

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

RÉPUBLIQUE DU MALI  
**UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI**

UNIVERSITE DES SCIENCES DES  
TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES  
DE BAMAKO



FACULTE DE MEDECINE ET  
D'ODONTO-STOMATOLOGIE



ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

N°.....

**Titre**

**Transmission vectorielle du paludisme à Kalifabougou et villages environnants dans le cercle de Kati, Mali**

Présentée et soutenue publiquement le ...../...../2024 devant le jury de la faculté de médecine et d'Odonto-Stomatologie

Par : **M. Djibril MAIGA**

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

**JURY**

**Président** : M. Guimogo DOLO

Professeur

**Membre** : M. Yaya KASSOGUE

Maître de Conférences

M. Zana Lamissa SANOGO

Attaché de Recherche

**Directeur** : M. Kassoum KAYENTAO

Directeur de Recherche

**Co-directeur** : M. Moussa KEITA

Maître-Assistant

# LISTE DES ENSEIGNANTS DE FACULTE DE MEDECINE ET D'ODONTOSTOMATOLOGIE

## ADMINISTRATION

DOYEN : Mr Seydou DOUMBIA - PROFESSEUR

VICE-DOYEN : Mme Mariam SYLLA - PROFESSEUR

SECRETAIRE PRINCIPAL : Mr Monzon TRAORE - MAITRE DECONFERENCES

AGENT COMPTABLE : Mr Yaya CISSE - INSPECTEUR DU TRESOR

## LES ENSEIGNANTS A LA RETRAITE

1. Mr Ali Nouhoum DIALLO Médecine interne
2. Mr Aly GUINDO Gastro-Entérologie
3. Mr Mamadou M. KEITA Pédiatrie
4. Mr Siné BAYO Anatomie-Pathologie-Histo-embryologie
5. Mr Sidi Yaya SIMAGA Santé Publique
6. Mr Abdoulaye Ag RHALY Médecine Interne
7. Mr Boukassoum HAIDARA Législation
8. Mr Boubacar Sidiki CISSE Toxicologie
9. Mr Sambou SOUMARE Chirurgie Générale
10. Mr Daouda DIALLO Chimie Générale & Minérale
11. Mr Issa TRAORE Radiologie
12. Mr Mamadou K. TOURE Cardiologie
13. Mme SY Assitan SOW Gynéco-Obstétrique
14. Mr Salif DIAKITE Gynéco-Obstétrique
15. Mr Abdourahamane S. MAIGA Parasitologie
16. Mr Abdel Karim KOUMARE Chirurgie Générale
17. Mr Amadou DIALLO Zoologie - Biologie
18. Mr Mamadou L. DIOMBANA Stomatologie
19. Mr Kalilou OUATTARA Urologie
20. Mr Amadou DOLO Gynéco- Obstétrique
21. Mr Baba ROUMARE Psychiatrie
22. Mr Boubou DIARRA Bactériologie
23. Mr Bréhima KOUMARE Bactériologie - Virologie
24. Mr Toumani SIDIBE Pédiatrie
25. Mr Souleymane DIALLO Pneumologie
26. Mr Bakoroba COULIBALY Psychiatrie
27. Mr Seydou DIAKITE Cardiologie
28. Mr Amadou TOURE Histo-embryologie
29. Mr Mahamane Kalilou MAIGA Néphrologie
30. Mr Filifing SISSOKO Chirurgie Générale
31. Mr Djibril SANGARE Chirurgie Générale
32. Mr Somita KEITA Dermato-Léprologie
33. Mr Bougouzié SANOGO Gastro-entérologie

34. Mr Alhousseini Ag MOHAMED	O.R.L.
35. Mme TRAORE J. THOMAS	Ophtalmologie
36. Mr Issa DIARRA	Gynéco-Obstétrique
37. Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie
38. Mr Yeya Tiémoko TOURE	Entomologie Médicale, Biologie cellulaire, Génétique
39. Mr Sékou SIDIBE	Traumatologie Orthopédie
40. Mr Adama SANGARE	Orthopédie Traumatologie
41. Mr Sanoussi BAMANI	Ophtalmologie
42. Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie-Diabetologie
43. Mr Adama DIAWARA	Santé Publique
44. Mme Fatimata Sambou DIABATE	Gynéco- Obstétrique
45. Mr Bakary Y. SACKO	Biochimie
46. Mr Moustapha TOURE	Gynécologie/Obstétrique
47. Mr Boubakar DIALLO	Cardiologie
48. Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
49. Mr Mamady KANE	Radiologie et Imagerie Médicale
50. Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
51. Mr. Mamadou TRAORE	Gynéco-Obstétrique
52. Mr Mamadou Souncalo TRAORE	Santé Publique
53. Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
54. Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
55. Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
56. Mr Arouna TOGORA	Odontologie
57. Mr Souleymane TOGORA	Psychiatrie
58. Mr Abdoulaye DIALLO	Chirurgie Dentaire
59. Mr Oumar WANE	Anesthésie — Réanimation
60. Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
61. Mr Ibrahim I. MAIGA	Bactériologie — Virologie
62. Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entérologie — Hépatologie
63. Mr Siaka SIDIBE	Radiologie et Imagerie Médicale
64. Mr Aly TEMBELY	Urologie
65. Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie -Traumatologie
66. Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
67. Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
68. Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
69. Mr Samba Karim TIMBO	ORL et Chirurgie cervico-faciale
70. Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie
71. Mr Samba DIOP	Anthropologie médicale et éthique en Santé
72. Mr Youssouf SOW	Cardiologie
73. Mr Mamadou B. DIARRA	Chirurgie Général
74. Mme Fatimata KONANDJI	Ophtalmologie
75. Mme Djénéba DOUMBIA	Anesthésie — Réanimation

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

### D.E.R CHIRURGIE ET SPECIALISTES CHIRURGICALES

#### **1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE**

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Mr Nouhoum ONGOIBA             | Anatomie & Chirurgie Générale              |
| 2. Mr Mohamed Amadou KEITA        | ORL  |
| 3. Mr Youssouf COULIBALY          | Anesthésie-Réanimation                     |
| 4. Mr Sadio YENA                  | Chirurgie Thoracique                       |
| 5. Mr Djibo Mahamane DIANGO       | Anesthésie-Réanimation                     |
| 6. Mr Adegné TOGO                 | Chirurgie Générale <b>chef des DER</b>     |
| 7. Mr Bakary Tientigui DEMEBELE   | Chirurgie Générale                         |
| 8. Mr Alhassane TRAORE            | Chirurgie Générale                         |
| 9. Mr Yacaria COULIBALY           | Chirurgie Pédiatrique                      |
| 10. Mr Drissa KONIKOMO            | Neurochirurgie                             |
| 11. Mr Oumar DIALLO               | Neurochirurgie                             |
| 12. Mr Mohamed KEITA              | Anesthésie-Réanimation                     |
| 13. Mr Niani MOUKORO              | Gynécologie/Obstétrique                    |
| 14. Mr Drissa TRAORE              | Chirurgie Générale                         |
| 15. Mr Broulaye Massaoulé SAMAKE  | Anesthésie-Réanimation                     |
| 16. Mr Mamadou Lamine DIAKITE     | Urologie                                   |
| 17. Mme Kadidiatou SINGARE        | ORL-Rhino-laryngologie                     |
| 18. Mr Youssouf TRAORE            | Gynécologie/Obstétrique                    |
| 19. Mr Japhet Pobanou THERA       | Ophtalmologie                              |
| 20. Mr Honoré Jean Gabriel BERTHE | Urologie                                   |
| 21. Mr Aladji Seidou DEMBELE      | Anesthésie-Réanimation                     |
| 22. Mr Soumaila KEITA             | Chirurgie Générale                         |
| 23. Mr Moussa Abdoulaye OUATTARA  | Chirurgien Thoracique et Cardio-vasculaire |
| 24. Mr Seydou TOGO                | Chirurgien Thoracique et Cardio-vasculaire |
| 25. Mr Birama TOGOLA              | Chirurgie Générale                         |

#### **2. MAITRES DE CONFERANCES / MAITRES DE RECHERCHES**

- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Mr Nouhoum NIANI             | Anesthésie-Réanimation   |
| 2. Mr Lamine TRAORE             | Ophtalmologie            |
| 3. Mr Ibrahima TEGUETE          | Gynécologie /Obstétrique |
| 4. Mr Dramane Nafo CISSE        | Urologie                 |
| 5. Mr Mamadou Tidiani COULIBALY | Urologie                 |
| 6. Mr Moussa Salif DIALLO       | Urologie                 |

7. Mr Alkadri DIARRA	Urologie
8. Mr Amadou KASSOGUE	Urologie
9. Mr Boubacar BA	Médecine et chirurgie buccale
10. Mr Lassana KANTE	Chirurgie Générale
11. Mr Hamidou Baba SACKO	ORL
12. Mme Fatoumata SYLLA	Ophtalmologie
13. Mr Tioukany THERA	Gynécologie
14. Mr Siaka SOUMAORO	ORL
15. Mr Adama I GUINDO	Ophtalmologie
16. Mr Seydou BAGAYOKO	Ophtalmologie
17. Mr Koniba KEITA	Chirurgie Générale
18. Mr Sididki KEITA	Chirurgie Générale
19. Mr Amadou TRAORE	Chirurgie Générale
20. Mr Bréhima BENGALY	Chirurgie Générale
21. Mr Madiassa KONATE	Chirurgie Générale
22. Mr Sékou Bréhima SOUMARE	Chirurgie Générale
23. Mr Boubacar KAREMBE	Chirurgie Générale
24. Mr Aboulaye DIARRA	Chirurgie Générale
25. Mr Idrissa TOUNKARA	Chirurgie Générale
26. Mr Issa Amadou	Chirurgie Générale
27. Mr Boubacar GUINDO	ORL-CCF
28. Mr Youssouf SIDIBE	ORL
29. Mr Fatomaga Issa KONE	ORL
30. Mr Seydina Alioune BEYE	Anesthésie-Réanimation
31. Mr Hammadoun DICKO	Anesthésie-Réanimation

32. Mr Moustapha Issa MANGANE	Anesthésie-Réanimation
33. Mr Thierno Madane DIOP	Anesthésie-Réanimation
34. Me Mamadou Karim TOURE	Anesthésie-Réanimation
35. Mr Abdoul Hamidou ALMEIMOUNE	Anesthésie-Réanimation
36. Mr Siriman Abdoulaye KOITA	Anesthésie-Réanimation
37. Mr Mahamadoun COULIBALY	Anesthésie-Réanimation
38. Mr Abdoulaye NAPO	Ophtalmologie
39. Mr Nouhoum GUIROU	Ophtalmologie
40. Mr Bougadary COULIBALY	Prothèse Scellée
41. Mme Kadidiatou Oumar TOURE	Orthopédie Dento Faciale
42. Mr Amady COULIBALY	Stomatologie et chirurgie Maxillo Faciale
43. Mr Oumar COULIBALY	Neurochirurgie
44. Mr Mahamadou DAMA	Neurochirurgie
45. Mr Mamadou Salia DIARRA	Neurochirurgie
46. Mr Youssouf SOGOBA	Neurochirurgie
47. Mr Moussa DIALLO	Neurochirurgie
48. Mr Amadou BOCOUM	Gynécologie/Obstétrique
49. Mme Aminata KOUMA	Gynécologie/Obstétrique
50. Mr Mamadou SIMA	Gynécologie/Obstétrique
51. Mr Seydou FANE	Gynécologie/Obstétrique
52. Mr Ibrahim Ousmane KANTE	Gynécologie/Obstétrique
53. Mr Alassane TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
54. Mr Soumana Oumar TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
55. Mr Abdoul Kadri MOUSSA	Orthopédie Traumatologie
56. Mr Layes TOURE	Orthopédie Traumatologie

### **3. MATRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE**

1. Mr Ibrahima SANKARE	Chirurgie Thoracique et cardio vasculaire
2. Mr Abdoul Aziz MAIGA	Chirurgie Thoracique
3. Mr Ahmed BAH	Chirurgie dentaire
4. Mr Seydou GUEYE	Chirurgie buccale
5. Mr Mohamed Kassoum DJIRE	Chirurgie Pédiatrique
6. Mme Fadima Kouréissy TALL	Anesthésie-Réanimation

7. Mr Daouda DIALLO	Anesthésie -Réanimation
8. Mr Abdoulaye TRAORE	Anesthésie-Réanimation
9. Mr Abdoulaye KASSAMBARA	Stomatologie et chirurgie Maxillo-faciale
10. Mr Mamadou DIARRA	Ophtalmologie
11. Mme Assiatou SIMAGA	Ophtalmologie
12. Mr Sidi Mohamed COULIBALY	Ophtalmologie
13. Mr Mahamadou DIALLO	Orthopédie Traumatologie
14. Mme Hapssa KOITA	Stomatologie et chirurgie Maxillo-faciale
15. Mr Alhousseini TOURE	Stomatologie et chirurgie Maxillo-faciale
16. Mr Aboulaye SISSOKO	Gynécologie/Obstétrique
17. Mr Kalifa COULIBALY	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie

#### 4. ASSISTANTS /ATTACHES DE RECHERCHE

1. Mme Lydia B. SITA	Stomatologie
----------------------	--------------

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

#### **1. PROFESSEURS /DIRECTEURS DE RECHERCHE**

1. Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie <b>Chef de DER</b>
2. Mr Boukarou KAMATE	Anatomie-Pathologie
3. Mr Mahamadou A THERA	Parasitologie-Mycologie
4. Mr Djibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
5. Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
6. Mr Bakary MAIGA	Immunologie
7. Mme Safiatou NIARE	Parasitologie-Mycologie

#### **2. MAITRES DE CONFERANCES / MAITRES DE RECHERCHE**

1. Mr Karim TRAORE	Parasitologie-Mycologie
2. Mr Abdoulaye KONE	Parasitologie-Mycologie
3. Mr Moussa FANE	Biologie, Santé publique, Santé environnement
4. Mr Mamoudou MAIGA	Bactériologie-Virologie
5. Mr Bassirou DIARRA	Bactériologie-Virologie
6. Mme Aminata MAIGA	Bactériologie-Virologie
7. Mr Aboubacar Alassane OUMAR	Pharmacologie
8. Mr Bréhima DIAKITE	Génétique et Pathologie Moléculaire
9. Mr Yaya KASSOGUE	Génétique et Pathologie Moléculaire
10. Mr Oumar SAMASSEKOU	Génétique /Génomique

11. Mr Mamadou BA	Biologie, Parasitologie, Entomologie Médicale
12. Mr Bourouma COULIBALY	Anatomie- Pathologie
13. Mr Sanou kho COULIBALY	Toxicologie
14. Mr Boubacar Sidiki Ibrahim DRAME	Biologie Médicale / Biochimie Clinique
15. Mr Sidi Boula SISSOKO	Histologie embryologie et cytogénétique

### **3. MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE**

1. Mme Djèneba Bocar FOFANA	Bactériologie-Virologie
2. Mr Bamodi SIMAGA	Physiologie
3. Mme Mariam TRAORE	Pharmacologie
4. Mr Saidou BALAM	Immunologie
5. Mme Arhamatoulaye MAIGA	Biochimie
6. Mr Modibo Sangaré	Pédagogie en Anglais adapté à la recherche biomédicale
7. Mr Hama Abdoulaye DIALLO	Immunologie
8. Mr Adama DAO	Entomologie Médicale
9. Mr Ousmane MAIGA	Biologie, Entomologie, Parasitologie
10. Mr Cheick Amadou COULIBALY	Entomologie
11. Mr Drissa COULIBALY	Entomologie Médicale
12. Mr Abdallah Amadou DIALLO	Entomologie, Parasitologie
13. Mr Sidi BANE	Immunologie
14. Mr Moussa KEITA	Entomologie, Parasitologie

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

#### **1. PROFESSEURS /DIRECTEURS DE RECHERCHE**

1. Mr Adama Diaman KEITA	Radiologie et Imagerie Médicale
2. Mr Soukalo DAO	Maladies Infectieuses et Tropicales
3. Mr Daouda K MINTA	Maladies Infectieuses et Tropicales
4. Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
5. Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-Entérologie
6. Mr Ousmane FAYE	Dermatologie
7. Mr Youssoufa Mamadou MAIGA	Neurologie
8. Mr Yacouba TOLOBA	Pneumo-phtisiologie <b>Chef de DER</b>
9. Mme Mariam SYLLA	Pédiatrie
10. Mme Fatoumata DICKO	Pédiatrie
11. Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
12. Mr Mahamadou DIALLA	Radiologie et Imagerie Médicale



- |                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 13. Mr Ichaka MENTA         | Cardiologie |
| 14. Mr Abdoul Aziz DIAKITE  | Pédiatrie   |
| 15. Mr Souleymane COULIBALY | Cardiologie |

## **2. MAITRES DE CONFERANCES / MAITRES DE RECHERCHE**

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Mme Kaya Assetou SOUKHO      | Médecine Interne                    |
| 2. Mme Djénébou TRAORE          | Médecine Interne                    |
| 3. Mr Djibril SY                | Médecine Interne                    |
| 4. Mr Idrissa Ah. CISSE         | Rhumatologie                        |
| 5. Mr Ilo Bella DIALL           | Cardiologie                         |
| 6. Mr Youssouf CAMARA           | Cardiologie                         |
| 7. Mr Mamadou DIAKITE           | Cardiologie                         |
| 8. Mr Massama KONATE            | Cardiologie                         |
| 9. Mr Ibrahim SANGARE           | Cardiologie                         |
| 10. Mr Samba SIDIBE             | Cardiologie                         |
| 11. Mme Asmaou KEITA            | Cardiologie                         |
| 12. Mr Mamadou TOURE            | Cardiologie                         |
| 13. Mme COUMBA Adiaratou THIAM  | Cardiologie                         |
| 14. Mr Boubacar SONFO           | Cardiologie                         |
| 15. Mme Mariam SACKO            | Cardiologie                         |
| 16. Mr Anselme KONATE           | Hépto Gastro-Entérologie            |
| 17. Mme Kadiatou DOUMBIA        | Hépto Gastro-Entérologie            |
| 18. Mme Hourouma                | Hépto Gastro-Entérologie            |
| 19. Mme Sanra Déborah SANOGO    | Hépto Gastro-Entérologie            |
| 20. Mr Adama Aguisa DICKO       | Dermatologie                        |
| 21. Mr Yamoussa KARABINTA       | Dermatologie                        |
| 22. Mr Mamadou GASSAMA          | Dermatologie                        |
| 23. Mr Issa KONATE              | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| 24. Mr Yacouba CISSOKO          | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| 25. Mr Garan DABO               | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| 26. Mr Abdoulaye Mamadou TRAORE | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| 27. Mr Hamidou Oumar BA         | Cardiologie                         |
| 28. Mr Mody Abdoulaye CAMARA    | Radiologie et Imagerie Médicale     |
| 29. Mr Salia COULIBALY          | Radiologie et Imagerie Médicale     |

30. Mr Koniba DIABATE	Radiothérapie
31. Mr Adama DIAKITE	Radiothérapie
32. Mr Aphou Sallé KONE	Radiothérapie
33. Mr Souleymane dit Papa COULIBALY	Psychiatrie
34. Mr Seybou HASSANE	Neurologie
35. Mr Guida LANDOURE	Neurologie
36. Mr Thomas COULIBALY	Neurologie
37. Mme Fatoumata Léonie DIAKITE	Pédiatrie
38. Mr Belco MAIGA	Pédiatrie
39. Mme Djénéba KONATE	Pédiatrie
40. Mr Fousseyni TRAORE	Pédiatrie
41. Mr Karamoko SACKO	Pédiatrie
42. Mme Lala N'Drainy SIDIBE	Pédiatrie
43. Mme SOW Djénéba SYLLA	Endocrinologie, Maladies Métaboliques et Nutrition
44. Mr Dianguina dit Noumou SOUMARE	Pneumologie
45. Mme Khadidia OUATTARA	Pneumologie
46. Mr Hamadoun YATTARA	Néphrologie
47. Mr Seydou SY	Néphrologie

