 5-1-3



**Fig 15 :** Photo d'identification des formes moléculaires d'*An. gambiae s.s* sur un gel d' agarose après 1h 30 mn de migration

**Legende :** Puit 1 : marqueur moléculaire de taille 1 kb (M)

**Puit 2 :** Contrôle "M"

**Puit 3 :** Contrôle "S"

**Puit 4 :** Contrôle négatif



### **5-3- Caractérisation moléculaire du gène kdr (Martinez Torres et al, 1998)**

#### **5-3-1- Paramètres d'amplification de l'ADN :**

Les échantillons sont amplifiés par la PCR en prenant 12 µl du volume réactionnel (49 µl) selon les concentrations des réactifs comme indiqué ci-dessous

**Tableau 7 :** Concentration des réactifs nécessaires à la caractérisation du gène kdr.

<b>Réactifs</b>	<b>Concentration initiale</b>	<b>Concentration finale</b>
<b>PCR Buffer</b>	10 X	1 X
<b>DNTP</b>	10 mM	0,2 mM
<b>Mgcl<sub>2</sub></b>	50 mM	1,5 mM
<b>Amorce Ag D1</b>	100 µM/µl	0,4 µM/µl
<b>Amorce Ag D2</b>	100 µM/µl	0,4 µM/µl
<b>Amorce Ag D3</b>	100 µM/µl	0,5 µM/µl
<b>Amorce Ag D4</b>	100 µM/µl	0,5 µM/µl
<b>Taq polymerase</b>	5 U/µl	0.02 U/µl

Cycle d'amplification:

95°C pendant 5 minutes ;

94°C pendant 1 minute ;

48°C pendant 1 minute ;

72°C pendant 2 minutes ;

72°C pendant 10 minutes ;

4°C température de conservation des amplifiants.

#### **5-3-2- Electrophorèse de l'ADN :**

La même technique a été appliquée confère chapitre 5-2-4. Après la migration, les allèles sont déterminés par la taille de leurs bandes et en fonction de celle du marqueur (100 bp DNA Ladder, Invitrogen Ready-Load™, Cat.No.10380-012).

#### **5-3-3- Interprétation :**

*Bréhima Diallo*

Elle se fait en fonction de la présence du contrôle 293 bp et de l'un des deux allèles qui sont : résistant (kdr) avec 195 bp ou sensible (kdr) 137 bp.

#### **5-4- Analyse des données**

Les tableaux et figures ont été réalisés à l'aide du logiciel Excel

##### **5-4-1 Test de sensibilité aux insecticides**

###### **5-4-1-1- Effet knock-down**

Le pourcentage des moustiques kd en fonction du temps a été calculé et enregistré sur les fiches techniques (voir annexes).

Le temps de knock-down ou effet choc est le temps théorique après lequel un moustique exposé à une dose ou concentration déterminée est assommé, ainsi le KDT50 est le temps théorique pendant lequel 50 % des moustiques exposés à une concentration donnée sont assommés.

###### **5-4-1-2- Sensibilité d'*An.gambiae s.l* aux insecticides**

Les recommandations de l'OMS quant à l'interprétation des résultats ont été adoptées : on parle de **sensibilité des moustiques** si le pourcentage de mortalité est compris entre **98-100 %** ; **résistance possible 80-97 %** ; et **résistance confirmée** si ce taux est **inférieur à 80 %**.

## VI- RESULTATS

### 1- Test de sensibilité avec les différents produits utilisés

Tableau 8 : Test de susceptibilité des larves d' *An.gambiae* avec Actellic 50 EC

Actellic 50 EC	Concentrations g/l	Nombre testés	Durée d'expo	Nombres morts	Mortalité (%) après 24 heures
<b>Larves de moustiques testées</b>					
16/02/05	5 g/l	200	1 h	200	100
17/02/05	2,5 g/l	200	1 h	200	100
25/02/05	1,6 g/l	200	1 h	200	100
<b>Larves de moustiques témoins</b>					
16/02/05	0g/300 ml d'eau	50	24 h	1	2
17/02/05	0g/300 ml d'eau	50	24 h	2	4
25/02/05	0g/300 ml d'eau	50	24 h	0	0

Au total trois tests sont effectués à des concentrations différentes avec Actellic 50 EC (pirimiphos-methyl). Le nombre de larves testées était de 200 pour les bols tests et 50 pour les bols témoins. A chaque test on faisait varier la concentration, d'abord on est parti avec 3 ml du produit actif pour 300 ml d'eau, puis 1.5 et 1 ml pour 300 ml d'eau. La durée d'exposition était d'une heure de temps. Après ce temps la mortalité était de 100%, et elle reste inchangée après 24 heures (temps d'observation). Au niveau des témoins seulement 2% (n=50) et 4% (n = 50) de mortalité étaient observées respectivement au premier et au deuxième test.

**Tableau 9** : récapitulatif des différents tests de sensibilité d'*An. gambiae s.l* effectués entre avril 2005 et septembre 2005 avec les cases à Banambani

Cases	Moustiques lâchés	Mortalité après 1 h		Mortalité après 24 h	
		N	%	N	%
<b>Témoins</b>	450	0	0	6	1,3
<b>Bistar wp</b>	800	800	100	800	100
<b>Icon 10 wp</b>	800	800	100	800	100

Avec une dose de 100 mg/kg et après 1 heure d'exposition il a été trouvé une mortalité égale à 100 % avec Icon 10 wp et avec Bistar wp. Il a été observé une mortalité de 1,3 % (N = 6) chez les témoins.

**Tableau 10** : récapitulatif des différents tests de sensibilité d'*An. gambiae s.l* effectués entre avril 2005 et septembre 2005 avec les cages à Banambani.

Cages	Moustiques lâchés	Mortalité après 1 h		Mortalité après 24 h	
		N	%	N	%
<b>Témoin</b>	525	0	0	4	0.76
<b>Bistar wp</b>	850	850	<b>100</b>	850	<b>100</b>
<b>Icon 10wp</b>	850	850	<b>100</b>	850	<b>100</b>

Le test s'est déroulé dans la salle insecticide du mois d'avril 2005 à septembre 2005 sur 850 moustiques au total. Le produit était dosé à 100 mg/kg. Après 1 heure d'exposition on a trouvé une mortalité égale à 100 % avec Icon 10 wp et avec Bistar wp. Sur 525 moustiques témoins utilisés, après 24 heures, la mortalité était de 0.76 %