### **3. MAITRES ASSISTANTS/ CHARGES DE RECHERCHE**

1. Mr Mahamadoun GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
2. Mr Mamadou N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
3. Mme Hawa DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
4. Mr Issa CISSE	Radiologie et Imagerie Médicale
5. Mr Mamadou DEMBELE	Radiologie et Imagerie Médicale
6. Mr Ouncoumba DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
7. Mr Ilias GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
8. Mr Abdoulaye KONE	Radiologie et Imagerie Médicale
9. Mr Alassane KOUMA	Radiologie et Imagerie Médicale
10. Mr Aboubacar Sidiki N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
11. Mr Souleymane SANOGO	Radiologie et Imagerie Médicale
12. Mr Ousmane TRAOE	Radiologie et Imagerie Médicale
13. Mr Boubacar DIALLO	Médecine Interne

14. Mr Jean Paul DEMBELE	Maladies Infectieuses et Tropicales
15. Mr Mamadou A.C. CISSE	Médecine d'Urgence
16. Mr Adama Seydou SISSOKO	Neurologie-Neurophysiologie
17. Mme Siritio BERTHE	Dermatologie
18. Mme N'DIAYE Hawa THIAM	Dermatologie
19. Mr Djigui KEITA	Rhumatologie
20. Mr Souleymane SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
21. Mr Drissa Mansa SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
22. Mr Issa Souleymane GOITA	Médecine de la Famille/Communautaire

#### **4. ASSISTANTS/ ATTACHES DE RECHERCHE**

1. Mr Boubacari Ali TOURE	Hématologie Clinique
2. Mr Yacouba FOFANA	Hématologie
3. Mr Diakalia Siaka BERTHE	Hématologie

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

##### **1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE**

1. Mr Seydou DOUMBIA	Epidémiologie
2. Mr Hamadoun SANGHO	Santé Publique, Chef de D.E.R.
3. Mr Cheick Oumar BAGAYOKO	Informatique Médicale

##### **2. MAITRE DE CONFERANCES /MAITRE DE RECHERCHE**

1. Mr Sory Ibrahim DIAWARA	Epidémiologie
2. Mr Housseini DOLO	Epidémiologie
3. Mr Oumar SANGHO	Epidémiologie
4. Mr Abdourahmane COULIBALY	Anthropologie de la Santé
5. Mr Oumar THIERO	Biostatistique/Bio-informatique

##### **3. MAITRES ASSISTANTS /CHARGES DE RECHERCHE**

1. Mr Ousmane LY	Santé Publique
2. Mr Ogobara KODIO	Santé Publique
3. Mr Cheick Abou COULIBALY	Epidémiologie
4. Mr Moctar TOUNKARA	Epidémiologie
5. Mr Nouhoum TELLY	Epidémiologie
6. Mme Laila Fatouma TRAORE	Santé Publique
7. Mr Nafomon SOGOBA	Epidémiologie
8. Mr Cheick Papa Oumar SANGARE	Nutrition

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 9. Mr Salia KEITA              | Médecine de famille/communautaire |
| 10. Mr Samba DIARRA            | Anthropologie de la santé         |
| 11. Mr Birama Apho LY          | Santé publique                    |
| 12. Mr Souleymane Sékou Diarra | Epidémiologie                     |

#### **4. ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE**

- |                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1. Mr Seydou DIARRA          | Anthropologie de la santé          |
| 2. Mr Abdrahamane ANNE       | Bibliothéconomie-Bibliographie     |
| 3. Mr Mohamed Moumine TRAORE | Santé communautaire                |
| 4. Mme Fatoumata KONATE      | Nutrition et Diététique            |
| 5. Mr Bakary DIARRA          | Santé publique                     |
| 6. Mr Ilo DICKO              | Santé publique                     |
| 7. Mr Moussa SANGARE         | Orientation, contrôle des maladies |
| 8. Mr Mahamoudou TOURE       | Epidémiologie                      |
| 9. Mr Mohamoud Cissé         | Informatique médicale              |
| 10. Mme Djénéba Diarra       | Santé de la reproduction           |

#### **CHARGES DE RECHERCHES & ENSEIGNANTS VACATAIRES**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Mr Ousseynou DIAWARA             | Parodontologie, <b>Maitre de Recherche</b>                 |
| 2. Mr Amsalla NIANG                 | Odonto Préventive et Sociale, <b>Chargé de Recherche</b>   |
| 3. Mme Daoulata MARIKO              | Stomatologie   |
| 4. Mr Issa COULIBALY                | Gestion, <b>Maitre de Conférence</b>                       |
| 5. Mr Kléligui Casmir DEMBELE       | Biochimie  |
| 6. Mr Brahima DICKO                 | Médecine Légale, <b>Chargé de Recherche</b>                |
| 7. Mr Bah TRAORE                    | Endocrinologie   |
| 8. Mr Modibo MARIKO                 | Endocrinologie   |
| 9. Mme Aminata Hamar TRAORE         | Endocrinologie   |
| 10. Mr Ibrahim NIENTAO              | Endocrinologie   |
| 11. Mr Aboubacar Sidiki Thissé KANE | Parodontologie, <b>Attaché de Recherche</b>                |
| 12. Mme Rokia SANOGO                | Médecine Traditionnelle, <b>Professeur</b>                 |
| 13. Mr Benoît Y KOUMARE             | Chimie Générale, <b>Professeur</b>                         |
| 14. Mr Oumar KOITA                  | Chirurgie Buccale  |
| 15. Mr Mamadou BA                   | Chirurgie Buccale, <b>Maitre de Conférence</b>             |
| 16. Mr Baba DIALLO                  | Epidémiologie, <b>Maitre de Conférence</b>                 |
| 17. Mr Mamadou WELE                 | Biochimie <b>Professeur</b>                                |
| 18. Mr Djibril Mamadou COULIBALY    | Biochimie <b>Maitre de Conférence</b>                      |
| 19. Mr Tietie BISSAN                | Biochimie  |
| 20. Mr Kassoum KAYENTAO             | Méthodologie de la recherche <b>Directeur de Recherche</b> |
| 21. Mr Babou BAH                    | Anatomie   |
| 22. Mr Zana Lamissa SANOGO          | Ethique-Déontologie  |

23. Mr Lamine DIAKITE	Médecine de travail
24. Mme Mariame KOUMARE	Médecine de travail
25. Mr Yaya TOGO	Economie de la santé
26. Mr Madani LY	Oncologie
27. Mr Abdoulaye KANTE	Anatomie
28. Mr Nicolas GUINDO	Anglais
29. Mr Toumaniba TRAORE	Anglais
30. Mr Kassoum BARRY	Médecine communautaire
31. Mr Blaise DACKOOU	Chimie organique
32. Mr Madani MARICO	Chimie générale
33. Mr Lamine TRAORE	PAP / PC
34. Mr Abdrahamane Salia MAIGA	Odontologie gériatrique
35. Mr Mohamed Cheick HAIDARA	Droit médical appliqué à l'odontologie et Déontologie légale
36. Mr Abdrahamane A. N. CISSE	ODF
37. Mr Souleymane SISSOKO	PAP / PC Physique
38. Mr Cheick Ahamed Tidiane KONE	Physique
39. Mr Morodian DIALLO	Physique
40. Mr Ibrahim Sory PAMANTA	Rhumatologie
41. Mr Apérou dit Eloi DARA	Psychiatrie
42. Mr Joseph KONE	Pédagogie médicale
43. Mr Ibrahim FALL	OCE
44. Mr Fousseyni CISSOKO	OCE
45. Mr Abdoul Karim TOGO	OCE

### **ENSEIGNANTS EN MISSION**

Bamako, le 06 / 02 / 2024



Dr Monzon TRAORE

Le Secrétaire Principal

## **DÉDICACE**

### **A mère :**

Je dédie ce modeste travail à ma chère et regrettée maman Alimata DEMBELE, ton départ prématuré m'a laissé des souvenirs inoubliables, tu as tout fait pour que je réussisse dans ce monde, tu m'as toujours conseillé dans le travail et le respect des personnes.

Alhamdoulilah, dans toutes les situations j'aurais aimé que tu sois là pour voir la concrétisation des efforts de ton petit être cher en ma modeste personne, car tes épreuves ont été la cause de mon inspiration à devenir médecin pour aider et accompagner mes patients en particulier et les gens en général. Tu seras toujours dans mon cœur et dans mes pensées avec l'éducation que tu m'as inculquée. Qu'Allah le Tout-Puissant t'accorde le paradis firdaws et nous donne une fin heureuse. Je t'aime, maman.

## REMERCIEMENTS

Louange à Allah, c'est à lui que reviennent toutes les louanges. Je t'invoque et j'implore ton aide et ta protection contre les vices de mon âme et les maux de mes actes, car celui qu'Allah guide, nul ne peut l'égarer, et celui qu'il égare, nul ne peut le guider. J'atteste qu'il n'y a pas d'autre divinité digne d'être adorée qu'Allah seul et sans association, et que le prophète Muhammad (que la paix soit sur lui) est son serviteur et messenger. Ce travail est le vôtre, car je n'aurais et ne pourrais rien accomplir sans que vous ne me l'ayez prédestiné, et j'ai senti votre omniprésence à chaque instant de ma vie et plus particulièrement lors de l'élaboration de ce travail. Au bien-aimé Prophète Muhammad (que la paix soit sur lui) Que la paix et la miséricorde d'Allah soient sur la meilleure des créatures, sur sa famille, sur ses compagnons et sur tous ceux qui l'auraient suivi jusqu'au jour du jugement dernier, pourvu que nous soyons tous parmi eux. Bien-aimé d'Allah, tu es mon repère, mon exemple, mon espoir, ma vie ; ton comportement sans erreur m'a permis de tenir jusqu'au bout même face aux épreuves de la vie.

### À mes parents

Ma chère et tendre mère, feu **Alimata DEMBELE**, tu m'as donné naissance, tu m'as chéri, tu m'as soutenu, tu m'as éduqué et tu m'as toujours accompagné. J'aurais vraiment aimé te connaître un peu mieux, car Allah donne et reprend. La complicité et l'amour qui existaient entre nous m'ont toujours servi où que j'aie, car j'étais, je suis et je resterai la prunelle de tes yeux, et cela suffit. Qu'Allah te pardonne et te fasse miséricorde ainsi qu'à tous nos défunts et nous accorde une fin heureuse.

Mon père **Abdoulaye Bacar MAIGA**, à travers tes yeux, j'ai ressenti le véritable amour et j'ai toujours reçu le meilleur de toi, que le Tout-Puissant t'accorde aussi le meilleur d'ici-bas et dans l'au-delà. Tout au long de ma vie, tu as toujours fait et prié pour mon succès ; ce travail n'en est qu'un exemple. Je suis plus qu'honoré de t'avoir comme père, et j'espère que tu seras toujours fier de moi, ton fils.

A ma mère : Djénéba TOURE, la plus douce et la plus merveilleuse des mères. Aucun hommage ne pourra jamais traduire l'amour, le dévouement et le respect que j'ai pour toi. Sans toi, je ne suis rien, mais grâce à toi, je deviens médecin. J'implore Dieu de te donner la santé et de m'aider à te dédommager pour tous les malheurs passés. Que le chagrin ne pénètre plus jamais ton cœur, car j'ai encore besoin de ton amour pour cette œuvre qui, grâce à toi, a vu le jour. Je vous assure que vous avez comblé efficacement le vide causé par la perte d'une mère, en fait vous êtes ma vraie mère et je vous aime de toute mon âme, qu'Allah vous préserve et nous guide toujours dans le droit chemin.

A mon épouse : **Dr Aichétou Gnéré DAO**

Ma moitié, mon fidèle ami, mon partenaire de tout temps, ma chère et tendre étoile dorée que j'aime tant. Ta présence dans ma vie est une bénédiction d'Allah et qu'il fasse que notre amour perdure et demeure dans l'enclave du sien, qu'il nous comble de ses biens faits. Je t'aime et je t'aimerai toujours, de tout mon cœur et de toute mon âme.

Alhamdoulilah sans ta compréhension, ta patience, ton soutien inlassable je ne serais pas là aujourd'hui. Puisse Dieu nous donner longue vie pleine d'attente, d'amour, de santé, prospérité et surtout beaucoup d'enfants pieux.

A notre fils bien-aimé : **Abdrahamane D. MAIGA**

Aucun mot ne peut déterminer la joie qui m'anime en ce jour. Que Dieu te donne longue vie, te fasse d'un musulman pieux et sincère. Je souhaite que tu dépasses là où tes parents se sont limités et nous t'aimons de tout notre cœur

À mes frères et sœurs

Mes frères **Abdramane P. OUATTARA, Allamine OUATTARA, Ibra et Fadima OUATTARA** mes conseillés, ce travail est le fruit de tant d'années consenties à ma réussite. Avec l'épaule solide, l'œil attentif compréhensif, vous m'avez toujours poussée avec ferveur à la curiosité et au travail.

A ma famille : (MAIGA, DEMBELE, TOURE, KEITA, N'DIAYE, KONARE...)

Abderahamane KEITA, Mohamed DEMBELE, Mahamane T Baba MAIGA, Fadimata TOURE, Awa DEMBELE, Madou DIARRA, Djédani TOURE, Elhadji TOURE, Feue Aichatao TOURE, Sidi TOURE, Modibo TOURE, Kader MAIGA, Mahamane Abdel K. MAIGA, Mariétou KONARE, Feue Fatou KONARE, Niamouye TOURE, Assitan BAGAYOGO....

Votre amour, votre confiance, soutien financier /matériel et votre patience m'ont toujours conduit à faire plus et mieux encore. Je ne me suis jamais sentie seule grâce à vos soutiens familiaux et je vous suis très reconnaissante pour tous vos conseils que vous m'avez et continuez à me donner. Soyez fières et rassurées de votre merveilleux entretien du lien de sang. Seul le Tout-puissant pourra vous le rendre.

A toute ma belle-famille :

Mon beau père **Adama Dao**, ma belle-mère **Kadidia DEMBELE**, à toute la famille DAO et DEMBELE merci à vous pour l'accompagnement et le soutiens, à tous les membres de ma belle-famille merci particulièrement à mon beau père je n'ai pas de mon mot pour vous exprimer ma gratitude et mon admiration pour vous.



Mes remerciements vont également :

À ma chère patrie : Le Mali, qu'Allah veille sur notre cher pays pour la formation gratuite, le soutien matériel et financier pour votre fils je ferai tout pour servir ma patrie Mali In'cha'Allah.

À tous mes enseignants et camarades de la primaire au lycée Wa Kamissoko.

À tout le corps professoral de la Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie.

À Pr Adama Dao, tu es devenu mon père et mon mentor,

Merci pour l'opportunité et la confiance cher Maître, que vous avez placé en moi. J'ai énormément appris à vos côtés. Soyez rassuré, que je continuerai à travailler dur afin d'enrichir les connaissances acquises in'cha'Allah.

Que le Tout-puissant vous accorde une longue vie, remplie de bonnes choses uniquement.

Aux personnels du Centre de Recherche et de Formation sur le paludisme de la Faculté de Médecine, d'Odonto-stomatologie (MRTC/FMOS), je ne citerai pas de nom au risque d'oublier certains. Tous ont coopéré patiemment aux différentes étapes, dans des conditions souvent pénibles et fastidieuses. Vous avez tous participé à sa réalisation, du fait de vos conseils et vos encouragements. Merci pour votre gentillesse et votre disponibilité. Recevez ici mes sincères salutations ainsi que ma reconnaissance. Toute ma sympathie. Ce travail est le vôtre.

À l'unité de Ecologie moléculaire :

Au Professeur Alpha Seydou YARO : votre amour pour les autres ont été pour moi d'un apport inestimable tant sur le plan professionnel que social. Vous avez été toujours là et disponible pour les autres. Votre étonnante disponibilité, votre rigueur scientifique, vos conseils judicieux, votre maîtrise des problèmes scientifiques et votre savoir-faire ont permis la bonne réalisation de cette œuvre. Puisse Dieu vous donner une longue et heureuse vie.

À mon mentor Moussa DIALLO : C'est avec un immense plaisir que je prends mon stylo pour vous écrire ces quelques mots. Les efforts que vous avez faits pour moi, le temps que vous m'avez donné, les conseils avisés qui éclaireront mon chemin je ne pourrais jamais vous remercier à la hauteur de ce que vous m'avez donné, car grâce à vous, j'ai connu des encadreurs humanistes.

Au Dr Djibril SAMAKE : cher aîné académique recevez toute ma gratitude pour votre disponibilité et votre appui sur le terrain, pour son encouragement et ces conseils aussi bien sur le terrain que dans la réalisation de ce travail.

Je remercie le docteur Tovi LEHMANN, toute ma reconnaissance à l'endroit du LMVR/NIH.

Je remercie LIG (Laboratoire Immuno-Génétique) pour le soutien financier de cette étude.

Chers collaborateurs, votre endurance, votre amour pour le travail.

À Tous mes maîtres et aînés du MRTC : Pr Sékou Fantamady TRAORE, Pr Seydou DOUMBIA, Pr Kassoum KAYENTAO , Dr Adama DAO, Dr Mamadou B. COULIBALY, Pr Guimogo DOLO, Pr Djibril SANGARE, Dr Nafomon SOGOBA, Pr Mahamadou DIAKITE , Dr Sibiry SAMAKE, Dr Ousmane MAIGA, Dr Moussa KEITA, Ibrahim Moussa SISSOKO, Dr Mohamed Moumine TRAORE, Dr Mahamadou DEMBELE, Dr Moussa NIANGALY, Boubacar COULIBALY, Adama SACKO, Abdramane FOFANA, Dr Oumou NIARE, Dr Brehima DIALLO, Pr Yaya KASSOGUE, , Pr Sory DIAWARA, Dr Abdallah DIALLO, Dr Cheick A. COULIBALY, Pr Brehima DIAKITE, Sekou GOITA , Sekouba COULIBALY, Makan CAMARA, Salif KONE, Moridiè SIDIBE, Daman SYLLA, Boubacar TEMBELY, Daouda NIARE, Dr Sidy BANE

À **ma camarade thésard et mes collègues** : Mamou Sanogo, Josué POUDIOUGO, Alassane dit ASSITOUN, Dougoufana SAMAKE, Drissa COULIBALY, Oumar KANE, Sekouba BAGAYOKO, Kadiatou CISSE, Fatoumata OULALE, Mamadou TRAORE, Fadimata CAMARA, Salif THIAM, Daouda OUOLOGUEM, Boubacar COULIBALY et Yaya COULIBALY.

À tous nos chauffeurs et guides des villages :

Madou DIARRA, Marcel COULIBALY, Abdoulaye Coulibaly, Bemba DIARRA, Abdallah SISSAKO, Ousmane Thiam, Mamadou KEITA, Abdoulaye Coulibaly, Moussa Diallo.

Merci pour votre disponibilité. Ce fut agréable de travailler avec vous.

À mes amis et camarades :

Djibril KEITA, Mamadou DIAKITE, Mamadou Samassekou, Mahamadou TOGOLA, Mahamoudou KONATE, Soya MAGUIRAGA Ibrahim TRAORE, Karim DIARRA, Mohamed MOUSSA, Abdoulaye SANGARE, Moussa SIDIBE, Korotimi Diarra, Coumba KONE, Salif COULIBALY, Madina CISSOKO, Yahaya KEITA, Sidi M KONE, Ousmane DJIRE, Sediba Keita, Sagada Diallo, Natenin Coumaré, Abdoul Mounini Traoré, Ousaze Ibrahim Ongoiba, Ousaze Sadio Coulibaly, Alassane Keita.

À toute la 13ème promotion (ALI NOUHOUM DIALLO) du Numerus clausus section Médecine.

A mon groupe d'exposé qui m'a épaulé tout long de ce cursus.

À tous les membres de la Ligue Islamique des Élèves et Étudiants du Mali (L.I.E.E.MA).

À tous ceux qui ont contribué de loin comme de près à la réalisation de ce travail. Recevez mon respect et ma reconnaissance. Que le Tout-puissant vous le rende par bien plus.

Aucun mot ne saurait exprimer votre encouragement, votre accompagnement et votre respect envers ma personne. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'avez offert sans faille et votre grandeur d'âme incomparable. Que le Bon Dieu vous garde et vous procure santé et bonheur. Amina yarabi !

## **HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY**

### **A notre Maître et Président du jury**

#### **Pr Guimogo DOLO**

- PhD en Entomologie et Parasitologie médicale,
- Responsable de l'enseignement de la génétique à la FMOS,
- Chef de l'Unité Biologie moléculaire du MRTC-Entomologie,
- Membre du Comité Sahélien des Pesticides (CILSS),
- Membre du Vector Control Working Group (VCWG) de Roll Back Malaria,
- Consultant du Programme Health Institut de l'Université de Columbia.

Cher Maître, c'est un honneur et une fierté pour nous de vous voir juger cette thèse. Merci pour la qualité de l'enseignement reçu et pour tout ce que vous apportez dans le domaine de la recherche. Puisse le Tout-puissant vous gratifiez convenablement. Veuillez recevoir l'expression de toute ma considération et de ma profonde gratitude.

### **A notre Maître et Directeur**

#### **Professeur Kassoum KAYENTAO**

- Directeur de recherche en Biostatistique/Santé publique
- Responsable adjoint de l'unité Paludisme et grossesse
- Enseignant et Chercheur

Cher maître,

Cher Maître, Votre parcours professionnel, vos qualités scientifiques et votre expérience font de vous une référence dans le domaine de la recherche vous l'un de mes principales inspirations pour ma carrière professionnelle. Votre gentillesse, votre chaleur humaine, votre ardeur et votre rigueur scientifique font de vous un homme aux qualités indéniables. Veuillez trouver ici, cher maître l'expression de notre sincère reconnaissance. Qu'ALLAH vous prête longue vie.

## **A notre Maître et co-directeur**

### **Dr Moussa KEITA**

- PhD en Entomologie et Parasitologie médicale,
- Maître-Assistant en Entomologie-Parasitologie à la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie (FMOS),
- Chercheur au Centre de recherche et de formation sur le paludisme (MRTC)

Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez placée en nous proposant ce travail. Nous avons apprécié vos qualités humaines et scientifiques tout au long de cette thèse. Votre honnêteté intellectuelle, votre grand abord facile ont satisfaits notre admiration. Nous sommes très fiers et très honorés d'être comptés parmi vos disciples. Cher maître c'est un immense plaisir de vous manifester ici, solennellement notre profonde gratitude et nos sincères remerciements qu'Allah vous préserve.

## **A notre Maître et membre du jury**

### **MC Yaya KASSOGUE**

- Maître de conférences en Génétique et Pathologie Moléculaire à la FMOS ;
- PhD en Génétique et Pathologie Moléculaire ;
- Lauréat du prix de thèse Pharo 2009, Marseille, France ;
- Investigateur principal du projet « Etude de la pharmacogénétique des ARVs au Mali, en Afrique »
- Co-investigateur des projets D43 et UO1
- Chercheur au Centre de recherche et de formation sur les pathologies moléculaires (CREFPAM).

Cher Maître, votre expertise, votre rigueur, votre sens élevé de la compréhension apporteront un plus à la qualité de cette thèse. Vous êtes un exemple pour la jeune génération de futurs chercheurs.

Soyez remercié pour tout le travail que vous abattez dans le domaine de la recherche en Entomologie. Veuillez recevoir Cher Maître l'expression de ma profonde reconnaissance.

## **A notre Maître et membre du jury**

### **Mr. Zana Lamissa SANOGO**

- Attaché de recherche à la FAPH,
- Assistant de recherche à l'unité d'écologie vectorielle du paludisme au centre de recherche et de formation sur le paludisme (MRTC)
- Chargé de cours d'éthique et bioéthique au département de recherche en santé publique à la faculté de médecine et d'odontostomatologie (FMOS)

Cher Maître, Votre sagesse, votre humilité, votre courtoisie, l'honnêteté intellectuelle qui vous caractérise et surtout votre grande culture scientifique, forcent notre respect et admiration. Vos qualités humaines, professionnelles ainsi que votre ouverture d'esprit font de vous un Maître exceptionnel.

Trouvez ici cher Maître, notre plus profonde gratitude et reconnaissance. Qu'Allah nous guide toujours.

## SIGLES ET ABRÉVIATIONS

<b>ABTS</b>	Acide-2,2'-azino-bis-(3-éthylbenzothiazoline-6)-sulphonique
<b>ADN</b>	Acide Désoxyribonucléique
<b>al</b>	collaborateurs
<b>An.</b>	<i>Anopheles</i>
<i>An.gamf</i>	<i>Anopheles gambiae sl</i> femelle
<b>AR</b>	<i>Arabensis</i>
<b>ARNr</b>	Acide Ribonucléique ribosomal
<b>BB</b>	“Blocking buffer” (tampon de blocage)
<b>C.S.COM</b>	Centre de santé communautaire
<b>CDC</b>	Centers for Disease Control and Prevention (Centres pour le contrôle et la prévention des maladies)
<b>CIS43LS</b>	Cellular Immunology Section 43 Lysine and Serine (Section 43 de l'Immunologie Cellulaire - Lysine et Sérine)
<b>CTA</b>	Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artémisinine
<b>CPS</b>	Chimio prévention du Paludisme Saisonnier
<b>CSP</b>	Protéine Circumsporozoite
<b>Dec</b>	Décembre
<b>dNTPs</b>	désoxynucléotides triphosphates
<b>EDTA</b>	Ethylène-Diamine-TétraAcétique
<b>ELISA</b>	Enzyme-linked Immunosorbent Assay (Méthode immune-enzymatique)
<b>Fevr</b>	février
<b>FMOS</b>	Faculté Médecine et odontostomatologie
<b>Jan</b>	janvier
<b>Juil</b>	Juillet
<b>IAS</b>	Indice d'Antigène Sporozoïtique

<b>MRTC</b>	Malaria Research and Training Center (Centre de recherche et de formation sur le paludisme)
<b>m.a</b>	Agressivité ou Taux de pique
<b>MII</b>	Moustiquaire Imprégnée d’Insecticide
<b>mM</b>	Millimole
<b>ng</b>	Nanogramme
<b>nM</b>	Nanomole
<b>Nov</b>	Novembre
<b>Oct</b>	Octobre
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>P</b>	<i>Plasmodium</i>
<b>pb</b>	Paires de bases
<b>PBS</b>	“Phosphate Buffered Saline”
<b>Pers</b>	Personne
<b>PID</b>	Pulvérisation Intra Domiciliaire
<b>Pi</b>	Piqûre infectante
<b>PNLP</b>	Programme National de Lutte contre le Paludisme
<b>PYs</b>	Pyréthrinoïdes
<b>Sep</b>	Septembre
<b>s.l</b>	sensu lato
<b>s.s</b>	sensu stricto
<b>TA</b>	Température Ambiante
<b>TAP</b>	<b>Total ayant piqué (gorgé + semi grvide)</b>
<b>Taq</b>	<i>Thermus aquaticus</i>
<b>T.i</b>	Taux d’infection
<b>TIE</b>	Taux d’Inoculation Entomologique



<b>TPI</b>	Traitement Préventif Intermittent
<b>U</b>	Unité
<b>UV</b>	Ultraviolet
<b>USTTB</b>	Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
<b>WHO</b>	World Health Organization (Organisation Mondiale de la Santé)
<b>%</b>	Pourcentage
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>µl</b>	Microlitre
<b>µM</b>	Micromole

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Densité moyenne d'An. gambiae sl dans les différents villages de mai 2022 à mars 2023.....	22
Tableau 2: Composition spécifique d'An. gambiae s.l. en fonction des saisons.....	24
Tableau 3: Variation saisonnière de l'agressivité d'An. gambiae s.l en fonctions des différents villages.....	26
Tableau 4: Taux d'infection en fonction des saisons à Kalifabougou et environs.....	27
Tableau 5 : Variation de l'origine du repas sanguin de l'Anopheles gambiae s.l. en fonction des 3 saisons.....	28

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle biologique des Plasmodies.....	5
Figure 2 : Cycle biologique des anophèles.....	7
Figure 3 : Carte géographique des différents villages d'étude.....	16
Figure 4 : Variation de pluviométrie et de la température moyennes mensuelles de mai 2022 à avril 2023 (38).....	16
Figure 5 : Photos montrant une séance de pulvérisation (Spray-catch) (étalage de draps, pulvérisation et collecte de moustiques).....	19
Figure 6 : Densité médiane annuelle d' <i>An. gambiae</i> s.l. en fonction des villages.....	21
Figure 7 : Densité moyenne mensuelle par case d' <i>An. gambiae</i> s.l dans les différents villages .....	21
Figure 8: Fréquence relative des différentes espèces d' <i>Anopheles gambiae</i> s.l. dans les différents villages combinés de mai 2022 à avril 2023.....	23
Figure 9 : Variation saisonnière de la composition d' <i>An. gambiae</i> s.l.....	25
Figure 10 : Agressivité moyenne mensuelle d' <i>An. gambiae</i> s.l dans les différents villages.....	26
Figure 11 : Proportion d' <i>Anopheles gambiae</i> s.l. positif à <i>P. falciparum</i> au test d'ELISA.....	27
Figure 12: Variation mensuelle du taux d'inoculation entomologique d' <i>An. gambiae</i> s.l. à Kalifabougou et environs de mai 2022 à avril 2023.....	29
Figure 13 : Variation saisonnière du taux d'inoculation entomologique à Kalifabougou et environs.....	30

# TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ENSEIGNANTS DE FACULTE DE MEDECINE ET d'odontostomatologie.....	I
Dédicace.....	XIII
Remerciements.....	XIV
Hommages aux membres du jury.....	XIX
Sigles et abréviations.....	XXII
Liste des tableaux.....	XXV
Liste des figures.....	XXVI
Table des matieres.....	XXVII
1 Introduction.....	1
2 Objectifs.....	3
2.1 Objectif général.....	3
2.2 Objectifs spécifiques.....	3
3 Généralités.....	4
3.1 Parasite du paludisme et son cycle biologique.....	4
3.1.1 Parasite du paludisme.....	4
3.1.2 Cycle biologique du <i>Plasmodium</i> .....	4
3.1.3 Cycle sporogonique (chez le moustique).....	4
3.1.4 Cycle exo-érythrocytaire et érythrocytaire (chez l'hôte humain).....	5
3.2 Le vecteur.....	6
3.2.1 Taxonomie.....	6
3.2.2 Ecologie vectorielle.....	6
3.2.3 Cycle de vie des anophèles.....	7
3.2.4 Stade d'œuf.....	8
3.2.5 Stade larvaire.....	8
3.2.6 Stade nymphal.....	8

3.2.7	Stade adulte.....	8
3.2.8	Choix de l'hôte et alimentation.....	9
3.2.9	Lieu de repos.....	9
3.2.10	Vol et dispersion.....	10
3.3	Méthodes de lutte contre le paludisme.....	11
3.3.1	Lutte anti vectorielle.....	11
3.3.2	Lutte antiparasitaire :.....	13
4	Materiel et methodes.....	15
4.1	Période et lieux d'étude.....	15
4.1.1	Situation géographique des villages d'études.....	15
4.1.2	Climat et Végétation.....	16
4.2	Collecte des données.....	18
4.2.1	Matériels.....	18
4.2.2	Collecte des moustiques.....	18
4.2.3	Traitement des moustiques collectés au laboratoire.....	19
4.3	Saisie et analyse des données.....	20
4.4	Considérations éthiques.....	20
5	Résultats.....	21
5.1	La composition de la faune culicidienne.....	21
5.2	Densité d' <i>An. gambiae s.l.</i> .....	21
5.3	La composition vectorielle.....	23
5.4	Taux d'agressivité d' <i>An. gambiae s.l.</i> .....	26
5.5	Taux d'infection (T.i) <i>Anopheles gambiae sl</i> à Kalifabougou et environs.....	27
5.6	Taux anthropophilie.....	28
5.7	Taux d'inoculation entomologique à Kalifabougou et environs.....	29
6	Commentaires et discussion.....	31

6.1	Composition de la population vectrice étudiée.....	31
6.2	Variation de la densité et de l'agressivité des vecteurs.....	31
6.3	Infectivité d' <i>Anopheles gambiae s.l.</i> .....	32
6.4	Limites de l'étude.....	33
7	CONCLUSION.....	34
8	Recommandations.....	35
9	Reference bibliographique.....	36
10	ANNEXES.....	41
10.1	FICHE SIGNALETIQUE.....	47
10.2	SERMENT D'HIPPOCRATE.....	51

# 1 INTRODUCTION

Le paludisme est une maladie fébrile et hémolytique causée par un parasite du genre *Plasmodium* (P.), généralement transmis à l'homme par la piqûre infectante d'un moustique femelle du genre *Anopheles* (An.). Six espèces de *Plasmodium* ont été décrites chez l'homme : *P. falciparum*, la plus dangereuse, *P. malariae*, *P. ovale*, *P. vivax*, *P. knowlesi* (1) et *P. cynomolgy* (2). Une soixantaine d'espèces sont vectrices sur plus de quatre cent soixante-quatre décrites, les principaux vecteurs appartenant au complexe *An. gambiae* et au groupe *funestus* (3). Au Mali, les principaux vecteurs sont *An. gambiae*, *An. arabiensis*, *An. coluzzii* et *An. funestus* (4). Le paludisme est un problème de santé publique en Afrique subsaharienne. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2021, environ 247 millions de cas de paludisme ont été enregistrés dans le monde, avec 619 000 décès (3). La plupart de ces cas, soit 95% du paludisme et décès 96% ont été enregistrés dans la région africaine (5). Au Mali, 2 884 827 cas confirmés et 1 454 décès ont été enregistrés dans les établissements de santé en 2021 (6).

La transmission est saisonnière et dure de 4 à 6 mois dans la zone soudanienne, de 3 à 4 mois dans les zones nord-soudanienne et sahélienne, et sporadique dans la zone saharienne. Les taux d'infection les plus élevés chez les moustiques se produisent à la fin de la saison des pluies, vers septembre-octobre (7,8). Pendant la saison sèche, la transmission est presque indétectable dans les zones éloignées des cours d'eau. Dans les zones de riziculture, où la productivité larvaire est davantage liée au calendrier d'irrigation qu'aux précipitations, la transmission est continue. A la fin de la saison des pluies, l'assèchement rapide des gîtes larvaires est très marqué en zone sahélienne, entraînant une réduction considérable des densités de vecteurs du paludisme. Il est important de souligner que l'entomologie médicale est néanmoins indispensable pour identifier les insectes vecteurs, évaluer leur risque pour la santé des populations et les contrôler (10).

La stratégie nationale de lutte contre le paludisme au Mali repose sur quatre piliers principaux : i.) le traitement curatif précoce avec les CTA, ii.) la chimioprévention du paludisme saisonnier chez les enfants de 3 à 59 mois (CPS), iii) le traitement préventif intermittent (TPI) avec la sulfadoxine-pyriméthamine (SP) chez les femmes enceintes, iv.) la lutte antivectorielle, cette dernière est essentiellement basée sur la couverture universelle en moustiquaires et la pulvérisation d'insecticides à effet rémanent.

La recherche sur les vaccins est en cours sur plusieurs sites au Mali. À Kalifabougou et dans ses environs, un essai clinique d'un vaccin antipaludique à base d'anticorps monoclonal appelé

CIS43LS (Section 43 de l'Immunologie Cellulaire - Lysine et Sérine) est en cours. Les premiers résultats ont montré un taux d'efficacité de 88% dans la prévention des infections palustres chez des adultes en bonne santé (11). Afin de mettre à jour les données sur la transmission du paludisme, nous avons entrepris une étude pour évaluer les paramètres entomologiques de la transmission du paludisme dans le village de Kalifabougou et environs. Nous pensons que cette étude pourrait être un complément aux différents paramètres d'évaluation des vaccins en cours.



## **2 OBJECTIFS**

### **2.1 Objectif général**

Étudier la dynamique des paramètres entomologiques de la transmission du paludisme dans les villages de Kalifabougou et environs.

### **2.2 Objectifs spécifiques**

- Déterminer la composition des vecteurs du paludisme ;
- Déterminer la composition spécifique d'*Anopheles gambiae* sensu lato ;
- Déterminer les variations saisonnières des paramètres entomologiques de la transmission.

### **3 GÉNÉRALITÉS**

#### **3.1 Parasite du paludisme et son cycle biologique**

##### **3.1.1 Parasite du paludisme**

Le Plasmodium est un parasite protozoaire appartenant à l'embranchement des Apicomplexa, à la classe des Aconoidasida, à l'ordre des Haemosporida et à la famille des Plasmodiidae. Son cycle de vie est divisé en deux phases : l'une chez l'homme et l'autre chez certaines espèces de moustiques (12,13).

Six espèces de Plasmodium (également appelées Plasmodies) sont pathogènes pour l'homme : *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae*, *P. ovale*, *P. cynomolgy* et *P. knowlesi*, qui infecte également les singes et se trouve en Asie du Sud-Est. Parmi ces espèces, *P. falciparum* est la plus répandue dans la plupart des régions tropicales (14) et est responsable du plus grand nombre de cas graves et de décès liés au paludisme (15).

##### **3.1.2 Cycle biologique du Plasmodium**

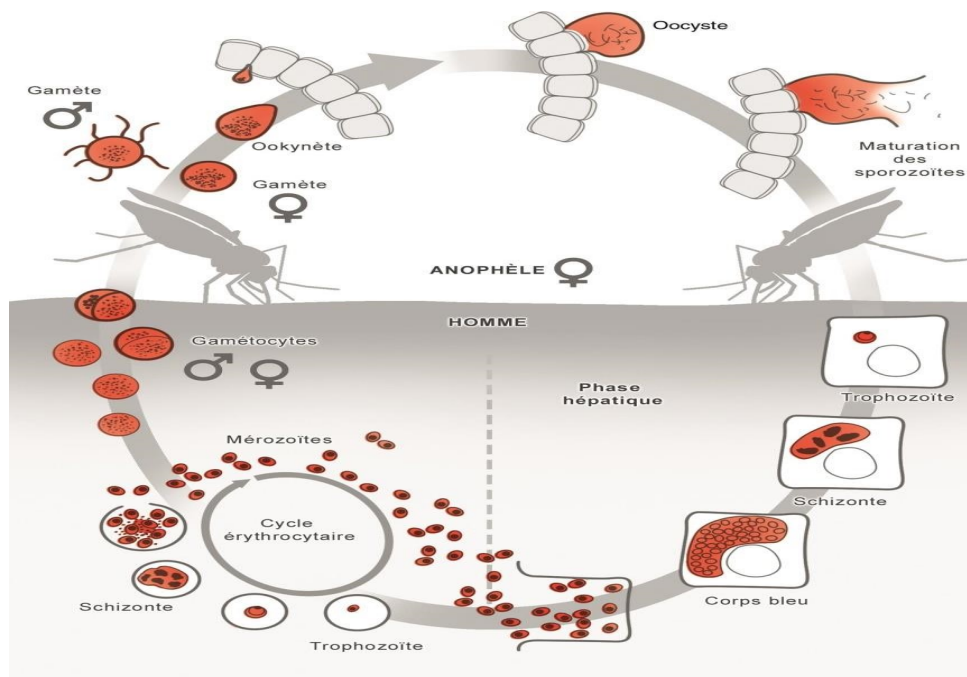
Le *Plasmodium* pour assurer son développement et sa multiplication (cycle de vie) passe par trois phases : une chez le moustique (cycle sporogonique) et les deux autres chez l'hôte humain (le cycle érythrocytaire dans les hématies humaines et le cycle exo-érythrocytaire en dehors des hématies) (Figure 1.) (16).