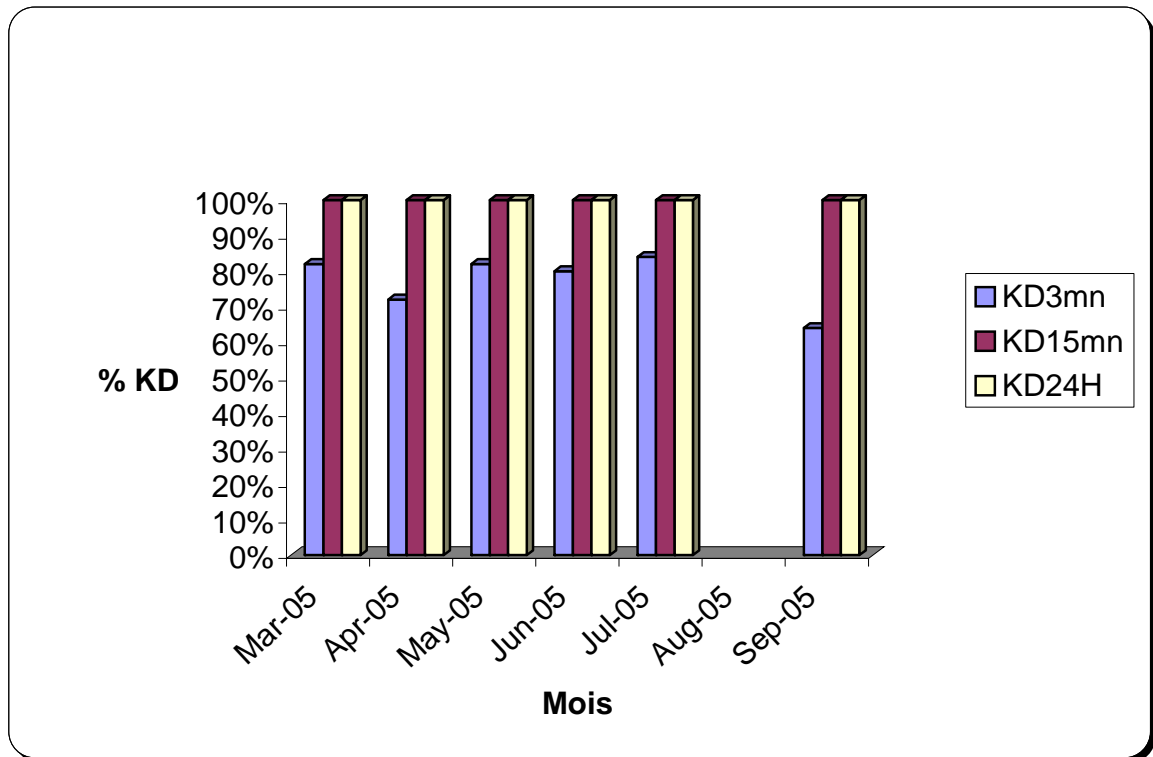
**Tableau 11:** Récapitulatif des tests effectués avec la moustiquaire sur le complexe *An.gambiae*

Moustiquaires 2.5 cs (Nylon)	Dates	Nbre de moustique (N)	Nbre KD au retrait	NbreKD après			Mort Après 24 h	Mort En %
				15 mn	30 mn	60 mn		
<b>Testées (Dosage 0,6 mg/m<sup>2</sup>)</b>	21/03/05	50	41	50	50	50	50	100
	16/04/05	50	36	50	50	50	50	100
	31/05/05	50	41	50	50	50	50	100
	06/06/05	50	40	50	50	50	50	100
	11/07/05	50	42	50	50	50	50	100
	15/09/05	50	32	50	50	50	50	100
<b>Témoins</b>	21/03/05	50	0	0	0	0	0	0
	16/04/05	50	0	0	0	0	2	4
	31/05/05	25	0	0	0	0	0	0
	06/06/05	25	0	0	0	0	1	2
	11/07/05	25	0	0	0	0	0	0
	15/09/05	25	0	0	0	0	1	2

N = nombre de moustiques testés

**NB :** temps d'exposition a été de 3 mn

Le test de susceptibilité du complexe *An. gambiae* avec la moustiquaire imprégnée de l'Icon 2.5 cs était réalisé de mars 2005 à septembre 2005. La dose du produit (lambdacyalothrine) utilisé était 0,6 mg/m<sup>2</sup> avec 50 moustiques par moustiquaire et par test (réparti en deux lots de 25 chacun). Le nombre de moustiques au niveau des témoins variait parfois de 25 à 5. Cela était dû à la présence ou non de moustiques en quantité suffisante. On constate également qu'au retrait plus de 50% des moustiques testés étaient assommés, à 15 mn déjà les 50 moustiques testés sont assommés La mortalité après 24 heures était égale à 100% dans tous les cas.



**Figure 16 :** Le pourcentage des moustiques assommés (KD) en fonction du temps avec Icon 2,5 cs.

Le temps de knock down variait dans tous les temps pour le KD 3 mn entre (62-85%). Cependant ceci était de 100 % pour les KD 15 mn et KD 24 h sur l'ensemble des tests réalisés.

Bréhima Diallo

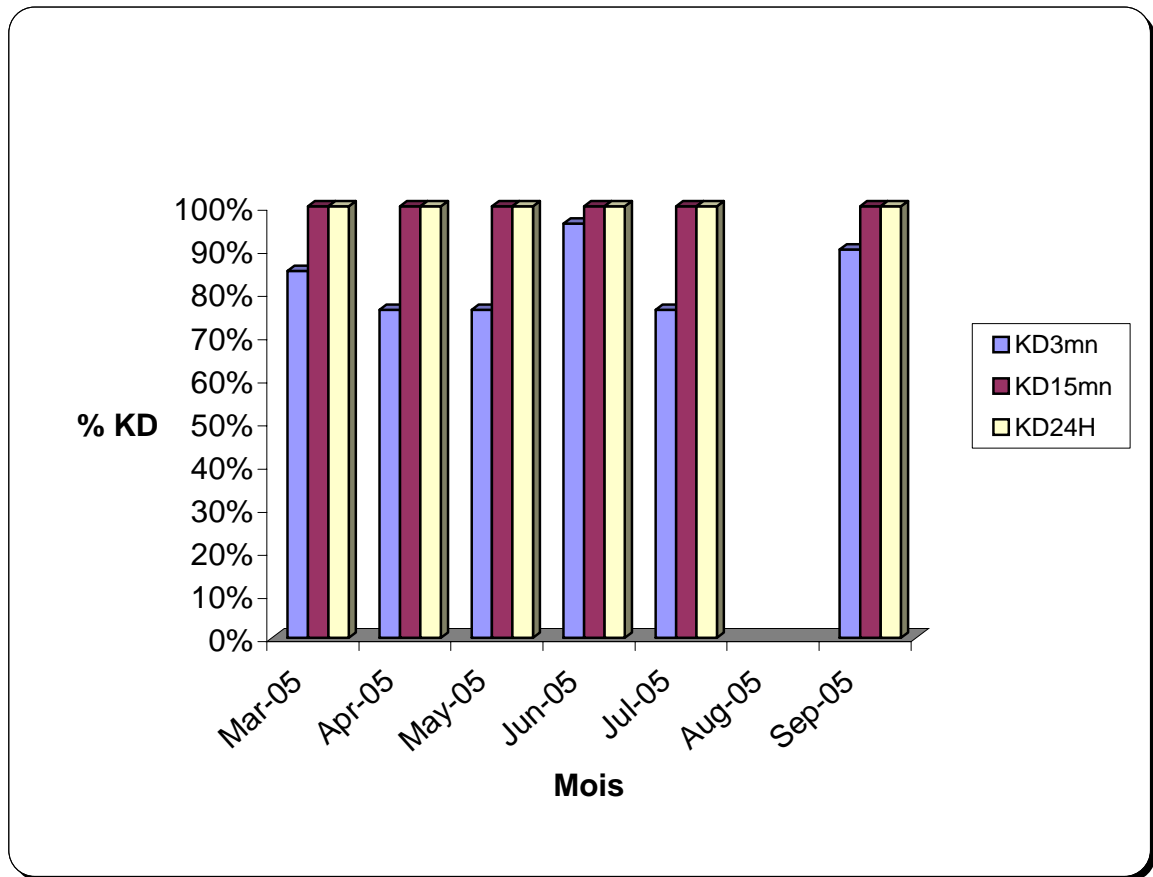
**Tableau 12** : Récapitulatif des tests effectués avec la moustiquaire sur le complexe *An.gambiae*