##### **3.1.3 Cycle sporogonique (chez le moustique)**

En piquant une personne infectée, le moustique femelle ingère les hématies (globules rouges) contenant des gamétocytes avec le repas de sang pris. Ces hématies s'éclatent dans le tube digestif de l'insecte et libèrent les gamétocytes qui se développent par la suite, puis passent au stade sexuel mature en devenant des gamètes. Les gamètes mâles et femelles s'unissent pour former un zygote qui se développe en ookinète mobile, pénètre dans la paroi de l'estomac du moustique et se transforme en oocyste sphérique. À l'intérieur de l'oocyste, le noyau se divise à répétition, formant un grand nombre de sporozoïtes et entraînant un grossissement de l'oocyste qui se rompt et libère les sporozoïtes dans la cavité générale du corps du moustique (l'hémocèle), après leur développement complet. Ces sporozoïtes migrent alors vers les glandes salivaires. Le temps nécessaire pour le développement des sporozoïtes est en général de 8 à 15 jours selon l'espèce plasmodiale, l'humidité et la variation de la température. Les sporozoïtes une fois au stade infectant, se mélangent à la salive du moustique et sont injectés à un hôte humain lorsque le moustique prendra un autre repas sanguin (13,17,18)

### 3.1.4 Cycle exo-érythrocytaire et érythrocytaire (chez l'hôte humain)

Chez l'hôte humain, le cycle de vie du parasite débute par la pénétration des sporozoïtes dans la circulation sanguine par la piqûre de moustique femelle infectée. Ces sporozoïtes sont rapidement acheminés vers le foie où ils se multiplient dans les hépatocytes conduisant à un développement intrahépatique qui (par prolifération et différenciation) aboutit à la libération des mérozoïtes, qui à ce stade, ont adopté une morphologie citronnée, capable d'infecter les érythrocytes (19). Les mérozoïtes, une fois dans la circulation sanguine, envahissent les hématies et subissent un développement intra érythrocytaire passant par différentes étapes (anneau, trophozoïte et schizonte) afin d'aboutir à la naissance de nouveaux mérozoïtes. Certains de ces nouveaux mérozoïtes qui sont libérés à la suite de la lyse des érythrocytes iront infecter de nouveaux érythrocytes (19,20) tandis que d'autres se développeront en gamétocytes qui seront ingérés par un moustique femelle lors de l'ingestion d'un autre repas de sang humain (19).



Source : ANOFEL. Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie. Le paludisme. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/parasitologie/enseignement/paludisme/site/html/1.html>.

Figure 1 : Cycle biologique des Plasmodies

## 3.2 Le vecteur

### 3.2.1 Taxonomie

Les moustiques qui transmettent le parasite à l'être humain appartiennent au phylum des *Arthropoda*, à la classe des *Insecta*, à l'ordre des *Diptera*, au sous-ordre des *Nematocera*, à la famille des *Culicidae* et à la sous-famille *Anophelinae* et genre *Anopheles*. Le genre *Anopheles* regroupe 68 espèces vectrices du *Plasmodium* (14,21).

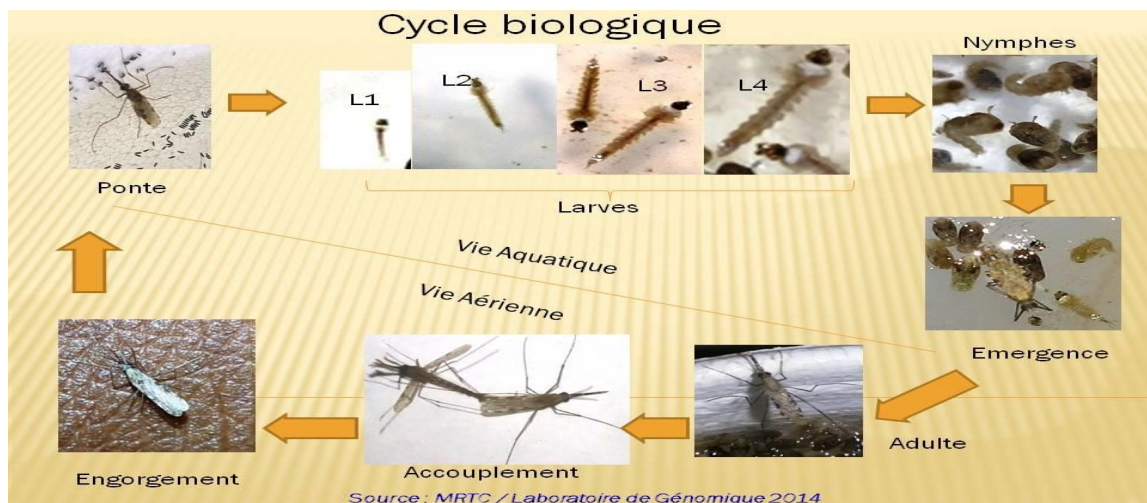
### 3.2.2 Ecologie vectorielle

Les anophèles ont des tendances endophiles et exophiles et des tropismes anthropophiles et zoophiles. Les vecteurs de plasmodiums humains à tendance endophiles comprennent : *An. gambiae*, *An. arabiensis*, *An. funestus* en Afrique ; *An. culicifacies*, *An. minimus* en Asie, *An. darlingi* en Amérique, groupe *An. punctulatus* dans le Pacifique Sud. Les espèces exophiles, sont : *An. coustani*, *An. nili*, *An. pharoensis* en Afrique ; *An. diruss.* *An. balabacensis*, *An. maculatus* en Asie, *An. flavirostris* aux Philippines. *An. nuneztovari*, *An. albimanus* en Amérique centrale et du Sud (22). *An. gambiae* (forme moléculaire S) s'observe essentiellement en saison de pluies et en savane sud-soudanienne le long des cours d'eau, alors qu'*An. coluzzii* (forme moléculaire M) se rencontre aussi bien en saison de pluies qu'en saison sèche et presque partout dans le pays et *An arabiensis* (forme moléculaire A) dans les zones sahéliennes (23). Les *Plasmodium* responsables du paludisme humain sont généralement transmis accidentellement à l'Homme par la piqûre de moustique femelle du genre *Anopheles*, lors de leur repas de sang nécessaire pour la maturation de leurs œufs. Les moustiques mâles, à la différence des femelles se nourrissent uniquement de nectar de plante (24) et ne transmettent pas le paludisme ; seuls les femelles assurent la transmission des parasites du paludisme à l'Homme (17). Les anophèles femelles piquent essentiellement la nuit et plus précisément entre le coucher et le lever du soleil, soit généralement entre 18 h et 6 h (25). On estime entre 3 à 4 semaines la longévité moyenne dans la nature des principaux vecteurs de plasmodium en Afrique subsaharienne (26,27) à cependant, d'autres adultes survivent tout au long de la saison sèche jusqu'à 7 mois au sahel (9), autrement dit la survie est très variable selon les espèces et est également fonction des conditions écologiques et climatiques générales et locales telles que le degré d'humidité ou la température, l'influence des prédateurs, etc. .

Leur cycle gonotrophique se décrit en 3 étapes, à savoir : la recherche de l'hôte par la femelle à jeun pour son repas de sang, l'ingestion et la digestion du sang accompagnée de la maturation des follicules ovariens et la recherche du lieu de ponte par la femelle gravide et l'oviposition (28). Les larves d'anophèles vivent dans l'eau mais possèdent une respiration aérienne. Il existe une multitude de gîtes larvaires issus des collections naturelles d'eau ou résultant de l'activité humaine (22).

### 3.2.3 Cycle de vie des anophèles

Le cycle de vie des anophèles comprend quatre stades : œuf, larve, nymphe et adulte. Le cycle de vie des anophèles est caractérisé par la succession de deux phases : i) la première est aquatique et recouvre la vie pré imaginale, c'est-à-dire l'œuf, les quatre stades larvaires et la nymphe ; ii) la seconde est aérienne et concerne l'adulte ou imago (29,30). Au cours de son cycle biologique, les moustiques subissent deux métamorphoses : de la larve à la nymphe et de la nymphe à l'adulte (Figure 2). Pour le développement de chacun des stades il faut de la température et des facteurs nutritionnels.



Source : MRTC/Laboratoire de génomique 2014

Figure 2 : Cycle biologique des anophèles

### **3.2.4 Stade d'œuf**

Selon les espèces de moustiques, les femelles pondent 50 à 300 œufs par cycle gonotrophique munis de flotteurs latéraux, remplis d'air mesurant 0,47 à 0,48 mm de long chacun et protégés par plusieurs enveloppes ne lui permettant pas de résister à la dessiccation. Le temps mis par les œufs pour éclore dépend de la température en grande partie, le temps d'éclosion est de 24 à 48 heures à une température de 30°C (31), tandis que dans les zones tempérées il varie de 7 à 14 jours.

### **3.2.5 Stade larvaire**

La larve comporte une tête bien développée munie de brosses buccales qui lui servent pour se nourrir (filtreurs). Leur abdomen porte des plaques dorsales sclérifiées et des soies palmées caractéristiques des anophèles. Ces soies contribuent au maintien de la larve juste sous la surface de l'eau, dans une position typique aux anophèles : parallèle à la surface, face dorsale vers le haut. Ces larves sont recouvertes d'un tégument rigide et inextensible composé de sclérotine et de chitine qui leur impose une croissance par mues. Les larves respirent l'air atmosphérique grâce à leurs spiracles dorsaux. Elles sont détritivores, se nourrissant d'éléments planctoniques comme les levures, les bactéries, les protozoaires. La durée totale de la vie larvaire est d'environ 8 à 12 jours (19). Il existe quatre stades larvaires (L1 à L4), la nymphose (dernière mue) transforme la larve du quatrième stade en une nymphe. La durée du développement larvaire varie selon la température et l'espèce.

### **3.2.6 Stade nymphal**

La nymphe a une forme de virgule et reste à la surface de l'eau. Elle est munie de deux trompettes respiratoires au travers desquelles elle respire quand elle est à la surface. Aucune alimentation n'a lieu au cours de ce stade mais la nymphe est mobile et réagit aux stimuli.

C'est le stade de repos (inactif) au cours duquel une importante transformation a lieu entre la vie aquatique et la sortie de l'eau pour une vie aérienne. Le stade nymphal dure environ 2 à 5 jours.

### **3.2.7 Stade adulte**

L'adulte émerge généralement de la nymphe au crépuscule. Une fois émergé de la nymphe, le moustique adulte marque un léger temps de repos pour laisser son corps durcir. Les moustiques s'accouplent peu après leur émergence (Fig. 2). Les mâles forment de grands essaims, généralement vers le crépuscule, et les femelles s'infiltrant

dans les essaims pour s'accoupler. Les mâles et les femelles se nourrissent de nectar, source d'énergie. Après l'accouplement, le moustique femelle va à la recherche un repas de sang pour que ses œufs puissent se développer. Chez certaines espèces, un seul repas suffit au développement des œufs. Chez d'autres, deux repas sont nécessaires, au moins pour le développement de la première série d'œufs. Le passage de l'œuf à l'adulte d'anophèle peut durer de 7 jours à 31°C à 20 jours à 20°C (24).

### **3.2.8 Choix de l'hôte et alimentation**

Les habitudes alimentaires et de repos des moustiques doivent être bien comprises, elles sont d'une grande importance dans les programmes de contrôle des vecteurs. La majorité des anophèles piquent la nuit, certains piquent juste après le coucher du soleil, d'autres piquent plus tard, aux environs de minuit ou même au petit matin. Certaines espèces d'anophèles entrent dans les maisons pour piquer (endophages), d'autres préfèrent piquer à l'extérieur (exophages). Les préférences trophiques des moustiques varient selon les espèces. Certains préfèrent prendre du sang chez l'homme plutôt que chez les animaux, ils sont appelés anthropophiles, tandis que d'autres, qui préfèrent le sang des animaux, ils sont appelés zoophiles. Les espèces anthropophiles sont les plus dangereuses, car elles sont susceptibles de transmettre la maladie d'homme à homme. Seules les femelles sont hématophages, l'alimentation sucrée concerne les mâles et les femelles.

### **3.2.9 Lieu de repos**

Après le repas de sang, le moustique femelle se repose pendant une courte période. Les moustiques qui ont piqués à l'intérieur se reposent habituellement sur un mur, sous le mobilier ou sur des vêtements pendus dans la maison : ils sont dits endophiles. Ceux qui piquent à l'extérieur se reposent habituellement sur des plantes, dans des trous, sur des arbres, sur le sol ou d'autres endroits frais et sombres : ils sont dits exophiles.

### **Digestion et maturation des œufs**

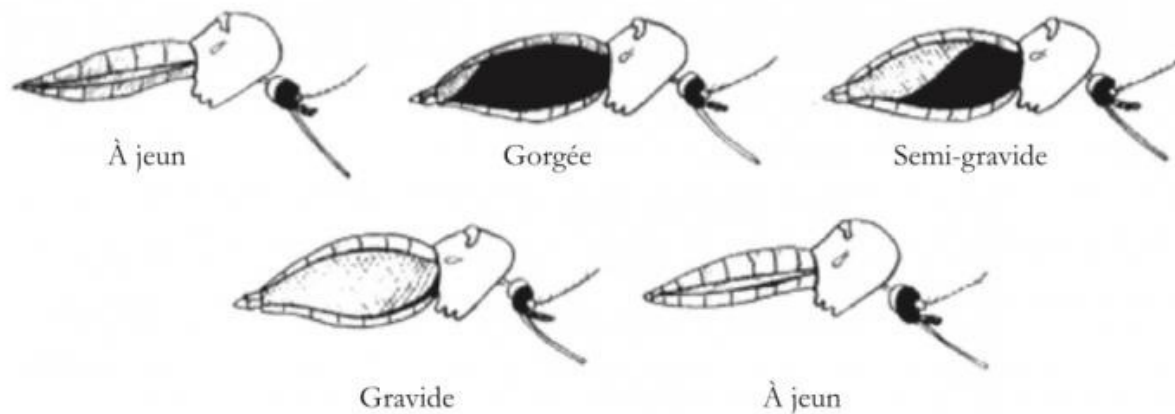
Après le repas de sang, la femelle se repose le plus souvent près du sujet sur lequel elle s'est nourrie. Le sang absorbé se concentre, devient noir et exsude les produits aqueux pendant 1 à 2 heures. Pendant la digestion, les ovocytes grossissent jusqu'à occuper la plus grande partie de l'abdomen qui paraît blanc par transparence. Sur la base de l'aspect de son abdomen, un anophèle femelle peut être classé en fraîchement gorgée, semi-gravide ou gravide.

**A jeun** : L'abdomen est très plat.

**Gorgée** : L'abdomen apparaît rouge clair ou sombre à cause du sang ingéré. Les ovaires occupent une petite place à l'extrémité de l'abdomen, ils ne sont pas rouges et concernent deux segments sur la face ventrale et, tout au plus, 5 segments sur la face dorsale.

**Semi-gravide** : Le sang est de couleur sombre, presque noir et occupe 3 ou 4 segments sur la face ventrale et 6 ou 7 sur la face dorsale de l'abdomen dont les ovaires occupent la plus grande partie.

**Gravide** : Le sang est réduit à une petite tache sombre sur la face ventrale. Les ovaires occupent le reste de l'abdomen.



**Source** : Carnevale P, Robert V, éditeurs. 3. Bio-écologie. In : Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle Marseille : IRD Éditions ; 2009. p. 47- 86. Disponible sur : <https://books.openedition.org/irdeditions/10389>

Figure 3 : principaux stades de digestion du sang et de maturation des ovaires

Une fois à maturité, l'ovocyte est pondu ; c'est au cours de la ponte, lors de son passage dans l'oviducte qu'il est fécondé par les spermatozoïdes conservés dans la spermathèque et devient un œuf (32). Après la ponte, l'anophèle part à la recherche d'un nouveau repas sanguin. Le cycle biologique qui débute par la piqûre d'un vertébré se poursuit par la digestion du sang et la maturation des ovocytes, puis par la recherche d'un site d'oviposition et enfin la recherche d'un nouvel hôte est dite cycle gonotrophique.

### 3.2.10 Vol et dispersion

Les capacités de vol varient d'une espèce à une autre et en fonction des conditions météorologiques. La dispersion moyenne des anophèles adultes en vol varie de 1 à 9 Km avec un rayon moyen de trois km autour du gîte larvaire (14,33).



### **3.3 Méthodes de lutte contre le paludisme**

En absence de vaccin, la stratégie mondiale de lutte contre le paludisme fait intervenir deux composantes à savoir : les actions contre le parasite et celles contre les vecteurs.

#### **3.3.1 Lutte anti vectorielle**

Le contrôle des vecteurs est une composante essentielle de la stratégie globale de lutte contre le paludisme établie par l’OMS et cette stratégie de lutte anti vectorielle se fonde sur l’utilisation de techniques efficaces contre les souches locales. Cette lutte anti vectorielle consiste à :

- Réduire la population de moustique (densité et durée de vie),
- Empêcher les piqûres,
- Combattre la prolifération des gîtes larvaires

Actuellement, la lutte contre les vecteurs repose essentiellement sur deux principales catégories d’interventions dirigées contre les larves et les adultes.

#### **Lutte anti-larvaire**

Elle s’effectue au niveau des gîtes, elle consiste à la destruction des larves avant qu’elles ne deviennent des adultes capables de transmettre le paludisme. Cette lutte est basée sur trois méthodes : les méthodes biologiques, Chimique et physique.

#### **Méthode biologique**

Cette méthode consiste à introduire, dans le biotope des moustiques, des espèces qui sont leurs ennemis, tels que les microorganismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques ; les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques comme *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) et *Bacillus sphaericus* qui tuent les larves et les nymphes en produisant des toxines, et les poissons larvivores, comme *Gambusia affinis* et le guppy (*Poecilia reticulata*).

Ils peuvent être utilisés dans les eaux d’irrigation des cultures vivrières et dans les eaux de boisson. Le Bti a le désavantage de n’être actif que par ingestion, puis sa densité l’entraîne au fond alors que les larves d’anophèle se nourrissent en surface. Elle se détruit très rapidement dans le milieu naturel et doit donc être réappliquée périodiquement (34).

*Gambusia* est plus efficace dans les eaux claires, tandis que *Poecilia* est utilisé avec succès dans les eaux polluées de matières organiques. *Poecilia* supporte des températures

plus élevées que *Gambusia* et convient donc mieux dans les rizières des pays chauds. Cependant, à l'inverse de *Gambusia*, il ne peut survivre à des températures inférieures à 10°C (34).

### **Méthode chimique**

Elle est basée sur l'utilisation d'une certaine quantité de pesticide sur la surface de l'eau qui abrite les larves et de les exposer à des substances naturelles ou de synthèse provoquant leur mort par empoisonnement.

- Les organophosphorés sont les plus utilisés, le Temephos qui a une très faible toxicité pour les mammifères a été le larvicide le plus utilisé dans le monde (34). Il peut être mis dans l'eau d'irrigation et a aussi été utilisé pour traiter les eaux de boisson. Il est cependant toxique pour les poissons, le Fenthion est aussi communément utilisé à condition de ne pas contaminer l'eau de boisson et les aliments.
- Le pétrole et ses dérivés sont utilisés pour les eaux stagnantes impropres à l'irrigation ou à la consommation par les animaux. Ils forment un film couche à la surface de l'eau, empêchant les larves de respirer.

### **La méthode physique**

On entend par lutte physique toute modification intentionnelle du milieu qui vise soit à faire disparaître ou réduire par des moyens physique les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent, soit à provoquer des modifications physiques du milieu qui rendent l'eau impropre à la reproduction des moustiques. Nous avons le drainage, le comblement de plans d'eau et de fossés, le boisement etc., cette intervention s'appelle modification environnementale.

### **Lutte contre les adultes (ou imagos)**

#### **➤ Moustiquaires imprégnées d'insecticides (MII)**

Elles offrent une bonne protection mécanique pour limiter le contact entre les humains et les vecteurs lorsqu'elles sont en bon état et que la taille de leurs mailles est adaptée. Elles ont un double effet, insecticide et répulsif, entraînent une diminution du nombre de moustiques dans les chambres où elles sont installées, et confèrent une protection partielle de l'utilisateur lorsqu'il dort sous sa moustiquaire.

### ➤ **Pulvérisations intra domiciliaires d'insecticides à effet rémanent (PID)**

C'est la méthode de lutte anti-vectorielle couramment employée. L'effet principal des insecticides est de tuer les moustiques quand ils pénètrent dans les maisons et se posent sur les surfaces traitées. Les pulvérisations ne sont ni efficaces ni utiles pour lutter contre les vecteurs qui préfèrent se poser à l'extérieur des habitations (moustiques exophile). En revanche, elles pourraient être efficaces pour les moustiques qui piquent à l'extérieur puis entrent dans les maisons pour se reposer après leur repas (moustiques endophiles).

### **Amélioration de l'habitat humain**

Elle permet d'empêcher l'entrée des moustiques et leur repos à l'intérieur. La protection par des moustiquaires aux fenêtres, aux avancées des toits, aux portes est une méthode efficace si elle est bien faite et entretenue. Les implantations de nouvelles habitations doivent être planifiées (plan, matériaux de construction, localisation par rapport aux gîtes) pour prévenir le paludisme (34).

### ➤ **Répulsifs**

Les répulsifs existent sous forme de crème, de lotion ou d'aérosol, qui peuvent être appliqués directement sur la peau ou sur les vêtements et peuvent réduire l'activité des moustiques. Les répulsifs constituent la mesure de protection individuelle.

### ➤ **Spirales anti-moustiques**

Les spirales sont très populaires et largement utilisées. Les spirales brûlent lentement et régulièrement pendant 6-8 h, libérant l'insecticide dans l'air qui tue ou éloigne les moustiques à distance.

### ➤ **Vêtements protecteurs**

L'utilisation des vêtements couvrant la plus grande partie du corps permet une protection individuelle contre les piqûres de moustiques (34).

### ➤ **Lutte génétique**

Elle offre des opportunités de lutte contre le paludisme. L'utilisation des souches transgéniques de moustiques a pour objectif de remplacer ou supprimer les populations de vecteurs sauvages et ou de réduire la transmission (35).

## **3.3.2 Lutte antiparasitaire :**

Elle est basée sur la prévention et le traitement des cas. La lutte préventive peut se baser sur le traitement présomptif intermittent (TPI), le traitement des cas du paludisme simple

se fait par les ACT qui agissent sur les schizontes (schizonticides) et sur les gamètes (gamétocides) et les cas graves avec les sels de quinine à l'hôpital.

En plus de recommander des vaccins qui peuvent constituer un arsenal de prévention du paludisme une fois qu'ils auront été approuvés et mis à disposition, comme le vaccin CIS43LS (11), qui n'a actuellement pas de recommandation de l'OMS, l'OMS recommande le vaccin R21/Matrix-M pour la prévention du paludisme chez les enfants (36) et le vaccin RTS, S/AS01 pour les enfants à risque de contracter le paludisme (37).

## **4 MATERIEL ET METHODES**

### **4.1 Période et lieux d'étude**

Cette étude de type longitudinal à passages transversaux mensuels, s'est déroulée de mai 2022 à avril 2023 dans six villages des communes de Kalifabougou et de Diedougou Torodo. Il s'agit de : Kalifabougou, Wassorola et Mindjourou dans la commune rurale de Kalifabougou et Torodo, Kountou, et Zeala commune rurale de Diedougou Torodo. Toutes ces deux communes sont situées dans le cercle de Kati, région de Koulikoro (2<sup>ème</sup> région administrative du Mali).

#### **4.1.1 Situation géographique des villages d'études**

- **Kalifabougou**

La commune de Kalifabougou est située au nord-ouest du cercle de Kati, à environ 35 km.

Ces autres limites sont :

A l'Est par la commune rurale de Yelekebouyou ;

Au Sud-est par la commune rurale de Kambila ;

Au Sud par la commune rurale de Diago ;

Au Sud-ouest par la commune rurale de Dio-gare ;

A l'Ouest par la commune rurale de Bossofala ;

Au Nord-ouest par la commune rurale de Tjiba ; Au Nord par la commune rurale de Diedougou.

Le village de Kalifabougou (longitude : -8,17 2700 et latitude : 12,95 2469) est situé au nord-ouest de la ville de Kati est le chef-lieu de la commune qui porte son nom. Kalifabougou est aussi le site principal des études de recherche clinique du laboratoire d'immunogénétique du MRTC/FMOS. Le village a une population totale (hameaux y compris) de 2427 habitants (selon le recensement du MRTC 2020).

- Wassorola (longitude : -8,16 7590 et latitude : 12,90 5039) est situé à environ 6 Km au sud de Kalifabougou avec une population de 350 habitants.
- Mindjourou (longitude : -8,21 6699 et latitude : 13,00 9750) situé à 4 km au Nord de Kalifabougou, a une population estimée à 650 habitants.
- Torodo (longitude : -8,20 6340 et latitude : 13,05 9590) a une population de 993 habitants et se situe à 12 km au Nord de Kalifabougou.
- Kountou (longitude : -8,27 2999 et latitude : 13,09 9109) est situé à 7 km au Nord-Ouest de Torodo avec une population de 1197 habitants.

- Zeala (longitude : -8,26 3500 et latitude : 13,09 0180) avec une population de 738 habitants est à 4 km au Nord-Ouest de Torodo.

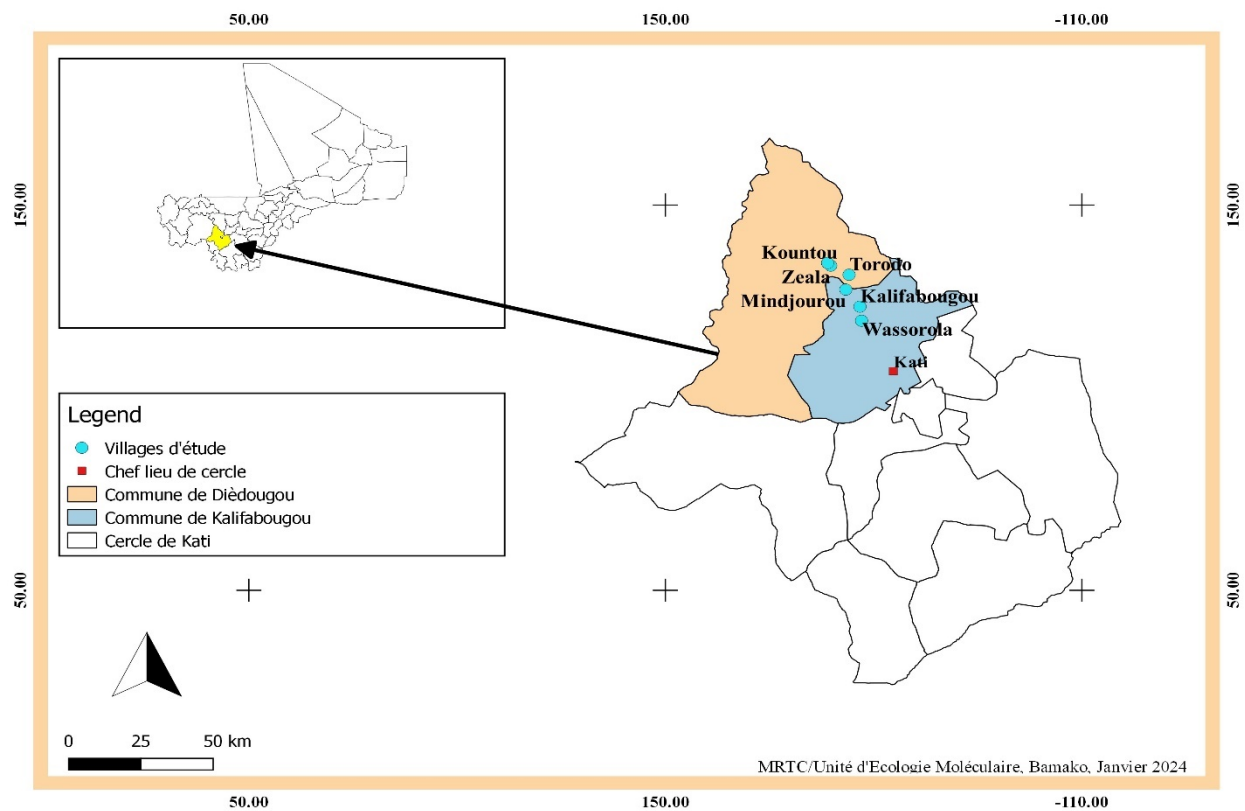


Figure 3 : Carte géographique des différents villages d'étude

Source : MRTC Entomologie/ Unité écologie moléculaire

#### 4.1.2 Climat et Végétation

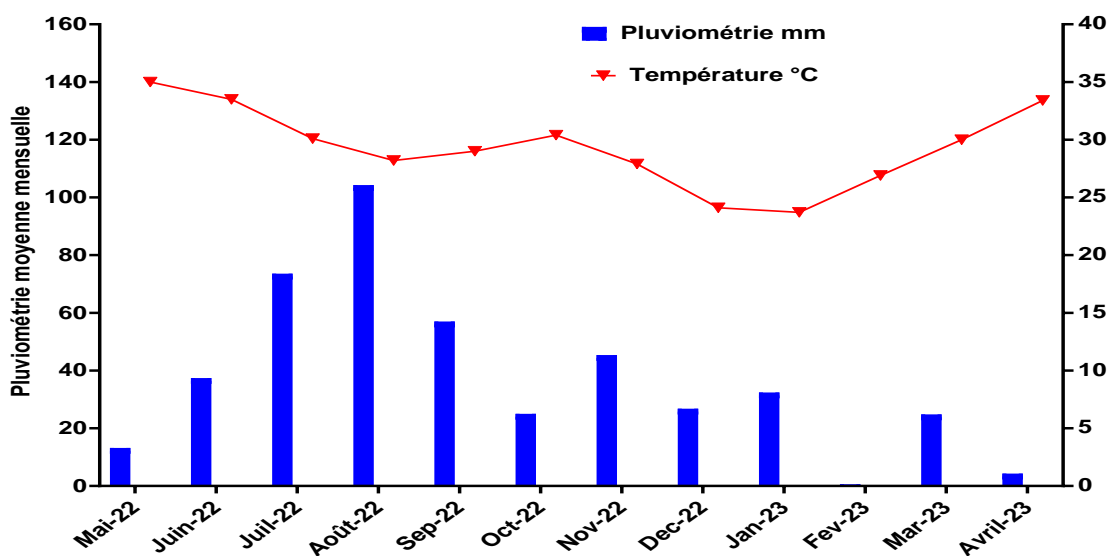


Figure 4 : Variation de pluviométrie et de la température moyennes mensuelles de mai 2022 à avril 2023 (38)

La variation de pluviométrie et de la température moyennes (figure 4) à Kalifabougou et environs de mai 2022 à avril 2023. Quelques rares précipitations sont cependant enregistrées pendant la saison sèche entre mars et mai. Kalifabougou est une zone soudanienne arbustive, sur l'année la température moyenne à Kalifabougou est de 28.5°C et les précipitations sont en moyenne de 748.7mm (38).

La flore est constituée de karité, Néré (*Parkia biglobosa* ou mimosa poudre), Zaban (*Landolphia senegalensis* ou Liane goine), Pekou (Raisin africain), Baobab, Cailcédrot etc. Cependant, on assiste à une dégradation de cette végétation suites aux coupes abusives et aux feux de brousse incontrôlés.

### **Faune**

La faune sauvage est constituée de lapins, pintades et perdrix etc. A côté de ceux-ci, on y trouve quelques espèces d'insectes d'importance médicale comme les Culicidae (*Anopheles*, *Culex*, *Aedes*), les Muscidae (mouche), les Psychodidae (*Phlebotomus*).

### **Hydrographie**

Dans ces villages, les cours d'eau se limitent seulement à quelques marigots et mares avec le tarissement deviennent des gîtes larvaires. Ces cours d'eau tarissent généralement avant le mois de janvier à l'exception de certains points d'eau des villages de Wassorola et Kalifabougou qui atteignent souvent le mois de mai sans tarir.

### **Infrastructures et équipements**

Les deux chefs-lieux de communes (Kalifabougou et Diedougou) disposent chacune un centre de santé communautaire. Le personnel du centre est composé d'un médecin, de deux matrones, d'une aide-soignante et d'un gérant de dépôt. Le CSCOM comprend une salle de consultation, une maternité, deux salles de repos, une salle de soins, un château d'eau et un dépôt de médicaments.

A Kalifabougou, l'équipe de recherche du DEAP installée dans le CSCOM, est composée d'une coordinatrice clinique, de trois investigateurs cliniques, d'un investigateur de laboratoire, de trois internes, d'un infirmier et de quatre guides locaux.

La commune Kalifabougou possède une carrière semi-industrielle dans le village de Kababougou qui est exploitée pour l'entretien de la piste principale Kati-Faladié (N'Tjiba) et pour les chantiers de Kati et Bamako.

## **4.2 Collecte des données**

Après avoir obtenu le consentement de la communauté, nous avons procédé à un recensement exhaustif des cases dans les différents villages. En fonction de la taille de chaque village, c'est-à-dire que le plus grand en termes de population avait plus de cases à enquêter et le plus petit avait moins de cases (chambres) à enquêter, nous avons sélectionné au hasard 30 à 60 cases pour la collecte des moustiques (60 cases à Kalifabougou 50 à Kountou 30 Wassorola 40 à Mindjourou 60 à Torodo et 40 à Zeala). Un numéro d'identification (inscrit sur le battant de la porte) a été attribué à chacune des cases sélectionnées.

### **4.2.1 Matériels**

Le matériel utilisé était constitué entre autres de : Draps blancs, Bombes insecticides (pyréthrinoïdes FATALA®), de fiches d'enregistrement de données, des pinces *forceps*, des boîtes de pétri, du gel silice, des tubes EPPENDORF 0,5 ml et 1,5 ml; des tubes FALCON 15 ml et 50 ml, des étiquettes, des stylos marqueurs et des gants.

### **4.2.2 Collecte des moustiques**

Les moustiques ont été capturés à l'aide d'une méthode de pulvérisation d'insecticide (aérosol à base de pyréthrinoïdes composé de perméthrine 0,19%, de tétraméthrine 0,33%, d'huile 49,46% et de parfum 0,02% et commercialisé sous le nom de FATALA®) à l'intérieur des habitations. Ces enquêtes ont été réalisées une fois par mois, avec un total de 280 pièces pulvérisées par mois, les captures débutaient entre 8 heures et 15 heures.

La technique de capture par pulvérisation pendant la journée a été utilisée. Elle consiste à étaler des draps blancs sur le sol de la pièce, à fermer les portes et fenêtres et toute autre ouverture d'aération, et à pulvériser un insecticide à base de pyrèthre. Il est à noter qu'avant la pulvérisation, tous les objets et denrées alimentaires potentiellement contaminables par l'insecticide ont été retirés de la pièce ou recouverts. Environ 5 à 10 minutes après la pulvérisation, les draps ont été repris en prenant soin de ramasser les moustiques morts ou mourants tombés sur les draps. Pour chaque concession enquêtée, le nom du propriétaire, le nombre de dormeurs et le nombre de moustiques collectés (par état de réplétion) ont été notés sur une fiche de collecte appropriée. A l'aide d'une pince, les adultes de *Anopheles gambiae s.l* ont été triés et séparés des autres selon leur état de réplétion : à jeun, gorgé, semi-gravide, et gravide. Ils sont d'abord placés dans une boîte de Pétri contenant du papier filtre humidifié puis transférés dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml contenant du gel silice et portant l'initial du village, la date de capture, et le numéro d'identification de la chambre. Le nombre d'anophèles capturés par quartier et par case est noté sur les fiches de renseignement et les échantillons sont



acheminés au laboratoire d'Entomologie au MRTC pour l'identification individuelle des espèces par la technique de biologie moléculaire.



Figure 5 : Photos montrant une séance de pulvérisation (Spray-catch) (étalage de draps, pulvérisation et collecte de moustiques).

#### **4.2.3 Traitement des moustiques collectés au laboratoire**

##### **Détermination du taux d'infection**

La mise en évidence de la présence de la protéine de surface de *Plasmodium falciparum* et l'origine du repas de sang chez les anophèles femelles ont été faites par la technique de l'ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay) (39). Voir en annexe la description et le principe de la technique ELISA (page 41 à 43).

##### **Identification des espèces d'*An gambiae s.l.* par la technique moléculaire**

La technique moléculaire de polymérisation en chaîne ou PCR a été utilisée pour différencier les espèces d'*An gambiae s.l.* (*An. arabiensis*, *An. coluzzii* et *An. gambiae*) à partir des pattes (40). Voir technique et principe en annexe (page 44 à 46).

### 4.3 Saisie et analyse des données.

Les données ont été saisies et analysées sur Excel 360, les figures réalisées dans Prism graph pad version 10. Les paramètres mesurés étaient : la densité, l'agressivité, le taux d'infection, le taux d'inoculation entomologique et le taux d'anthropophilie. La densité correspond au rapport du nombre d'espèces considérées capturées sur le nombre total de cases prospectées.

**densité** = (nombre d'anophèles collectés) / (nombre de cases prospectées)

L'agressivité correspond au nombre de piqûres d'une espèce donnée de moustique, reçues par Homme pendant une période donnée.

Agressivité (m.a) = nombre de femelles d'anophèle (gorgées et semi-gravides) collectées/nombre de personnes ayant dormi dans la chambre la veille.

**Le taux d'infection** qui correspond au pourcentage de moustiques porteurs d'antigène circum sporozoïtique dans la portion tête thorax (indice d'antigène sporozoïtique : IAS) par rapport au nombre total de moustiques examinés.

**Le taux d'anthropophilie** correspond au nombre de moustiques gorgés sur Homme/ le nombre total de moustiques testés, le tout multiplié par 100

**Le taux d'inoculation entomologique (TIE)** représente le nombre de piqûres infectantes reçues par l'Homme et par unité de temps (nuit, mois, ou année). Il est déterminé en multipliant l'agressivité par le taux d'infection.

Nous avons divisé l'année en 3 parties :

- saison sèche fraîche (décembre à février)
- saison pluvieuse (juin à novembre)
- saison sèche chaude (mars à mai)

### 4.4 Considérations éthiques

La présente étude fait partie des protocoles de recherche du laboratoire d'Immunogénétique du ICER-Mali/FMOS/USTTB. Le protocole a été approuvé par le comité d'éthique de la Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie et de la faculté de pharmacie (FMOS/FAPH) sous le numéro **2020/32/CE/FMOS/FAPH**.

## 5 RÉSULTATS

### 5.1 La composition de la faune culicidienne

Notre étude a duré un an de mai 2022 à avril 2023, nous avons pu collecter au total 9836 moustiques, dont 3534 *Anopheles gambiae* s.l (dont **2471** *Anopheles gambiae* s.l femelles et 1063 *An. gambiae* s.l mâles) ; 6226 du genre *Culex* ; 54 du genre *Aedes* ; 21 *Anopheles rufipes* sp et **1** *Anopheles funestus* grâce à l'identification morphologique.

### 5.2 Densité d'*An. gambiae* s.l.

5.0  
1 5 ]

Figure 6 : Densité médiane annuelle d'*An. gambiae* s.l. en fonction des villages

La figure 6 montre que dans chaque village (tous mois confondus), la densité médiane annuelle était inférieure à un moustique par case. La densité médiane la plus élevée a été observée à Wassorola (0,78 moustique par case) et la plus faible à Torodo (0,17 moustique par case).