Moustiquaires 10cs (Nylon)	Dates	Nbre moustique	Nbre KD au retrait	Nbre KD après			Mort Après 24 h	Mort En %
				15 mn	30 mn	60 mn		
<b>Testées (Dosage 0,15 mg/m<sup>2</sup>)</b>	21/03/05	50	42	50	50	50	50	100
	16/04/05	50	38	50	50	50	50	100
	31/05/05	50	38	50	50	50	50	100
	06/06/05	50	48	50	50	50	50	100
	11/07/05	50	38	50	50	50	50	100
	15/09/05	50	45	50	50	50	50	100
<b>Témoins</b>	21/03/05	50	0	0	0	0	0	0
	16/04/05	50	0	0	0	0	2	4
	31/05/05	25	0	0	0	0	0	0
	06/06/05	25	0	0	0	0	1	2
	11/07/05	25	0	0	0	0	0	0
	15/09/05	25	0	0	0	0	1	2

N = nombre testé

**NB** : temps d'exposition a été de 3 mn

Pour une durée d'exposition de 3 mn (n = 50), on a constaté que 100 % des moustiques étaient assommés 15 mn après le retrait. Notons que ce taux était supérieur à 50 % à la fin de l'exposition.

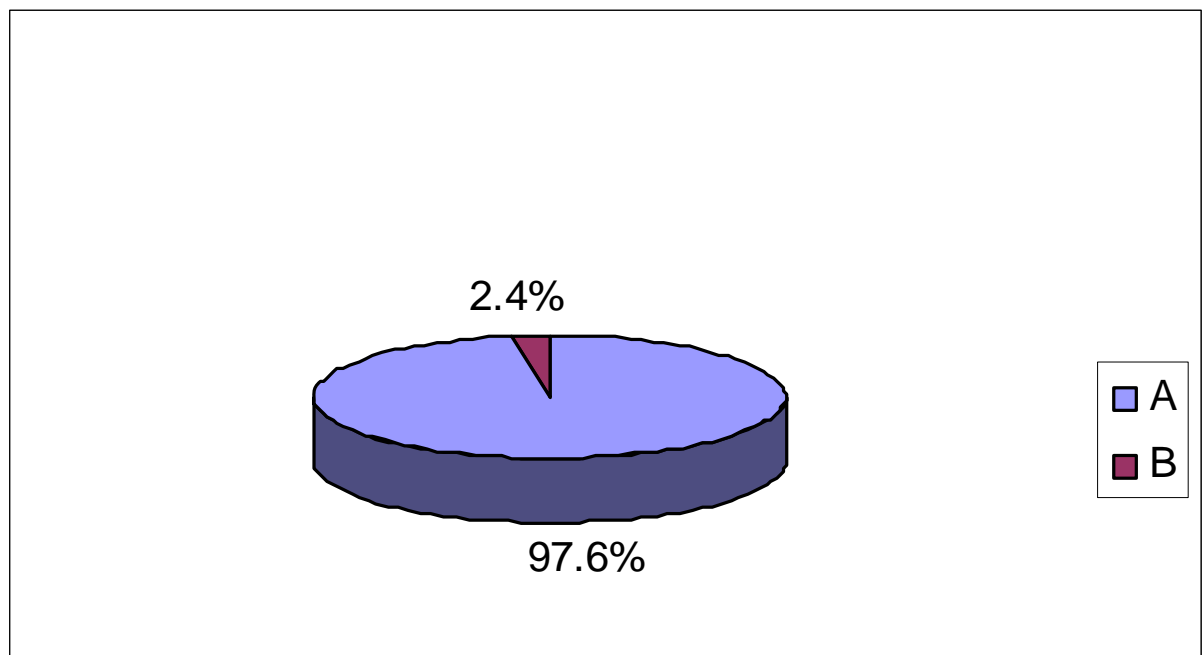


**Figure 17 :** le pourcentage de moustiques assommés en fonction du mois dans la localité de Sélingué

Le temps de knock down était de 100 % avant 15 mn et à 24 h. Cependant ce taux variait entre 70-90 % après 3 mn d'exposition.

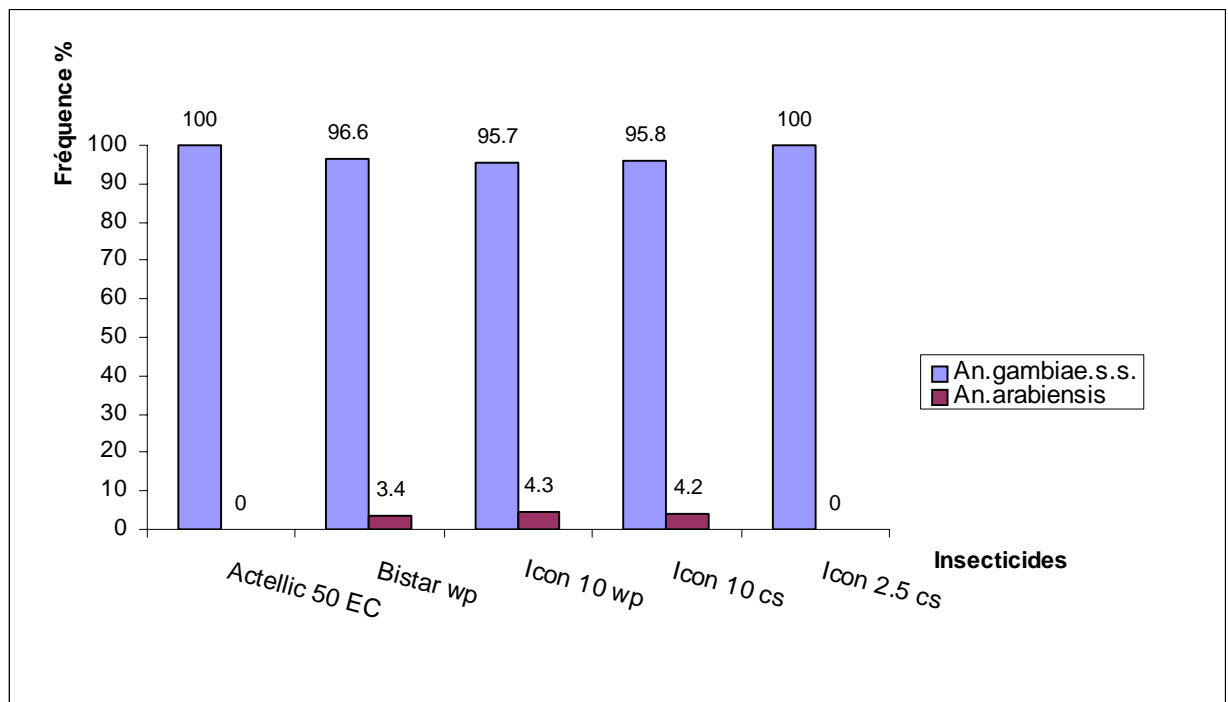


## 2 - Identification des espèces et des formes moléculaires par la technique de PCR



**Figure 18 :** La Fréquence du complexe *Anopheles gambiae* dans la localité de Sélingué

Sur un total 698 moustiques identifiés, 97,6 % étaient des *gambiae s.s* et 2,4 % *An. arabiensis*. Chi carré = 16,747 ; ddl = 4 ; P = 0,027 ; il y'a une différence significative entre les deux espèces.