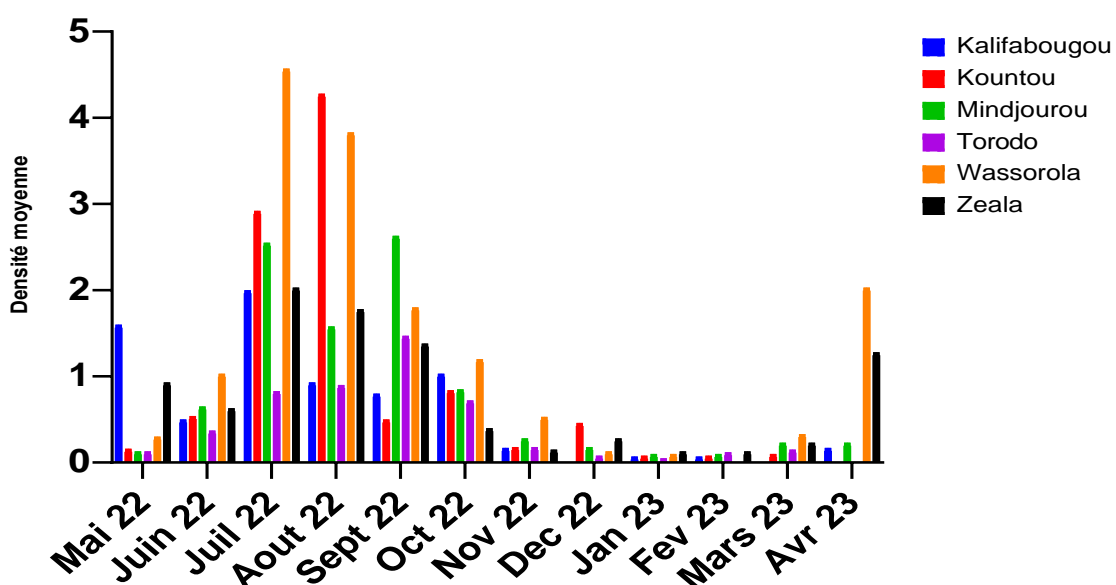


Figure 7 : Densité moyenne mensuelle par case d'*An. gambiae* s.l dans les différents villages

La figure 7 montre que les densités mensuelles moyennes les plus élevées ont été observées pendant les mois les plus pluvieux (juillet, août et septembre) dans tous les villages. Les densités les plus élevées ont été observées à Wassorola (avec un maximum de 4,57 moustiques par case) et à Kountou (4,28 moustiques par case). Dans tous les villages, les densités les plus faibles ont été observées entre novembre et mars.

Tableau 1 : Densité moyenne d'*An. gambiae sl* dans les différents villages de mai 2022 à mars 2023

Village	Saison sèche fraîche			Saison pluvieuse			Saison sèche chaude		
	An.gam f	cases	densité	An.gam f	cases	densité	An.gamf	cases	densité
Kalifabougou	8	180	<b>0,04</b>	256	360	0,71	91	180	<b>0,51</b>
Kountou	25	150	<b>0,17</b>	369	300	<b>1,23</b>	13	150	0,09
Mindjourou	8	120	0,07	285	240	1,19	16	120	0,13
Torodo	12	180	0,07	217	360	<b>0,6</b>	11	180	<b>0,06</b>
Wassorola	6	90	0,07	298	180	<b>1,66</b>	60	90	<b>0,67</b>
Zeala	18	120	<b>0,15</b>	222	240	0,93	65	120	0,54
<b>Total/moyenn e</b>	<b>77</b>	840	<b>0,09</b>	1647	1680	<b>0,98</b>	256	840	<b>0,30</b>

An.gamf : *Anopheles gambiae s.l.*

Le tableau 1 montre les variations saisonnières des densités d'*An. gambiae s.l.*, les densités les plus élevées étant observées pendant la saison des pluies dans presque toutes les localités. Les densités les plus élevées pendant la saison des pluies ont été observées dans les villages de Wassorola (1,66 moustique par case) et de Kountou (1,23 moustique par case), et les plus faibles à Torodo (0,6 moustique par case). Pendant la saison sèche fraîche, les densités les plus élevées ont été observées à Kountou et Zeala (tableau 1). Pendant la saison sèche chaude, les densités les plus élevées ont été observées à Wassorola, Zeala et Kalifabougou, et les plus faibles à Toronto.

### 5.3 La composition vectorielle

Au total, 2472 anopheles ont été collectés de mai de 2022 à avril 2023 dont 2471 *An. gambiae s.l.* et un seul *An. funestus*.

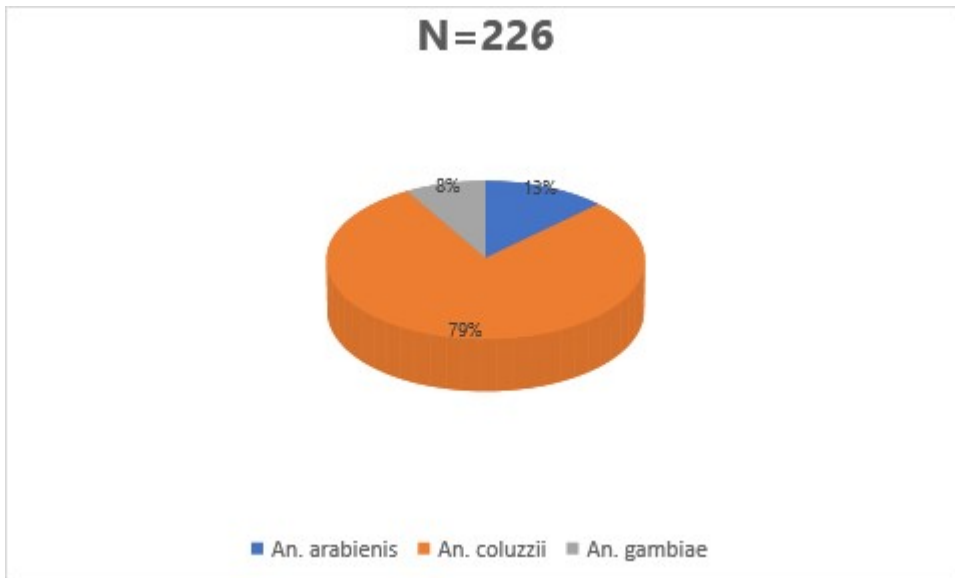


Figure 8: Fréquence relative des différentes espèces d'*Anopheles gambiae s.l.* dans les différents villages combinés de mai 2022 à avril 2023

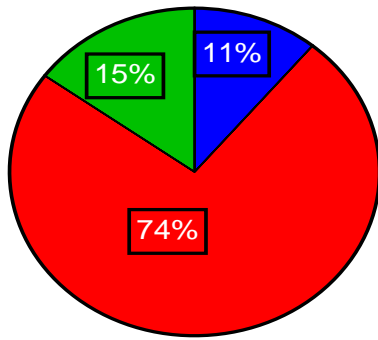
La figure 8 montre que dans la zone et pour tous les mois combinés, la population d'*An. gambiae s.l.* est composée principalement d'*An. coluzzii* (79%), suivie d'*An. arabiensis* (13%) et d'une petite proportion d'*An. gambiae* (8%).

Tableau 2: Composition spécifique d'*An. gambiae s.l.* en fonction des saisons

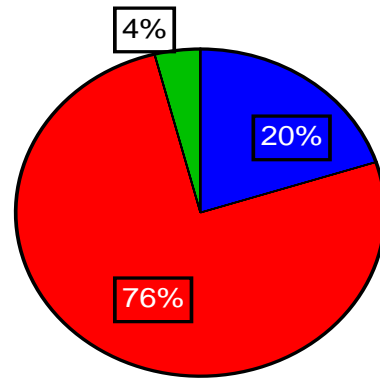
Villages	Saison sèche fraîche				Saison pluvieuse				Saison sèche chaude			
	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. coluzzii</i>	<i>An. gambiae</i>	N	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. coluzzii</i>	<i>An. gambiae</i>	N	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. coluzzii</i>	<i>An. gambiae</i>	N
	%	%	%		%	%	%		%	%	%	
Kalifabougou	25	75	0	8	5,26	78,95	15,79	19	0	100	0	10
Kountou	0	100	0	11	19,05	71,43	9,52	21	22,22	77,78	0	9
Mindjourou	22,22	77,78	0	9	11,11	55,56	33,33	18	0	100	0	10
Torodo	42,85	57,15	0	7	23,53	58,82	17,65	17	11,11	88,89	0	9
Wassorola	28,57	71,43	0	7	0	83,33	16,67	18	10	90	0	10
Zeala	15,38	69,24	15,38	13	5,26	94,74	0	19	18,18	81,82	0	11
Fréquence	20	<b>76,37</b>	3,63	55	<b>10,71</b>	<b>74,11</b>	15,18	112	<b>10,17</b>	<b>89,83</b>	0	59

N : effectif

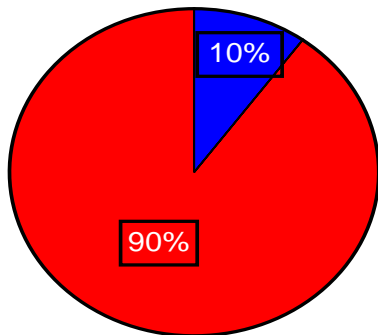
Le tableau 2 montre les variations des fréquences saisonnières des populations d'*An. arabiensis*, d'*An. gambiae* et d'*An. coluzzii* dans la zone d'étude. *Anopheles coluzzii* était majoritaire à toutes les saisons. La fréquence relative d'*An. arabiensis* en saison des pluies (10,71 %) était similaire à celle de la saison froide (10,17 %), tandis qu'*An. gambiae* n'a été trouvé qu'en saison sèche fraîche avec 3,63 % et en saison des pluies avec 15,18 %.



**Saison pluvieuse N=112**



**Saison sèche fraîche N=55**

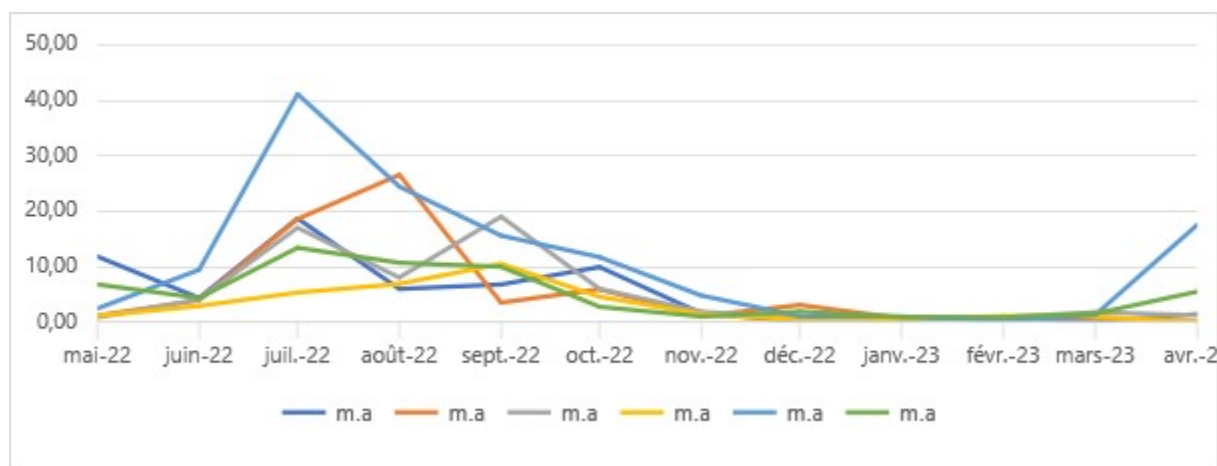


**Saison sèche chaude N=59**

Figure 9 : Variation saisonnière de la composition d'*An. gambiae s.l.*

La figure 9 montre que dans cette zone, les fréquences d'*An. coluzzii* sont plus élevées à toutes les saisons. Elles sont beaucoup plus élevées pendant la saison sèche chaude. *Anopheles arabiensis* est présent à toutes les saisons, mais avec des fréquences plus faibles. *Anopheles gambiae* n'est présent qu'en saison des pluies et en saison sèche fraîche, avec des fréquences très faibles.

#### 5.4 Taux d'agressivité d'*An. gambiae* s.l.



m.a : agressivité

Figure 10 : Agressivité moyenne mensuelle d'*An. gambiae* s.l dans les différents villages

La figure 10 montre une variation mensuelle de l'agressivité. Les niveaux d'agressivité les plus élevés ont été observés pendant la saison des pluies, entre juillet et septembre, dans les villages. Les niveaux les plus bas ont été enregistrés entre décembre et février.

Tableau 3: Variation saisonnière de l'agressivité d'*An. gambiae* s.l en fonctions des différents villages.

Villages	Saison sèche fraiche			Saison pluvieuse			Saison sèche chaude		
	TAP	dormeurs	m.a	TAP	dormeurs	m.a	TAP	dormeurs	m.a
Kalifabougou	8	550	0,44	285	1100	7,77	97	619	4,70
Kountou	29	629	1,38	415	1266	9,83	13	665	0,59
Mindjourou	9	479	0,56	307	1002	9,19	18	456	1,18
Torodo	12	655	0,55	235	1361	5,18	14	645	0,65
Wassorola	6	289	0,62	323	552	17,55	69	289	7,16
Zeala	20	541	1,11	233	1006	6,95	78	532	4,40
<b>Total/ m.a moyen</b>	<b>84</b>	<b>2593</b>	<b>0,97</b>	<b>1513</b>	<b>5187</b>	<b>8,75</b>	<b>192</b>	<b>2587</b>	<b>2,23</b>

TAP : Total ayant piqué (gorgé + semi gravide), m.a : agressivité

L'analyse du tableau 3 montre que les niveaux d'agressivité les plus élevés sont observés pendant la saison des pluies dans toutes les localités étudiées. En revanche, les agressivités les plus faibles ont été observées pendant la saison sèche fraiche.



## 5.5 Taux d'infection (T.i) *Anopheles gambiae sl* à Kalifabougou et environs

Tableau 4: Taux d'infection en fonction des saisons à Kalifabougou et environs

Villages	Saison sèche fraîche			Saison pluvieuse			Saison sèche chaude		
	Nbre testé	Positif	*T.i	Nbre testé	Positif	*T.i	Nbre testé	Positif	*T.i
Kalifabougou	8	0	0,00	326	7	2,15	106	0	0,00
Kountou	31	1	<b>3,23</b>	463	16	<b>3,46</b>	13	0	0,00
Mindjourou	15	0	0,00	341	9	2,64	23	0	0,00
Torodo	15	0	0,00	268	2	0,75	17	0	0,00
Wassorola	7	0	0,00	388	12	3,09	81	1	<b>1,23</b>
Zeala	21	0	0,00	253	5	1,98	96	0	0,00
Total général/(moyenne)	97	1	<b>(1,03)</b>	2039	51	<b>(2,50)</b>	336	1	<b>(0,30)</b>

\*Taux infection : T.i, nombre : nbre

L'analyse du tableau 4 montre la variation saisonnière des taux d'infection. Ces résultats ont été obtenus à l'aide du test ELISA de la CPS (tableau 4). Les taux d'infection les plus élevés ont été observés pendant la saison des pluies et la saison sèche fraîche, avec une moyenne de 2,5 % et 1,03 % respectivement. Inversement, les taux d'infection les plus faibles ont été enregistrés pendant la saison sèche chaude, avec une moyenne de 0,30 %. Des variations ont également été observées en fonction de la localité.

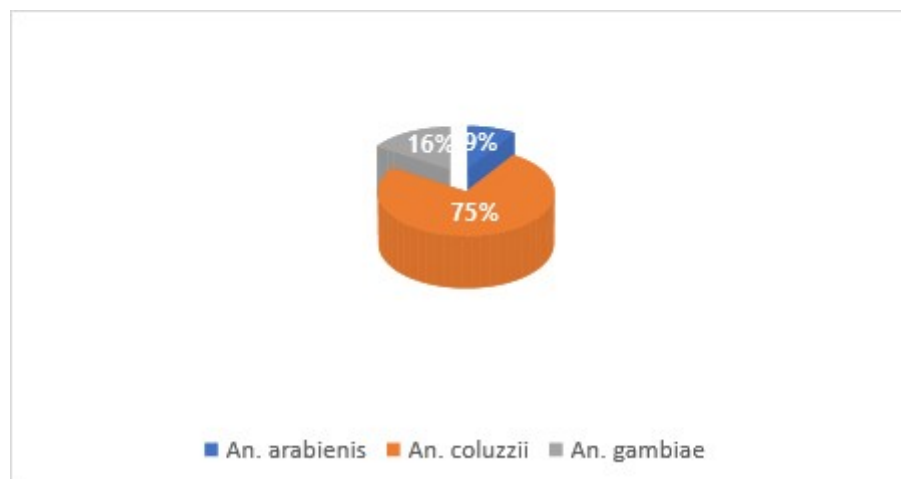


Figure 11 : Proportion d'*Anopheles gambiae s.l.* positif à *P. falciparum* au test d'ELISA

La figure 11 montre l'implication des trois espèces dans la transmission du paludisme dans la zone d'étude. Cependant, *An. coluzzii* est l'espèce la plus impliquée (75%) dans la transmission, suivie par *An. arabiensis* (16%) et *An. gambiae* (9%).

### 5.6 Taux anthropophilie

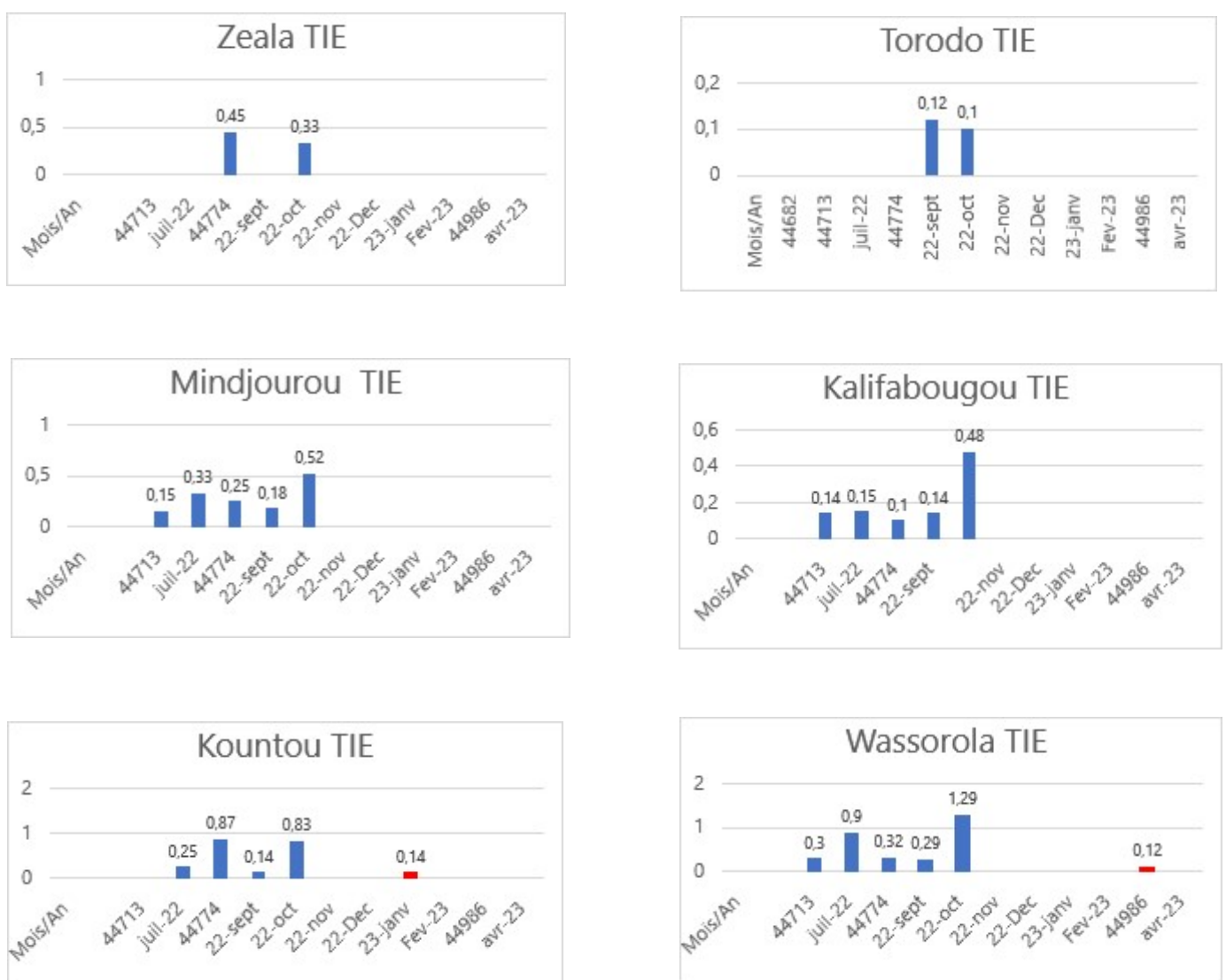
Tableau 5 : Variation de l'origine du repas sanguin de l'*Anopheles gambiae s.l.* en fonction des 3 saisons

Villages	Saison sèche fraîche			Saison pluvieuse			saison sèche chaude		
	Testé	Humain %	Autres %	Testé	Humain%	Autres %	Testé	Humain %	Autres %
Kalifabougou	8	12,5	87,5	278	55,8	44,2	93	46,2	53,8
Kountou	27	92,6	7,4	399	68,7	31,3	13	46,2	53,8
Mindjourou	9	44,4	55,6	299	79,3	20,7	18	50	50
Torodo	11	100	0	232	100	0	17	52,9	47,1
Wassorola	6	83,3	16,7	319	66,1	33,9	76	38,2	61,8
Zeala	20	90	10	232	100	0	76	65,8	34,2
Total (taux moyen)	81	<b>(79)</b>	(21)	1759	<b>(76,2)</b>	(23,8)	293	<b>(49,8)</b>	(50,2)

L'analyse du tableau 5 montre que les moustiques sont très anthropophiles dans la zone d'étude. Les taux d'anthropophilie sont plus élevés pendant les saisons sèches fraîches et pendant la saison des pluies, avec respectivement 79 % et 76,2 %. Le taux moyen d'anthropophilie le plus bas a été observé pendant la saison sèche chaude, avec 49,8 %. Ces taux varient également selon les localités.