**Figure 19** : la fréquence des espèces testées aux différents insecticides dans la localité de Sélingué.

A Sélingué la fréquence des espèces testées par insecticides variait de 3,4-4,3 % pour *An. arabiensis* et de 95,7-100 % pour *An. gambiae s.s.*

**Tableau 13** : Formes moléculaires des espèces testées dans la localité de Sélingué.

Formes Insecticides	Forme "M"		Forme "S"		Total
	n	%	n	%	
Actellic 50 EC	138	98.57	2	1.43	140
Bistar WP	134	95.04	7	4.96	141
Icon 10 WP	130	96.30	5	3.70	135
Icon 10 CS	120	96.00	5	4.00	125
Icon 2.5 CS	113	98.26	2	1.74	115
<b>Total</b>	<b>635</b>	<b>96.80</b>	<b>21</b>	<b>3.20</b>	<b>656</b>

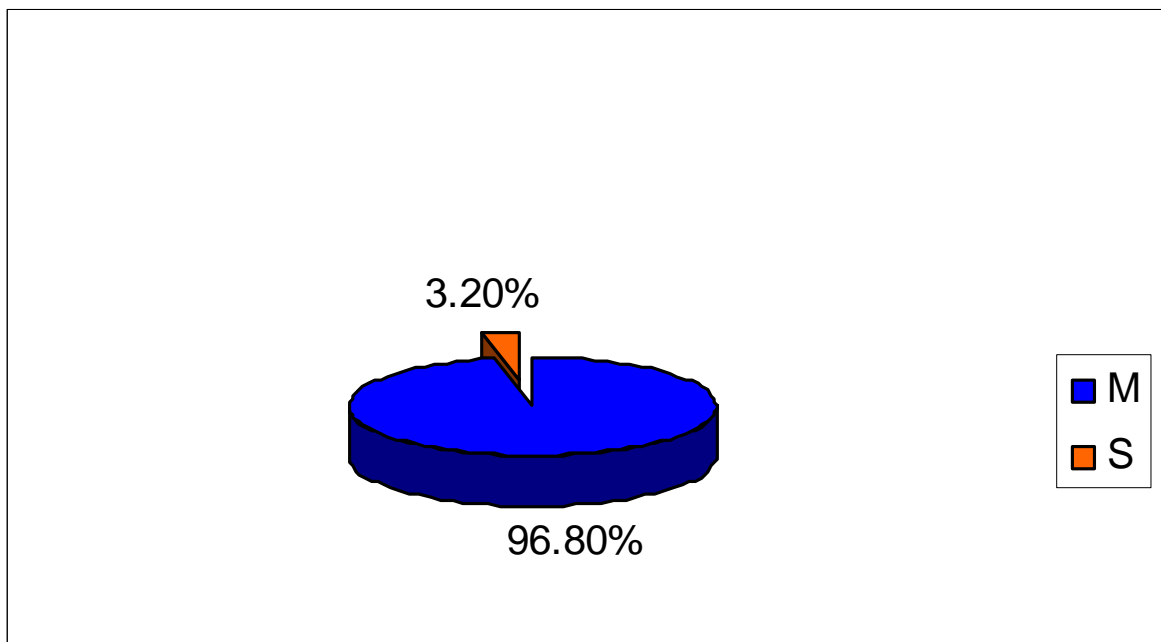
*Bréhima Diallo*

Chi carré = 4,472 ; ddl = 4 ; P = 0,383 ; il n'y a pas de différence significative entre les 2 formes moléculaires

**% = pourcentage de moustiques testés, n = nombre de moustique**

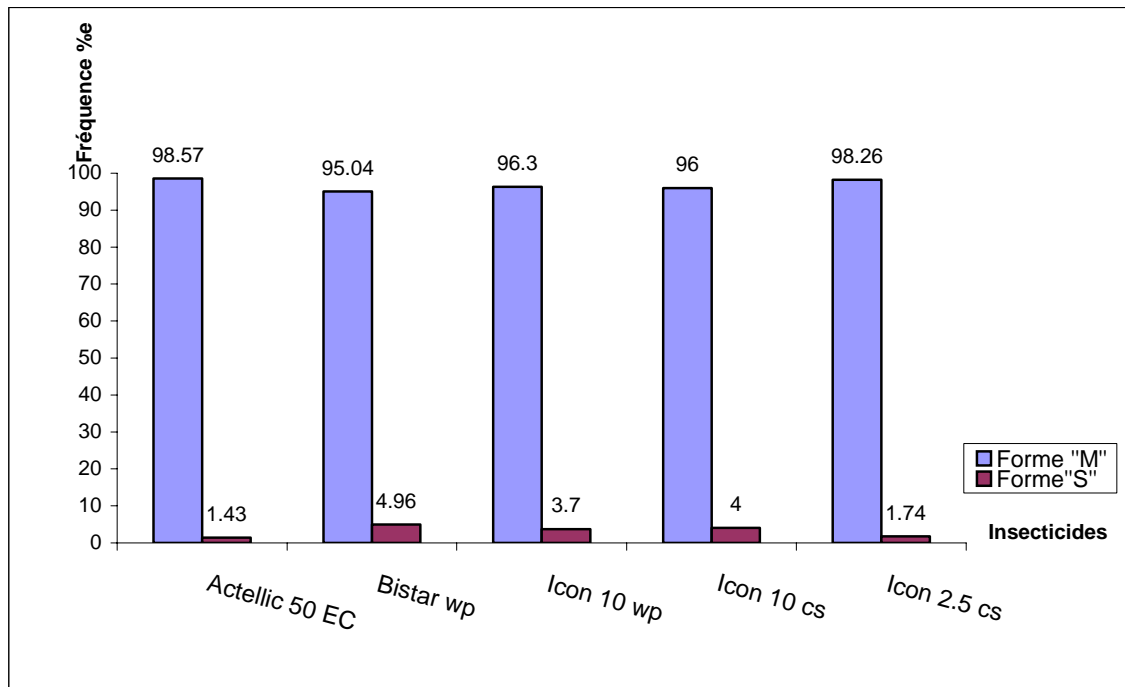
**M = Forme "Mopti", S = Forme "Savane"**

Sur 750 moustiques traités avec tous les insecticides confondus seulement les formes moléculaires de 656 ont pu être déterminées, dont 635 moustiques pour la forme "M" (soit 96.80%) et 21 moustiques la forme "S" (soit 3,20%). Selon ce résultat on peut dire que la forme "M" est la plus dominante et "S" est en minorité.