## 5.7 Taux d'inoculation entomologique à Kalifabougou et environs

Figure 12: Variation mensuelle du taux d'inoculation entomologique d'*An. gambiae s.l.* à Kalifabougou et environs de mai 2022 à avril 2023.

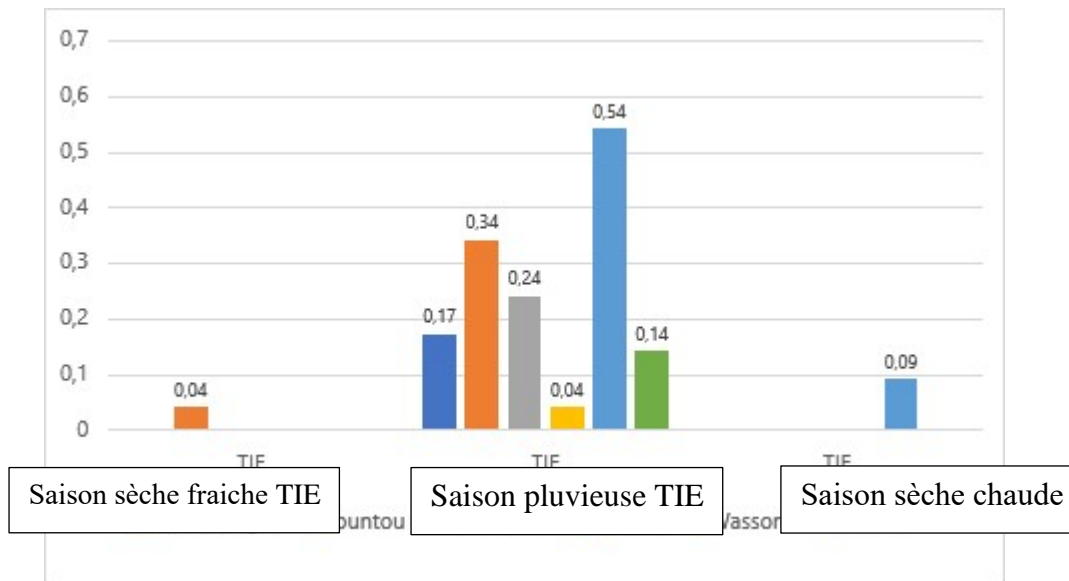


TIE : taux d'inoculation entomologie

La figure 12 montre une variation mensuelle du taux d'inoculation, les taux d'inoculation entomologique les plus élevés étant généralement observés à la fin de la saison des pluies

(octobre), dans le village de Wassorola (1,29 piqûre infectante par homme et par mois). En revanche, le taux d'inoculation entomologique le plus faible du mois a été enregistré à Torodo en octobre et à Kalifabougou en août (0,10 piqûre infectante par homme et par mois pour ces deux villages).

Figure 13 : Variation saisonnière du taux d'inoculation entomologique à Kalifabougou et environs



**TIE : taux d'inoculation entomologie**

La figure 13 montre que les taux d'inoculation entomologique sont les plus élevés pendant la saison des pluies, avec un maximum de 0,54 piqûre infectante par personne et par saison à Wassorola, et les plus faibles pendant les saisons sèches fraîches et chaudes (0,04 et 0,09 piqûre infectante par personne et par saison respectivement). Ces taux varient selon les villages et les saisons (figure 13).

## 6 COMMENTAIRES ET DISCUSSION

### 6.1 Composition de la population vectrice étudiée

Nos résultats ont montré que l'une des deux espèces de vecteurs du paludisme au Mali, à savoir *An. funestus*, tend à disparaître dans le village de Kalifabougou et ses environs, car sur un total de 2472 espèces de vecteurs capturées, il n'y avait qu'une seule femelle *An. funestus*.

Dans la zone, la population de vecteurs était presque entièrement constituée d'*An. gambiae s.l.* Les trois espèces de ce complexe étaient présentes, à savoir : *An. coluzzii*, *An. arabiensis* et *An. gambiae* dans tous les villages. Il y a eu des variations saisonnières dans les fréquences relatives de ces trois espèces au fil du temps. Les fréquences d'*An. coluzzii* étaient plus élevées pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche. En raison de la rareté des deux autres espèces (*An. arabiensis* et *An. gambiae*) pendant la saison sèche, les fréquences les plus élevées d'*An. coluzzii* ont été observées (76 % pendant la saison sèche fraîche et 90 % pendant la saison sèche chaude). *An. arabiensis*, bien qu'avec des fréquences relatives faibles, a également été observé tout au long de l'année. Cette espèce a atteint son maximum pendant la saison sèche fraîche (20 %). *An. gambiae*, dont le pic a été observé pendant la saison sèche pluvieuse (15 %), était absent pendant la saison sèche chaude. Ces résultats concordent avec ceux d'études antérieures réalisées au Mali dans la même zone (7) ou dans des zones différentes (23,41,42) ou ailleurs (25).

### 6.2 Variation de la densité et de l'agressivité des vecteurs

Les densités moyennes les plus élevées par case ont été observées pendant la saison des pluies dans tous les villages. Cependant, ces densités varient d'un village à l'autre. Quelle que soit la saison, les densités les plus élevées ont été observées à Wassorola et Zeala, et les plus faibles à Torodo et Kalifabougou. L'augmentation des densités de moustiques pendant la saison sèche a été démontrée par de nombreuses études. La disponibilité de gîtes larvaires en saison des pluies favorise le développement des moustiques.

Les variations de l'agressivité mensuelle dans les différents villages de notre zone d'étude sont identiques à celles observées avec les densités moyennes par case. Nos résultats montrent que l'agressivité est plus élevée en saison des pluies qu'aux deux autres saisons, il y a une concordance avec de l'étude de M Keita et al. (43).

Cependant, il faut noter que, par rapport aux études précédentes dans la région (44), les densités moyennes observées sont faibles, n'atteignant pas cinq moustiques par case. Ceci pourrait s'expliquer par le développement actuel des mesures de protection individuelle (utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide), mais aussi par une réduction du nombre de gîtes

larvaires potentiels. Les villages où les densités sont les plus élevées (Wassorola et Zeala) ont des cours d'eau qui s'assèchent tardivement.

### **6.3 Infectivité d'*Anopheles gambiae s.l.***

Dans tous les villages le taux d'infection était élevé durant la saison des pluies, avec un taux d'infection moyen de 2,5 %. Des taux d'infection moyens de 1,03% et 0,30% ont été observés respectivement pendant la saison sèche fraîche et la saison sèche chaude. Trois espèces du complexe *An. gambiae* ont été infectées. *An. coluzzii*, l'espèce la plus fréquente, représentait 75% des moustiques infectés, suivie par *An. gambiae* (16%) et *An. arabiensis* (9%). Les taux d'anthropophilie varient en fonction de la saison (79% en saison sèche fraîche, 76,2% en saison des pluies et 49,8% en saison sèche chaude). Ces résultats suggèrent que le contact entre l'homme et le vecteur est très réduit pendant la saison sèche chaude.

L'agressivité et les taux d'infection faisant partie intégrante du calcul des taux d'inoculation entomologique, nos résultats ont montré que les taux les plus élevés étaient observés dans les villages ayant des densités et des taux d'infection élevés. A Kalifabougou et environs, nous avons trouvé des taux d'inoculation entomologique très faibles.

Nos résultats montrent que la transmission a lieu presque exclusivement pendant la saison des pluies dans notre zone d'étude, avec des taux d'infection supérieurs à 2 % dans la plupart des villages, à l'exception de Torodo et Zeala. Pendant la saison des pluies, les taux les plus élevés ont été trouvés dans deux villages, Kountou et Wassorola, avec des valeurs respectives de 3,46% et 3,09%. En saison sèche chaude et en saison sèche fraîche, le taux d'infection est nul dans tous les villages sauf deux : 3,23% à Kountou en saison sèche fraîche et 1,23% à Wassorola en saison sèche chaude. La saison des pluies est la période la plus représentée en termes d'inoculation puisque tous les villages sont consternés avec un maximum de 0,54 pi/pers/nuit alors qu'en saison sèche fraîche, le taux d'inoculation entomologique est presque indétectable dans tous les villages à l'exception de deux villages, 0,04 pi/pers/nuit à Kountou en saison sèche fraîche et 0,09 pi/pers/nuit à Wassorola en saison sèche chaude. Les trois espèces d'*An. gambiae s.l.* étaient porteuses de l'antigène sporozoïte, ce qui suggère que chacune d'entre elles est impliquée dans la transmission. Cependant, 72% d'*An coluzzii* étaient porteurs de l'antigène sporozoïte suivi d'*An arabiensis* 16% et seulement 9% d'*An. gambiae*, pour un total de 44 *Anopheles gambiae s.l.* testés positifs pour le sporozoïte. Ce résultat est similaire à l'étude d'O.Yossi (45).

#### **6.4 Limites de l'étude**

Nous attribuons les limites de notre étude à la méthode de collecte utilisée. Notre échantillonnage s'est concentré sur la faune résiduelle, qui est généralement composée de la population de moustiques endophiles. Ceci pourrait être une sous-estimation de nos échantillons collectés. L'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide ou d'autres formes de répulsifs dans les habitations peut empêcher les moustiques de s'y reposer. Cela peut entraîner une baisse de nos différents paramètres entomologiques. Il serait beaucoup plus utile de combiner d'autres moyens de collecte de moustiques, surtout à l'extérieur.

## 7 Conclusion

Cette étude menée dans la zone de Kalifabougou a montré que les différents paramètres entomologiques de la transmission sont faibles. La composition des vecteurs a été marquée par une rareté d'*An. funestus*. Le complexe *An. gambiae*, vecteur principal, a montré des densités moyennes par case et des taux d'agressivité moyenne mensuelles faibles même en saison des pluies. Cependant, nous avons trouvé que la transmission du paludisme dans la zone est pérenne et assurée par les membres du complexe *An. gambiae*. Ces résultats doivent alors être pris en compte dans les différentes stratégies de lutte contre le paludisme.



## **8 Recommandations**

Notre étude a mis l'accent des résultats exploitables qui nous permettent de formuler des recommandations :

### **➤ Aux autorités nationales :**

- Renforcer et actualiser la politique nationale de lutte contre le paludisme ;
- Etendre les stratégies de lutte antivectorielle ;
- Améliorer la qualité de l'information ;
- Mettre en place une bonne politique de lutte anti-larvaire et une surveillance à grande échelle pour documenter l'élimination.

### **➤ Aux chercheurs :**

- Conduire des études entomologiques à long terme avec différentes méthodes de lutte contre les vecteurs et évaluer leur impact sur la transition du paludisme ;
- Collaborer avec les relais communautaires et bien les former sur les techniques de communication (Information-Education-Communication, la Communication pour le changement de comportement) mais aussi leur procurer des informations complètes et détaillées sur les tenants et aboutissants des différentes études de recherche.

### **➤ Aux populations de Kalifabougou et environs :**

Privilégier la participation communautaire ;

Adhérer aux campagnes de sensibilisation sur la lutte contre le paludisme ;

Intégrer les campagnes de sensibilisations aux activités récréatives du village ;

Utilisation des moustiquaires imprégnée d'insecticide ;

Utilisation de pommade répulsive et des insecticides pour la pulvérisation des habitats ;

Assainissement des habitats ;

Eviter la stagnation des eaux usées pour lutter contre la prolifération des gîtes larvaires.

## 9 Références

1. Singh B, Sung LK, Matusop A, Radhakrishnan A, Shamsul SSG, Cox-Singh J, et al. A large focus of naturally acquired *Plasmodium knowlesi* infections in human beings. *Lancet*. 2004 Mar 27;363(9414):1017–24.
2. Yap NJ, Hossain H, Nada-Raja T, Ngui R, Muslim A, Hoh BP, et al. Natural Human Infections with *Plasmodium cynomolgi*, *P. inui*, and 4 other Simian Malaria Parasites, Malaysia. *Emerg Infect Dis*. août 2021;27(8):2187- 91.
3. Carnevale P, Robert V, éditeurs. Introduction. In: *Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle*. Marseille: IRD Éditions; 2009. p. 15- 7. Disponible sur: <https://books.openedition.org/irdeditions/10386>
4. Carnevale P, Robert V, éditeurs. 4. Les principales espèces vectrices. In: *Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle* Marseille: IRD Éditions; 2017. p: 87- 145.
5. OMS. Rapport malaria sur le paludisme dans le monde 29 mars 2023.
6. Cissoko M, Magassa M, Sanogo V, Ouologuem A, Sangaré L, Diarra M, et al. Stratification at the health district level for targeting malaria control interventions in Mali. *Sci Rep*. 18 mai 2022;12(1):8271.
7. Dao A Etude comparative des paramètres entomologiques de la transmission du paludisme dans différents villages de la préfecture de Kati en zone de savane soudanienne du Mali. Faculté des Sciences et Techniques, mémoire de DEA-FAST, Entomologie-Parasitologie 2005.
8. Dao A., Yaro A. S., Diallo, M., Lehmann T. (2014). Signatures of aestivation and migration in Sahelian malaria mosquito populations. *Nature*, 516(7531), 387–390. <https://doi.org/10.1038/nature13987>.
9. Lehmann T, Dao A, Yaro AS, Adamou A, Kassogue Y, Diallo M, Sékou T, Coscaron-Arias C. Aestivation of the African malaria mosquito, *Anopheles gambiae* in the Sahel. *Am J Trop Med Hyg*. 2010 Sep;83(3):601-6. doi: 10.4269/ajtmh.2010.09-0779. PMID: 20810827; PMCID: PMC2929058.

10. Institut Pasteur. Entomologie médicale dans la surveillance des maladies à transmission vectorielle - Explications en motion design 2018. Disponible sur:  
<https://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/institut-pasteur-monde/actualites/entomologie-medicale-surveillance-maladies-transmission-vectorielle-explications-motion-design>
11. Kayentao K, Ongoiba A, Preston AC, Healy SA, Doumbo S, Doumtabe D, et al. Safety and Efficacy of a Monoclonal Antibody against Malaria in Mali. *N Engl J Med*. 17 nov 2022 ;387(20):1833- 42.
12. Combemorel P. Le cycle de vie de Plasmodium falciparum. *Planet-Vie*. 2019 Jun 23.
13. Mondiale de la Santé, Organisation. "Entomologie du paludisme et lutte anti-vectorielle guide du participant." *WC 765.2014 (2014) : 6-107*.
14. Carnevale P, Robert V. Les anophèles : biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. 2009.
15. OMS. World malaria report 2020. Genève; 2020.
16. Hommel M. Morphologie, biologie et cycle des Plasmodium parasites de l'homme. *Bull Académie Natl Médecine*. 1 oct 2007;191(7):1235- 46.
17. OMS. Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du Stagiaire Mobilisation sociale et Formation Département du Contrôle, de la Prévention et de l'Eradication Groupe des Maladies Transmissibles Edition provisoire. 2003.
18. OMS. Entomologie du paludisme et lutte antivectorielle. 2014;200.
19. Garcia JE, Puentes A, Patarroyo ME. Developmental Biology of Sporozoite-Host Interactions in Plasmodium falciparum Malaria: Implications for Vaccine Design. *Clin Microbiol Rev*. 2006 Oct;19(4):686-707.
20. Bannister L, Mitchell G. The ins, outs and roundabouts of malaria. *Trends Parasitol*. 2003 May;19(5):209-13.
21. Brunhes J, Hassaine K, Rhaïem A, Hervy J. Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne : espèces présentes et. 2019;105(2):195–204.

22. Carnevale P, Robert V, Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle Marseille IRD Éditions 2017-07-18 p47-86 DOI: 10.4000/books.irdeditions.10389
23. Touré Y, Petrarca V. et al Ecological genetic studies in the chromosomal form Mopti of *Anopheles gambiae* s.s. in Mali, West Africa. *Genetica*. 1 juin 1994 ;94(2) :213- 23.
24. Foster WA. Mosquito sugar feeding and reproductive energetics. *Annu Rev Entomol*. 1995;40:443-74.
25. Hamon J., Coz J., Sales S., Ouedraogo C.S., 1965 – Études entomologiques sur la transmission du paludisme dans une zone de steppe boisée, la région de Dori (République de Haute-Volta). *Bull. IFAN, sér. A*, 27 : 1116-1150.
26. Gillies MT, Wilkes TJ. A study of the age-composition of populations of *Anopheles gambiae* Giles and *A. funestus* Giles in North-Eastern Tanzania. *Bull Entomol Res*. déc 1965;56(2):237 62.
27. Gillies MT. The Study of Longevity in Biting Insects. In: Felts WJL, Harrison RJ, éditeurs. *International Review of General and Experimental Zoology*. Elsevier; 1964. p.
28. Carnevale P, Bosseno MF, Zoulani A. Etude du cycle gonotrophique d' *Anopheles nili*. *ORSTOM*,. 1978;XVI,:10.
29. Robert V, Carnevale P. Les vecteurs des paludismes en Afrique subsaharienne. *Études Médicales*. 1984; (2):79–90 p.
30. Williams J, Pinto J. Manuel de formation à l' entomologie du paludisme A l' intention des techniciens en entomologie et lutte antivectorielle (Niveau de Base). *Pan Am Heal Organ*. 2012;(2):1–79.
31. Yaro, A.S., Dao, A., Adamou, A. *et al*. The distribution of hatching time in *Anopheles gambiae*. *Malar J* 5, 19 (2006). <https://doi.org/10.1186/1475-2875-5-19>
32. Townson H. The biology of mosquitoes. Volume 1. Development, nutrition and reproduction. By A.N. Clements. (London: Chapman & Hall, 1992). viii + 509 pp. Hard cover £50. ISBN 0-412-40180-0. *Bull Entomol Res*. juin 1993;83(2):307- 8.