**Figure 20 :** La fréquence des formes moléculaires testée dans la localité de Sélingué

Parmi les populations moléculaires testées, **la forme "M"** était représentée à **96,80 %** et la **forme "S" 3,20 %**.



**Figure 21** : Fréquence des formes moléculaires testées aux différents insecticides

Dans la localité de Sélingué la fréquence des formes moléculaires par insecticide variait de 1,3-4,96 % pour la forme "S" et de 95,04-98,57 % pour la forme "M".

## VII- COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

Notre étude sur six mois a utilisé uniquement des moustiques adultes et des larves d'*An. gambiae s.l.* issus de l'élevage à l'insectarium. Les espèces d'*An. funestus* n'ont pas été utilisées au cours de cette étude, parceque au moment la capture des moustiques ils n'ont pas été retrouvés dans les maisons habitées à Sélingué

Deux aspects essentiels justifient le choix des sites de notre étude:

- L'utilisation intensive des pesticides par la population sur le périmètre irrigué de Sélingué qui pourrait entraîner l'apparition des souches résistantes aux différents insecticides utilisés.
- Banambani a été choisi à cause de l'accès facile en toute saison, de sa proximité avec Bamako, mais aussi de la bonne collaboration entre le village et le MRTC qui par le passé a servi de site pour d'autres études.

Actellic 50 EC, qui est un organophosphoré utilisé comme larvicide, a donné également de bons résultats. Nous avons observé une mortalité de 100% aux trois tests effectués (200 larves par tests) après une heure d'exposition. Ces résultats diffèrent de celui de Bah en 1998 qui avait utilisé des larvicides à base de plantes (*Boscia senegalensis*, *Glinus oppositifolius*, et *Limeum pterocarpum*). Les mortalités constatées par Bah variaient de 1-6 % inférieures à ceux que nous nous avons trouvé au cours de nos tests. Cette différence de mortalité pourrait s'expliquer par la dose du produit utilisé.

Dans le but de confirmer les résultats obtenus sur le terrain (avec les cases où la mortalité était de 100 % dans tous les cas) nous avons effectué d'autres tests avec Bistar wp et Icon wp. Les résultats ont donné 100% de mortalité par cage test. Bien que notre étude soit expérimentale les résultats vont dans le même sens que ceux de Ijumba (1991) en Tanzanie après pulvérisation des murs, où il y avait une disparition de *An. funestus* dans le village (cette disparition de l'*An. funestus* peut s'expliquer par le fait que ce vecteur est endophile) et *An gambiae* n'était plus rencontré dans les maisons.

*Bréhima Diallo*

Icon 10 CS et 2.5 CS (lambdacyhalothrine) ont donné pratiquement le même pourcentage de mortalité du début jusqu'à la fin du test, seulement la différence se situe à deux niveaux :

- la dose du produit actif à prélever (0.6 ml/m<sup>2</sup> pour Icon 2.5 CS et 0,15 ml/m<sup>2</sup> pour Icon 10 CS).

- et le KDT avant 15 mn, après ce temps la mortalité concorde dans les deux cas avec un taux de mortalité de 100 %. Cette valeur est supérieure à celle de Cissouma qui avait trouvé une faible résistance avec la lambdacyhalothrine (papier imprégné), respectivement 80 % et 78,75 % à Pimpérena et à Banambani cela pourrait s'expliquer par la dose du produit et la méthode de test utilisée. Une étude réalisée en Tanzanie après 15 mois d'utilisation des moustiquaires traitées avec Icon CS (10 mg/m<sup>2</sup>) a montré que celles-ci étaient toujours plus efficace contre *An. gambiae* que des moustiquaires imprégnées avec d'autres pyréthriinoïdes tels que la Deltaméthrine SC et Etofenprox EC (Curtis et *al.*, 1996). Diarrassouba en 2002 avec la Deltaméthrine, avait trouvé une mortalité de 98,8% avant utilisation des moustiquaires et 96,4 % après 6 mois d'usage. Ces valeurs sont inférieures à celles que nous avons trouvées où la mortalité est restée constante (100 %) du premier test au dernier test (après 6 mois).

Un essai effectué sur terrain dans la province d'Apayo aux Philippines en 1985, a révélé que les moustiquaires traitées avec Icon CS (10 mg/m<sup>2</sup>) étaient efficaces contre les vecteurs du paludisme (Quilala et *al.*, 1996). En 1998, Bah avait trouvé une mortalité de 100 % avec des moustiques exposés à la lambdacyhalothrine. Ces résultats sont conformes avec les nôtres (mortalité 100 %).

Nous avons déterminé également au cours de nos tests le temps de knock down à la 15<sup>ème</sup>, 30<sup>ème</sup>, et à la 60<sup>ème</sup> minutes après retrait. Le KDT100 a été observé avant la 15<sup>ème</sup> mn avec les deux insecticides (Icon 10 CS et Icon 2,5 CS). Ces résultats sont concordants avec ceux de Diarrassouba en 2002 où le KDT90 est obtenu avec tous les pyréthriinoïdes (Deltaméthrine 0,05 %, Permethrine 0,75 %, Deltaméthrine 0,05 %, Permethrine 0,75 %, Deltaméthrine 0,05 %, Permethrine 0,75 %).

*Bréhima Diallo*

Lambda-cyhalothrine 0,05 %) avant la 15<sup>ème</sup> minute, et il était voisin de 100 % avant la 60<sup>ème</sup> minute.

De nombreuses études ont montré que le KDT constitue un bon paramètre pour mesurer l'efficacité d'un insecticide, et que la baisse de cet effet est un excellent index permettant de déceler une résistance précoce des insectes à une substance donnée (Chandre et *al*, 1999) et (Diabaté et *al*, 1999), (T.Baldet et *al*, 2001).

Les résultats obtenus montrent à suffisance l'efficacité de la lambda-cyhalothrine qui est un pyréthrianoïde de dernière génération.

L'identification des espèces par la PCR a donné 97,6 % *An. gambiae* s.s. et 2,4 % d'*An. arabiensis* sont conformes avec ceux de Diarrassouba avec la même localité 96 % et 4%. L'étude a montré également que la fréquence de la forme "M" était plus dominante que celle de "S" (96,8 % n= 635 ; et 3,2 % n=21) différent de celles de Diarrassouba qui avait trouvé respectivement 85,7 % et 14,3 %.

## **VIII- CONCLUSION**

Parmi les différents tests de susceptibilité effectués, les résultats obtenus montrent que le complexe *An.gambiae* était sensible aux différents pyréthrinoïdes de synthèse (lambdacyhalothrine, et la bifenthrine): Icon 10 cs ; Icon 2.5 cs ; Icon 10 wp ; Bistar wp avec une mortalité de 100 % des moustiques testés du 1<sup>er</sup> mois jusqu'au 6<sup>ème</sup> mois.

L'étude de la population vectrice a montré que le complexe *An.gambiae* était composé de 97,6 % d'*Anophèles gambiae s.s* et 2.4 % d'*Anophèles arabiensis*. Parmi les formes moléculaires, la forme "M" était la plus dominante avec 96,80 % et la forme "S" 3,20 %.

Aucune résistance n'a pu être observée au cours de cette étude ni avec les larves, ni avec les moustiques. Les résultats obtenus avec les différents insecticides prouvent toute l'efficacité de ces produits par conséquent ils peuvent être homologuer au Mali mais tout en contrôlant périodiquement leurs effets pour la surveillance de la résistance.



*Bréhima Diallo*

## **IX- RECOMMANDATIONS**

Nos résultats permettent de suggérer :

**Au programme national de lutte contre le paludisme** de continuer l'imprégnation des moustiquaires avec les pyrethrinoides qui demeurent efficaces contre le complexe *An.gambiae* au Mali.

De vulgariser la pulvérisation des murs dans la lutte anti-vectorielle par les pyréthrinoïdes, technique méconnue par la grande majorité de la population.

### **Aux chercheurs :**

De tester la sensibilité des vecteurs à de nouvelles molécules ou à des associations de molécules.

D'effectuer des tests périodiques de sensibilité pour la détection précoce de la résistance.

### **Aux autorités compétentes :**

De réglementer l'utilisation des insecticides en agriculture par la rotation dans le temps et dans l'espace des produits ou en les mélangeant.

### **Aux populations rurales :**

D'utiliser uniquement des insecticides indiqués par des services habilités à cet effet, afin d'éviter leur utilisation anarchique, principal facteur favorisant l'apparition de la résistance.

## **X- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- 1- Adamou, Abdoulaye. Contribution des espèces vectrices à la transmission du paludisme et le diagnostic du gène kdr de résistance kdr chez les formes chromosomiques d'*An.gambiae s.s* à Donéguébougou (arrondissement de Kati). Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie, 2003, Bamako, Mali.
- 2- Anonyme, 1992. Déclaration mondiale sur la lutte antipaludique, conférence ministérielle d'Amsterdam, OMS.
- 3- Anonyme, 1996. Rapport d'une réunion, OMS/CTD/TDR du Siège et Bureau Régional de l' OMS pour l'Afrique, Brazzaville.
- 4- A. Diabaté, T Baldet, F Chandre, M. Akogbeto, P. Guillet, T.R. GUIGUEMDE, J.M. HOUGARD. Impact des variations spacio-temporales chez *An.gambiae* et les formes moléculaires sur l'état de la résistance aux pyrethrinoides et au DDT au Burkina Fasso. Rapport MIM/AFRO/OMS/TDR, Hararé 2001.
- 5- Ag Iknane A., Diabaté M. A., Le Borgne S., 1996. Plan Q quinquennal de Développement Socio- Sanitaire de la Zone Sanitaire de Sélingué : 1990-1994, Analyse de Situation
- 6- Akegbeto M., Nahum A. Impact des moustiquaires imprégnées de deltamethrine sur la transmission du paludisme dans un milieu côtier lagunaire, Bénin. Bull Soc Pathol Exot, 1996, 89, 291-298.
- 7- Akogbeto. M et S. Yacoubou, mars 1999. Résistance des vecteurs du paludisme vis-à-vis des pyréthrinoïdes utilisés pour l'imprégnation des moustiquaires au Bénin, Afrique de l'Ouest. Manuscrit n°1913. "Entomologie médicale". Reçu le 12 novembre 1997. Accepté le 23 mars 1999.

*Bréhima Diallo*

8- Alonso P L et al (1991). The effect of insecticide-treated bednets on mortality of Gambian children. *The lancet* 337 p1499-1502.

9- Bettolo Martini, G.B., Galeffi, C. The New approaches to utilization of plants in the preparation of pharmaceuticals and insecticides, *Fiterapia*, Volume LIX, N°3 p 179-203., 1988.

10- Binka F N et al (1996). Impact of permethrin impregnated bednets on child mortality in kassena-Nankana district, Ghana: a randomised controlled trial. *Trop. Med. Int. Health* 1. N°. 2P147-154.

11- Charwood J D et al., (1995). A field trial with lambda-cyhalothrin (ICON) for intradomicilliary control of malaria transmission by *Anopheles darlingii* in Rondoni, Brazil. *Acta Tropica*. 60 p3-13.

12- Chandre F., Baldet T., Hemingway J., Koffi A.A., Tia E., Diabaté A., Yacoubou S., Masendu R., Darriet F., Hougard J.M., Carnevale P., Guillet P., Akegbeto M. 2000, Rapport MIM/AFRO/OMS/TDR, 2001.  
Usage des insecticides en agriculture et résistance des vecteurs du paludisme en Afrique.

13- Chandre F., Darriet F., Manga L., Akogbeto M., Faye O., Mouchet J., et Guillet P., *Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé*, recueil d'articles N°1, 77(3) ; 230-234,1999  
Situation de la résistance aux pyrethriinoïdes chez *Anopheles gambiae* sensu lacto.

14- Carnavale P, Robert V, Boudin C, Halma JM, Pazart LH, et al.  
La lutte contre le paludisme par des moustiquaires imprégnées de pyrethriinoïdes au Burkina Fasso. *Bull Soc Pathol Exot*,1988, 81, 832-842.

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

15- Coulibaly M.B., Bah B., Dolo G., Babayoko M., Sogoba N., Traoré S.F., Bouaré M., Dao A., Niaré O., Sakai R., Touré Y.T., 1998. Rapport MIM/AFRO/OMS/TDR, 2001.

Sensibilité/résistance aux insecticides des *Anophèles gambiae s.l.* au Mali.

16 Diarrassouba, Fatoumata. Sensibilité des vecteurs du paludisme au DDT et aux Pyrethrinoïdes préconisés pour l'imprégnation au Mali. Thèse de Doctorat en Pharmacie, 2002, Bamako, Mali.

17- Doumbia, S.,

Contribution à l'étude épidémiologique du paludisme, des bilharzioses et des parasitoses intestinales dans un quartier peri-urbain de Bamako : Banconi.

Thèse de Médecine, 1989, Bamako. ENMP. Bamako

18- Elissa N *et al.* Resistance of *Anopheles gambiae s.s.* to pyrethroids in Côte d'Ivoire. Annales de la société belge de Médecine tropicale, 1993, 73 (4) : 291-294

19- Etang J, Manga L., Chandre F., Toto J.C., Guillet P., Fondjo E., Fontenille D., 2000, Rapport MIM/AFRO/OMS/TDR, 2001 Evaluation de la sensibilité des *An. gambiae* au DDT et aux pyrethrinoïdes au Cameroun.

20- EDS-III/CPS/DNSI, Juin 2002. Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat

21- Fanello C., V. Petracca, A. Della Torre, Distribution du gène kdr dans les formes chromosomiques et moléculaires d'*An.gambiae s.s* en Afrique Occidentale. Rapport MIM/AFRO/OMS/TDR, Harare 2001.

22- Favia, G., A. Ianfrancotti, L. Spanos, I. Siden-Kiamos, and C. Louis. 2001 Insect Mol Biol **10** : 19-23

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

Molecular characterization of ribosomal DNA polymorphisms discriminating among chromosomal forms of *Anopheles gambiae s.s.*

23- Gentilini, M. *Medecine tropicale*, 5<sup>ème</sup> édition. By Flammarion., France, 1993.