33. Touré, YT, Dolo G, Petrarca V, Trore, A, Bouare, J, Dao A, et al 1998. Mark–release–recapture experiments with *Anopheles gambiae* s.l. in Banambani Village, Mali, to determine population size and structure. *Med Vet Entomol.*;12(1):74–83.
34. OMS 2003. Strategies de lutte contre le paludisme dans la region africaine et etapes pour leur mise en oeuvre. *Cahiers Techniques AFRO*;25: 1-20.
35. Knols BGJ, Bossin HC, Mukabana WR, Robinson AS 2007. Transgenic mosquitoes and the fight against malaria: Managing technology push in a turbulent GMO world. *Am J Trop Med Hyg*;77:232–42.
36. Adepoju P. L'OMS recommande un deuxième vaccin contre le paludisme, mais les connaissances restent insuffisantes. *Nat Afr* Disponible sur: <https://www.nature.com/articles/d44148-023-00257-2>
37. Vandoolaeghe P, Schuerman L. Le vaccin antipaludique RTS,S/AS01 chez les enfants âgés de 5 à 17 mois au moment de la première vaccination. *Pan Afr Med J.* 19 juin 2018;30:142.
38. Le planificateur de voyages. Météo et climat : Kalifabougou (Mali) - Quand partir à Kalifabougou ? Disponible sur: <https://planificateur.a-contresens.net/afrique/mali/koulikoro-region/kalifabougou/2455866.html>
39. Beier JC, Perkins PV, Wirtz RA, Koros J, Diggs D, Gargan TP 2nd, Koech DK. Bloodmeal identification by direct enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), tested on *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in Kenya. *J Med Entomol.* 1988 Jan;25(1):9-16. doi: 10.1093/jmedent/25.1.9. PMID: 3357176
40. Fanello C, Santolamazza F, della Torre A. Simultaneous identification of species and molecular forms of the *Anopheles gambiae* complex by PCR-RFLP. *Med Vet Entomol.* déc 2002;16(4):461- 4.
41. Sogoba N, Doumbia S, Vounatsou P, Baber I, Kéita M, Maiga M, et al. Surveillance des habitats larvaires et des densités de moustiques dans la savane soudanaise du Mali : implications pour la lutte contre le vecteur du paludisme.. *Am J Trop Med Hyg.* 1 août 2007;77:82- 8.

42. Keïta M, Baber I, Sogoba N, Maïga HM, Diallo M, Doumbia S, et al. Transmission vectorielle du paludisme dans un village du bord du fleuve Niger et son hameau de pêche (Kéniéroba et Fourda, Mali). Bull Société Pathol Exot. 1 déc 2014;107(5):356- 68.
43. Keïta M, Doumbia S, Sissoko I, Touré M, Diawara SI, Konaté D, et al. Transmission du paludisme à l'intérieur et à l'extérieur dans deux contextes écologiques du Mali rural : implications pour la lutte antivectorielle. Malar J. 2021 Mar;20(1):127.
44. Sangaré D. Dynamique des populations d'Anopheles gambiae sl, d'Anopheles funestus et de Plasmodium falciparum dans le système de transmission par relais du paludisme à Donéguébougou [Thèse de doctorat]. [ISFRA]: Université de Bamako; 2000.
45. Yossi O. Suivi de la transmission vectorielle du paludisme dans un village sahélien de 2012 à 2016 au Mali [Thèse de doctorat]. USTTB; 2019.

## 10 Annexes

Les méthodes enzymatiques (ELISA) selon le protocole Beier et collaborateurs(39).

Protocole pour la détermination de l'infection à *P. falciparum* et de l'origine du repas de sang chez le moustique par la technique Elisa (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay ou la méthode immuno-enzymatique)

### A. Recherche de la CS protéine (CSP)

#### 1. Mode opératoire :

Mettre individuellement les tête-thorax dans les tubes Eppendorf de 1,5 ml ;

Porter les références (date, lieu et méthode de capture, l'espèce capturée) ;

Ajouter 50 µl de BBNP40 (Nonidetp-40) dans chaque tube ;

Ecraser mécaniquement à l'aide de petits pilons et ajouter 200 µl de BB (Blocking buffer);

Etablir les fiches correspondant aux plaques de microtitration et réserver des puits pour les témoins;

Déposer 50 µl de l'anticorps monoclonal non marqué dans chaque puits de la plaque de microtitration et laisser incuber pendant 30 minutes à la température ambiante ;

Aspirer l'anticorps non marqué, mettre 200 µl de BB et laisser incuber une heure de temps;

Aspirer le BB, puis mettre 50 µl de broyat de moustique dans les puits correspondants ;

Mettre en même temps les contrôles positif (Vial III) et négatif dans les puits correspondants et laisser incuber pendant deux heures ;

Aspirer les broyats de moustiques et laver les plaques deux fois avec du PBS-Tween ;

Déposer 50 µl d'anticorps monoclonal marqué à la peroxydase dans chaque puits et laisser incuber pendant une heure ;

Aspirer l'anticorps monoclonal marqué et laver trois fois les plaques avec du PBS-Tween;

Ajouter 100 µl de substrat révélateur (substrat ABTS) par puits ; Faire la lecture visuellement après 30 minutes.

Les puits colorés en vert correspondent aux moustiques positifs c'est-à-dire où la CS protéine a été trouvée.

## 2. Préparation des solutions :

Solution BBNP40 : Faire le mélange de 5 ml de BB avec 25 µl de NP40 et agiter pendant 15 mn.

Solution de lavage (PBS-Tween) : dissoudre 9.65 g de PBS (Phosphate Buffer Saline) dans 1000 ml d'eau distillée et ajouter 500 µl de Tween 20.

Solution d'anticorps monoclonal non marqué : prendre pour une plaque 5 ml de PBS et ajouter 20 µl d'anticorps non marqué (Capture MAB Pf2A10-28[210599]).

Solution d'anticorps monoclonal marqué : prendre pour une plaque 5 ml de BB et ajouter 10 µl d'anticorps (Pf2A10-CDC15).

Solution de révélation : pour une plaque mélanger 5 ml de l'ABTS peroxydase substrat et 5 ml de peroxydase solution B et agiter pour ainsi obtenir 10 ml par plaque.

Solution de BB (Blocking Buffer) pour un volume de 1L :

Il faut : 5 g de caséine (0,5%), 100 ml de NaOH (0,1N), 900 ml de PBS (pH=7), 0,10 de Thimerosol, 0,02 g de phénol rouge

Prendre 100 ml de NaOH à 0,1 N plus 5 g de caséine et faire bouillir l'ensemble tout en agitant le mélange ;

Une fois en ébullition arrêter le chauffage et ajouter petit à petit 900ml de PBS tout en agitant le mélange ;

Ajouter ensuite le Thimerosol et le phénol rouge et laisser refroidir ;

Le pH est ensuite réglé à 7,4 par l'addition de l'acide chlorhydrique (HCl).

## B. Identification du repas de sang :

### 1. Mode opératoire :

Mettre le sang contenu dans l'estomac du moustique dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml et ajouter 50 µl de PBS ;

Triturer l'ensemble jusqu'à obtenir une solution homogène ;

Ajouter 200 µl de PBS ;

Etablir les fiches ;

Déposer 50 µl de solution de repas de sang dans les différents puits selon la fiche préétablie en respectant l'ordre ;

Laisser incuber pendant trois heures ;

Laver deux fois les plaques avec du PBS-Tween ;



Déposer 50 µl de mélange : de la solution D et de la conjugué double (peroxydase pour humain) laisser incuber pendant une heure ;

Laver trois fois les plaques avec du PBS-Tween, déposer 100 µl d'ABTS à la peroxydase et lire après 30 minutes à l'œil nu ;

La coloration verte signifie la présence de sang humain.

Relever ces résultats et laver encore deux fois la même plaque avec du PBS –Tween, mettre 100 µl de révélateur à la phosphatase par puits et lire après 60minutes ou le lendemain. La présence de sang de bovin est indiquée par la coloration jaune.

## 2. Préparation des solutions :

Solution "D" : ajouter 25 µl de Tween 20 à 100 ml de BB.

Conjugué Double : prendre pour une plaque de 96 puits 5 ml de solution "D", ajouter 2,5 µl de l'anticorps a peroxidase (*Affinity purified Antibody Peroxidase goat Anti human IgG [HY+L]*) et 20 µl de phosphatase, vortexer pendant quelques minutes.

Révélateur à la peroxydase : Pour une plaque mélanger 5 ml de l'ABTS peroxydase substrat et 5 ml de peroxydase solution B et agiter pour ainsi obtenir 10 ml par plaque.

**Remarque :** La validation du test est conditionnée à l'apparition de la couleur bleue des contrôles positifs. Les puits colorés en bleue correspondent aux moustiques positifs c'est-à-dire où la Circumsporozoite Protéine a été trouvée et les puits qui ne sont pas colorés sont négatifs au Circumsporozoite Protéine.

### Identification des espèces du complexe *An. gambiae*

L'identification des espèces du complexes *An. gambiae s.l.* (*An. gambiae s.s.*, *An. coluzzii* et *An. arabiensis*), a été faite selon le protocole de Fanello et al., 2002 (40).

- 1) Il faut au préalable préparer la mixture pour l'identification des espèces du complexes *An. gambiae s.l.* (*An. gambiae s.s.* et *An. arabiensis*), comme décrit dans le tableau 1. Ajouter 1 µL de l'ADN aux tubes contenant le volume de mixte ;

**Tableau 1 : Préparation de mixture d'identification des espèces A & B.**

Réactifs	Volume unitaire (µl)
H2O	5,94
Buffer	1,25
DNTPs	2
Mgcl2	1
Gambiae	0,25
Arabiensis	0,25
Universel	0,25
Taq	0,0625
DNA	1
Volume total	12,0025

- 2) Placer les tubes dans la machine PTC d'amplification et lancer le programme d'Identification ;
- 3) A la fin du temps d'amplification, il faut lancer le programme de DIGESTION, tout en laissant les tubes dans la machine pendant 3-24heures.
- 4) Ouvrir les tubes un à un et ajouter 10µl d'enzyme Hha1 diluée conformément aux proportions indiquées dans le tableau 2. Il faut le refermer la machine pendant que le programme de DIGESTION est en cours d'exécution.

**Tableau 2 : Dilution de l'Enzyme Hha1 pour une réaction de digestion (Fanello et al., 2002).**

Réactifs	Volume (µl)				
	1	10	30	50	100
<b>Eau stérile</b>	7,75	77,5	232,5	387,5	775
<b>10x react buffer</b>	2	20	60	100	200
<b>Hha1</b>	0,25	2,5	7,5	12,5	25
<b>volume total</b>	10	100	300	500	1000

A la fin de la phase de digestion, retirer les tubes de la machine pour loger les amplifiats dans du gel d'agarose. Les amplifiats doivent être mélangés au bleu de charge (Dye).

- En plus du marqueur de taille moléculaire (**à mettre dans le premier de chaque rangée de puits**), il faut mettre :
  - Un amplifiât d'un témoin *An. gambiae s.s.* dans le deuxième puits ;
  - Un amplifiât d'un témoin *An. arabiensis* dans le troisième puits ;
  - Un amplifiât d'un témoin Forme M dans le quatrième puits ;
  - Un amplifiât d'un témoin Forme S dans le cinquième puits ;

NB : Les DNA témoins doivent être confirmés au préalable. Il est indispensable d'avoir ces témoins pour éviter toute confusion au moment de l'interprétation des résultats.

PCR cycle conditions

95°C/5min x 1 cycle

(95°C/30sec, 50°C/30sec, 72°C/30sec) x 30 cycles

72°C/5min x 1 cycle

4°C hold à l'infini conservable

Séquence nucléotidique des différentes amorces pour l'identification des espèces et formes moléculaires

AG (**gambiae**)      5'-CTGGTTTGGTCGGCACGTTT - 3'

AR (*arabiensis*)    5'-AATTGTCCTTCTCCATCCTA - 3'

UN (**universel**)    5' -GTGTGCCCTTCCTCGATGT- 3'

### **Electrophorèse de L'ADN**

Préparation du Gel et Interprétation des bandes

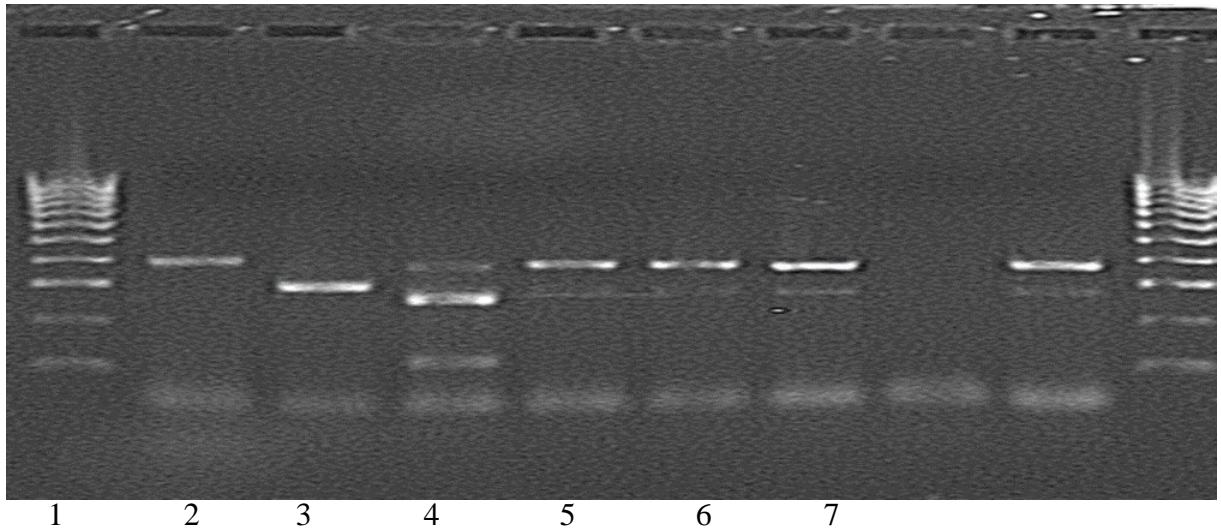
Nous avons préparé un gel d'agarose à 1,5% sur lequel 10µl d'ADN mélangés à 2µl de Dye (100ml d'H<sub>2</sub>O stérile + 46g de sucrose + 0.25g de bleu de bromophenol) ont été logés par puits.

La migration a été conduite dans un bac électrophorétique à l'aide d'un générateur (Electrophoresis power supply-EP301) sous un courant de 150 volts pendant 1 heure.

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

L'interprétation a consisté à identifier les différentes espèces par comparaison de leur taille en base paire (bp) à celle du marqueur moléculaire (100 bp DNA Ladder, Invitrogen Ready load).

Ainsi on a : 390 bp (*An. coluzzii*), 250 bp et/ou (*An. gambiae*), 300bp (*An. arabiensis*).



**Légende :**

- 1** : marqueur 100bp de taille,
- 2** : contrôle M (*An. coluzzii*),
- 3** : contrôle A (*An. arabiensis*)
- 4** : contrôle S (*An. gambiae*)
- 5 , 6, 7** : *An.coluzzii*.

## 10.1 Fiche signalétique

**Prénom et Nom** : Djibril MAIGA

**Nationalité** : Malienne

**Année universitaire** : 2022-2023

**Date de Soutenance** : 02/02/ 2024

**Courriel** : dmaiga14@gmail.com

**Titre** : Transmission vectorielle du paludisme à Kalifabougou et villages environnants dans le cercle de Kati, Mali

**Ville de soutenance** : Bamako.

**Secteurs d'intérêts** : Epidémiologie, Médecine tropicale, politique de santé, Recherche biomédical : Santé publique, Paludisme, Lutte antivectorielle.

**Lieu de dépôt** : Bibliothèque de la Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie.

### Résumé :

Pour lutter contre le paludisme, l'utilisation des vaccins semble être prometteuse. Des recherches sur les vaccins sont en cours sur plusieurs sites au Mali. C'est ainsi qu'à Kalifabougou et environs, l'essai clinique d'un vaccin à base d'anticorps monoclonaux appelé CIS43LS (Section 43 de l'Immunologie Cellulaire - Lysine et Sérine) contre le paludisme est en cours d'expérimentation. Pour mettre à jour les données sur la transmission du paludisme, nous avons entrepris la présente étude pour évaluer les paramètres entomologiques de la transmission du paludisme à Kalifabougou et dans ses villages environnants.

De mai 2022 à avril 2023, les moustiques ont été collectés mensuellement par pulvérisation intracommunautaire pour la collecte de données permettant d'accéder aux paramètres entomologiques de la transmission du paludisme. Il ressort de cette étude que le complexe *An. gambiae* est principalement le vecteur du paludisme dans cette localité et qu'*An. funestus* est en voie de disparition (2471 *An. gambiae s.l* collectés et seulement un seul *An. funestus* collecté). Parmi les trois espèces (*An. coluzzii*, *An. arabiensis* et *An. gambiae*) qui composent *An. gambiae s.l*, le plus prédominant était *An. coluzzii* (74 % pendant la saison des pluies, 76 % pendant la saison sèche fraîche et 90 % pendant la saison sèche chaude). *An. arabiensis* et *An. gambiae* avaient de faibles fréquences et *An. gambiae* était absent pendant la saison sèche chaude. Les densités par maison variaient d'un village à l'autre et selon les saisons (élevée pendant la saison des pluies et faible en saison sèche). Dans cette localité, les densités moyennes les plus élevées étaient à peine supérieures à 5 moustiques par case. Cela conduit à un faible niveau de transmission car les taux mensuels d'inoculation entomologique dépassaient rarement une piqûre infectante par homme

pendant tous les mois dans aucun des villages (0,1 à 1,29 piqûres infectantes par homme et par mois). Toutefois, la transmission du paludisme était pérenne dans la zone de Kalifabougou.

**Mots-clés :** Transmission vectorielle, *Anopheles gambiae s.l.*, Paludisme, Taux d'inoculation entomologique, Kalifabougou

## **FACT SHEET**

**First and Last Name:** Djibril MAIGA

**Nationality:** Malian

**Academic year:** 2022-2023

**Date of graduation:** 02/02/2024

**E-mail:** dmaiga114@gmail.com

**Title:** Vector-borne transmission of malaria in Kalifabougou and surrounding villages in the Kati cercle, Mali.

**City of defense:** Bamako.

**Fields of interest:** Epidemiology, Tropical medicine, Health policy, Biomedical research: Public health, Malaria, Vector control.

**Place of deposit:** Library of the Faculty of Medicine and Odontostomatology.

### **Summary:**

In the fight against malaria, the use of vaccines looks promising. Vaccine research is underway at several sites in Mali. In and around Kalifabougou, for example, a clinical trial of a monoclonal antibody-based malaria vaccine called CIS43LS (Cellular Immunology Section 43 lysine and serine) is underway. To update data on malaria transmission, we undertook the present study to assess entomological parameters of malaria transmission in Kalifabougou and its surrounding villages.

From May 2022 to April 2023, mosquitoes were collected monthly by intra-community spraying for data collection to assess entomological parameters of malaria transmission. The study revealed that the *An. gambiae* complex is the main vector of malaria in this locality, and that *An. funestus* is endangered (2471 *An. gambiae s.l.* collected and only one *An. funestus* collected). Of the three species (*An. coluzzii*, *An. arabiensis* and *An. gambiae*) that make up *An. gambiae s.l.*, the most predominant was *An. coluzzii* (74% during the rainy season, 76% during the cool dry season and 90% during the hot dry season). *An. arabiensis* and *An. gambiae* had low frequencies and *An. gambiae* was absent during the hot dry season. Household densities varied from village to village and season to season (high in the wet season, low in the dry). In this locality, the highest average

densities were just over 5 mosquitoes per hut. This leads to a low level of transmission, as monthly entomological inoculation rates rarely exceeded one infecting bite per man in any month in any of the villages (0.1 to 1.29 infecting bites per man per month). However, malaria transmission was perennial in the Kalifabougou area.

**Key words:** Vector-borne transmission, *Anopheles gambiae s.l.*, Malaria, Entomological inoculation rate, Kalifabougou

## **10.2 Serment D'HIPPOCRATE**

En présence des Maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient. Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

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. Je le jure !