24- Guillet P., Mai 1995, ORSTOM / Centre Montpellier  
La résistance des vecteurs aux insecticides

25- Guillet P, Chandre F, Akogbeto M, Darret F, Faye O. Resistance of *Anopheles gambiae s.l.* to pyrethrinoids in Africa and the use of impregnated materials. Meeting on insecticide impregnated Materials, Brazaville, Congo 18-20 March 1996.

26- Guillet P., Atelier lutte antivectorielle. Les principales familles d'insecticides et leurs modes d'action. Montpellier, OMS, 31/08-2/09/1999.

27- Hamon, J., Eyraud, M., Diallo, B., Dyenkouma, A., Choumara, H.B. et Sylla, O., 1961

Les moustiques de la république du Mali (*Dipt. Culidae*)

28- Hamon J. et Sales. S., *Bull.org.Mond.Santé*, 1970, 43,757-762.

Etude de la relation existant chez les moustiques adultes, entre la durée d'exposition à un insecticide et la mortalité résultante.

29- Hamon, J., PAL, R., 1968,

Practical implications of insecticide resistance in arthropods of medical and veterinary importance, Doc.non-published by WHO/VBC/68.106 (Davidson and Zahar).

*Bréhima Diallo*

30- Mamadou, Cissouma. Sensibilité aux insecticides et caractérisation moléculaire du complexe *Anopheles gambiae* dans les localités de Banambani et de Pimperena au Mali.

Thèse de Doctorat en Médecine, 2004, Bamako, Mali.

31- Martinez-Torres, D., F. Chandre, M. S Williamson, F. Darriet, J. B. Berge, A. L. Devonshire, P. Guillet, N. Pasteur, and D. Pauron. 1998. *Insect Mol Biol* 7 : 179-84

Molecular characterization of pyrethrinoid knock down resistance (*kdr*) in the major malaria vector *Anopheles gambiae* s.s.

32- Mattingly, P.F., 1969. The biology of mosquito borne, The science of biology series N°1.

33- M.Holstein : Guide pratique de l'anophelisme en Afrique de l'ouest Française (A.O.F), 1949.

34- Nevill Curtis G et al., (1996). Insecticide-treated bednets reduce mortality and severe morbidity from malaria among children on the Kenyan coast. *Trop. Med. Int. Health* 1. N°. 2 p139-146.

35- OMS (1994) Stratégie mondiale de lutte antipaludique  
Genève, OMS.

36- OMS (1995). Lutte contre les vecteurs du paludisme et autres maladies transmises par les moustiques. Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS, Genève, OMS, Série de Rapports techniques, N°.857.

37- OMS - Stratégies de lutte contre le paludisme dans la région africaine et étapes pour leur mise en œuvre. Cahiers Techniques  
AFRO, 1993, 23, 1-20.

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

38- Quilata J M et *al.*, (1996). Field trials on the effectiveness of lambda-cyhalothrin 10 CS (ICON 10 CS) treated mosquito nets as a malaria control method. Unpublished report.

39- Rapport de la collecte des données de base pour le suivi et l'évaluation des interventions de lutte contre le paludisme au Mali. PNLP-Mali, Mars 2004

40-Sangaré D., These de Doctorat de Spécialité de l' ISFRA, 2000. Dynamique des population d' *An. gambiae s.l.*, d' *An. funestus* et de *Plasmodium falciparum* dans la système de transmission par relais du paludisme à Donéguébougou (Arrondissement Central de Kati).

Scott, J.A., W.G. Brongdon, and F.H. Collins 1993, Am j Trop Med Hyg **49** :520-9

41- Sékou, Bah. Sensibilité d'*Anopheles gambiae* aux insecticides organiques de synthèse et à divers extraits de plantes medecinales du Mali.

Thèse de Doctorat en Pharmacie, 1998, Bamako, Mali

42- Soderlund, D.M. ET Blomquist, J.R. Molecular mechanisms of insecticide resistance, In.Pesticide resistance in arthropods.

Roush, R.T. et Tabashnik, B. E (eds), 1990.

Chapman on hall, New york: 58-96

43- Structure de l' Icon

**<http://www.fluoridealert.org/pesticides/lambda-cyhalothrin.abstract.htm>**

44- Structure de la Bifenthrine

**[http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32863](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32863)**

45- Structure de l'Actellic 50 ec

**<http://www.hclrss.demon.co.uk/pirimiphos-ethyl.html>**

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

46- Sir Mc Gregor. Principe and Practice of Malariology., MALARIA, Vol-2-1988.

47- Takahashi, S., Insect Behavior Modifiers, chap 12, CRC press inc. 1993.p  
242-257.

48- The Africa Malaria Report 2003. WHO/CDS/MAL/2003.1093

49- Touré, Yeya.Tiémoko. Etude de la sensibilité d'*Anophèles gambiae sensu lato*  
aux insecticides dans la zone rurale de savane soudanienne au Mali. Cah.  
O.R.S.T.O.M., sér.Ent.Méd. et Parasitol., vol.XX, n°2, 1982 : 125-131.

50- Touré, Y.T., Cah. O.R.S.T.O.M., sér.Ent.Méd.et Parasitol., vol.XX, n°2,  
1982 :125-135

Etude de la sensibilité d'*Anophèles gambiae sensu lato* aux insecticides dans la  
zone de savane soudanienne au Mali.

51- Traoré S.K. Sensibilité des vecteurs importants du paludisme dans une zone  
d'inondation du Mali. Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure  
Bamako, 1986.

52- Touré, Y.T.,

Biologie des Anophèles (Diptères, Culicinae) dans une zone de Savane  
soudanienne au Mali (village de Banambani.) Incidence sur la transmission du  
paludisme et de la filariose de Bancroft. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Centre Pédagogique  
Supérieur, 1979, Bamako, Mali.

53- Touré, Y.T.,

The current stage of study of malaria vectors and vectorial campaign in West  
Africa. Trans.r.Soc.Trop.Med.hyg.1989, 83, 39-41.

*MRTC/DEAP/FMPOS*



*Bréhima Diallo*

54- Touré Y.T., V. Petraca, S.F. Traoré, A. Coulibaly., H.M.Maïga, O. Sankaré., M. Sow , M.A. DiDeco & M. Coluzzi.(1994). Ecological genetics studies in the chromosomal form Mopti of *An. gambiae s.s* in Mali, West Africa. *Genetica*, **94** 213-223.

55- Vulule JM, Beach RF, Atieli FK, Mount DI et Mwanfi RW. Reduced susceptibility of *Anopheles gambiae* to permethrin associated with the use of permethrin-impregnated bednets and curtains in Kenya. *Med Veter Entomol*, 1994,8, 71-75.

56- Vythilingham L et al (1999). Laboratory Evaluation of a Lambda-cyhalothrin. Microencapsulated Formulation on Mosquito Nets For Control of Vector Mosquitoes. *South East Asia Jnl of Trop. Med. And Public Health* 30 (1) p177-183

57- WHO/CDS/WHOPES/2002.5 Rev. Lutte contre les vecteurs de paludisme. Critère et procédures de prise de décisions pour une utilisation raisonnée des insecticides.

58- WHO: Chemical methods for the control of arthropod vectors and pests of public health importance, Geneva, 1984.

59- Y.T Touré., V. Petraca., S.F. Traoré., A. Coulibaly., H,M. Maïga., O. Sangaré., M. Sow., M.A. Deco., M. Coluzzi. The distribution and inversion polymorphism of chromosomally recognized taxa of the *Anopheles gambiae* complexe in Mali, West Africa. Dec 1998. *Parassitologia* vol 40, N<sup>o</sup>.4, pp.477-511.

## XI- ANNEXES

**Tableau 1:** fiche de traitement résiduel avec les cages à Banambani

<b>MATE-RIEL TESTE</b>	<b>LOT</b>	<b>NBRES TESTES</b>	<b>DUREE D'EXPO</b>	<b>NBRES MORTS</b>	<b>MORTA-LITE EN %</b>	<b>MORTALI-TE CORRIGEE</b>
<b>Case</b>						
<b>temoin</b>						

**Tableau 2:** fiche de traitement résiduel avec les cases dans la salle insecticide

<b>MATERIE L TESTE</b>	<b>LOT</b>	<b>NBRES TESTES</b>	<b>DUREE D'EXPO</b>	<b>NBRES MORTS</b>	<b>MORTALI TE EN %</b>	<b>MORTALI TE CORRIGEE</b>
<b>Case</b>						
<b>temoin</b>						

**Tableau 3:** fiche de test sur les larves d'*Anopheles gambiae s.l*

Produit	Lot	Durée d'exposition	Nombres de larves testées	Nombre de morts après 1 h	Mortalité après 24 h en %
temoins	1	24 heures			
	2	24 heures			
Bols	1	1 heure			
	2	1 heure			
	2	1 heure			
	4	1 heure			
	5	1 heure			
	6	1 heure			
	7	1 heure			
	8	1 heure			

**Tableau 4 :** fiche de tests de remanance avec les moustiquaires

MATERIEL TESTE	LOT	Nbre TESTE	DUREE D'EXPO	KD AU RETRAIT	KD APRES			MORT APRES 24 H	TOTAL MORT	MORT EN %
					15 mn	30 mn	60 mn			

## **FICHE SIGNALÉTIQUE**

**Auteur :** Bréhima Diallo

**Titre:** Evaluation de l'efficacité de trois insecticides de synthèse sur les vecteurs du paludisme au Mali et leur rémanence sur les supports imprégnés.

**Année de Soutenance :** 2006

**Ville de Soutenance :** Bamako

**Pays d'origine :** Mali

**Lieu de dépôt :** Bibliothèque de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie (FMPOS).

**Secteur d'intérêt :** Santé publique, Entomologie et Parasitologie médicale.

**Mots clés :** Paludisme, insecticide, résistance, efficacité, rémanence

### **Résumé :**

Les moustiquaires imprégnées constituent actuellement un outil essentiel d'intervention pour la lutte antipaludique en Afrique.

Une résistance d'*Anopheles gambiae s.l* vis-à-vis de certains insecticides utilisés pour imprégner ces supports a été signalée dans certaines localités du Mali.

Cette étude a pour but d'évaluer l'efficacité de trois insecticides de synthèse [Actellic 50 EC ; Bistar WP ; Icon : (10 CS, 2.5 CS, 10 WP)] afin d'obtenir leur homologation au Mali.

L'étude a été menée dans 2 localités : Sélingué où les moustiques sont capturés et élevés au laboratoire, Banambani village test.

Les populations d'*An.gambiae s.l* testées étaient composées de 97,6 % (n = 681) d'*An.gambiae s.s* et 2,4 % (n = 17) d'*An arabiensis*. Les deux formes moléculaires d'*An.gambiae s.s* : la forme "M" (96,8 %) et la forme "S" (3,2 %) ont été trouvées.

A Banambani (sur les cases-tests), les populations anophéliennes testées étaient toutes sensibles à Icon 10 WP (mortalité 100%, n = 800) et à Bistar wp (mortalité 100%, n = 800). Les cages ont donné également des résultats significatifs avec Icon 10 wp (100% de mortalité, n = 850) et avec Bistar wp (100% de mortalité, n = 850).

Les larves d'*Anopheles gambiae s.l* testées avec Actellic 50 EC étaient toutes sensibles (mortalité 100%, n = 360) aux différentes concentrations : 4.9 ; 2,4 ; 1,6 g/l.

Le test de rémanence a été réalisé selon le protocole standard de l'OMS avec les moustiquaires imprégnées de l'Icon 10 CS, Icon 2,5 CS et avec les cages et cases pulvérisées de Bistar WP ; Icon 10 WP.

*Bréhima Diallo*

Les moustiques testés étaient tous sensibles, aucune forme de résistance n'a pu être observée au cours de nos tests.

*Bréhima Diallo*

## DESCRIPTIVE CARD

**First name:** Diallo

**Name:** Bréhima

**Title:** Assessment of three synthetic insecticides efficiency on malaria vectors in Mali and their remanence on impregnated support.

**Year:** 2006

**City of defense:** Bamako

**Country of origin:** Mali

**Place of deposit:** Library of the Faculty of Medicine, Pharmacy and Dentistry (FMPOS).

**Sector of interest:** Public Health, Medical Entomology and Parasitology

**Key words:** Malaria, insecticides, resistance, efficiency, remanence

### **Abstract:**

The impregnated bednets are now the one most important tool in the fight against malaria in Africa.

*Anopheles gambiae s.l* resistance to some insecticides used to treat nets was reported in areas of Mali.

This study aims to assess the efficiency of three synthetic insecticide [Actellic 50 EC; Icon 10 WP, Icon 2, 5 CS, Icon 10 CS, Icon 10 WP, et Bistar WP] in order to approve their usage and homologation in Mali.

The study took place in two localities: Sélingué where mosquitos were collected then kepted in lab insectarium and Banambani test village.

*Anopheles gambiae* population tested comprise 97, 8 % (N= 681) of *An. gambiae s.s* and 2, 4 % (N=17) of *An. arabiensis*. Both molecular forms "M" (96, 8%) and "S" (3, 2 %) of *Anopheles gambiae s.s* were founded. In Bamako, all mosquitos tested were sensitive to Icon 10 WP (mortality rate = 100 %, N = 800) and Bistar WP (mortality rate 100%, N = 800).

The results were also significant in cages with Icon 10 WP an Bistar WP.

Both larves tested were sensitive to different concentrations of Actellic 50 EC (5 g/l; 2, 5 g/l; 1, 6 g/l)

*MRTC/DEAP/FMPOS*

*Bréhima Diallo*

The WHO standard protocol was used for remanence test of mosquito bednet treated with Icon 10 CS , Icon 2, 5 CS and for spraid cages and huts with Bistar WP; Icon 10 WP

All mosquitoes tested were sensitive, no resistance was observed during our experiments.

**SERMENT DE GALIEN**

Je jure, en présence des maîtres de cette faculté, des conseillers de l'Ordre des Pharmaciens et des condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et 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 sa dignité humaine.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !