

MINISTERE DE L'EDUCATION
NATIONALE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DU MALI

UN PEUPLE-UN BUT-UNE FOI



ANNEE UNIVERSITAIRE

2025-2026

THEME



**Évaluation de la qualité et de la performance
diagnostique de la microscopie du paludisme dans
trois structures sanitaires de la rive droite du
district de Bamako, Mali.**

THESE PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE -----/-----/ 2026

PAR

M. Amadou NIANGALY

Pour obtenir le diplôme de Docteur en Pharmacie

(DIPLÔME D'ETAT)

Jury :

Président : Mr. Abdoulaye Kassoum KONE (Maitre de Conférences Agrégé)

Membres : Mr. Seidina A.S. DIAKITE (Maitre de Conférences)

Mr. Karim TRAORE (Maitre de conférences)

Co-directeur : Mr. Souleymane DAMA (Maitre de conférences)

Directrice : Mme. Dinkorma T. OUOLOGUEM (Maitre de conférences Agrégé)

**LISTE
DES
ENSEIGNANTS**

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple-Un But-Une Foi



FACULTE DE PHARMACIE



LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE PHARMACIE ANNEE UNIVERSITAIRE 2025-2026

ADMINISTRATION

Doyen : Sékou BAH, Professeur

Vice-doyen : Souleymane DAMA, Maître de Conférences

Secrétaire principal : Seydou COULIBALY, Administrateur Civil

Agent comptable : Ismaël CISSE, Contrôleur des Finances.

PROFESSEURS HONORAIRES

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Flabou	BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
2	Bakary Mamadou	CISSE	Biochimie
3	Yaya	COULIBALY	Législation
4	Abdoulaye	DABO	Malacologie -Biologie animale
5	Daouda	DIALLO	Chimie Générale et Minérale
6	Mouctar	DIALLO	Parasitologie-mycologie
7	Souleymane	DIALLO	Bactériologie - Virologie
8	Amagana	DOLO	Parasitologie
9	Kaourou	DOUCOURE	Physiologie humaine
10	Lassana	DOUMBIA	Chimie minérale
11	Ousmane	DOUMBIA	Chimie thérapeutique
12	Boukassoum	HAÏDARA	Législation
13	Akory Ag	IKNANE	Santé publique/Nutrition
14	Gaoussou	KANOUTE	Chimie analytique
15	Alou A.	KEÏTA	Galénique
16	Ousmane	KOÏTA	Biologie moléculaire
17	Mamadou	KONE	Physiologie
18	Brehima	KOUMARE	Bactériologie/Virologie
19	Benoît Yaranga	KOUMARE	Chimie analytique/Bromatologie
20	Abdourahamane S.	MAÏGA	Parasitologie
21	Saïbou	MAÏGA	Législation
22	Ababacar I	MAÏGA	Toxicologie
23	Ousmane	TOURE	Santé publique/ Environnementale
24	Mahamadou	TRAORE	Génétique
25	Sékou Fantamady	TRAORE	Zoologie

PROFESSEURS DECEDES

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Boubacar Sidiki	CISSE	Toxicologie
2	Mahamadou	CISSE	Biologie
3	Drissa	DIALLO	Pharmacognosie
4	Moussa	HARAMA	Chimie analytique
6	Mamadou	KOUMARE	Pharmacognosie
5	Elimane	MARIKO	Pharmacologie
6	Moussa	SANOGO	Gestion pharmaceutique

DER : SCIENCES BIOLOGIQUES ET MEDICALES

1. PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Mounirou	BABY	Professeur	Hématologie
2	Mahamadou	DIAKITE	Professeur	Immunologie-Génétique
3	Alassane	DICKO	Professeur	Santé Publique
4	Abdoulaye	DJIMDE	Professeur	Parasitologie-Mycologie
5	Aldjouma	GUINDO	Professeur	Hématologie. Chef de DER
6	Kassoum	KAYENTAO	Directeur de Recherche	Santé publ./ Bio-statistique
7	Bourèma	KOURIBA	Professeur	Immunologie
8	Issiaka	SAGARA	Directeur de Recherche	Bio-statistique
9	Boubacar	TRAORE	Professeur	Parasitologie-Mycologie

2. MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Mohamed	AG BARAIKA	Maître de Conférences	Bactériologie-virologie
2	Charles	ARAMA	Maître de Conférences	Immunologie
3	Cheick Amadou	COULIBALY	Maître de Recherche	Entomologie/parasitologie
4	Djibril Mamadou	COULIBALY	Maître de Conférences	Biochimie clinique
5	Djénéba Koumba	DABITAO	Maître de Conférences	Biologie moléculaire
6	Souleymane	DAMA	Maître de Conférences	Parasitologie -Mycologie
7	Antoine	DARA	Maître de Conférences	Biologie Moléculaire
8	Laurent	DEMBELE	Maître de Conférences	Biotechnologie Microbienne
9	Klétigui Casimir	DEMBELE	Maître de Conférences	Biochimie Clinique
10	Seïdina S. A.	DIAKITE	Maître de Conférences	Immunologie
11	Fatou	DIAWARA	Maître de Conférences	Epidémiologie
12	Yaya	GOÏTA	Maître de Conférences	Biochimie Clinique
13	Ibréhima	GUINDO	Maître de Conférences	Bactériologie virologie
14	Aminatou	KONE	Maître de Conférences	Biologie moléculaire
15	Almoustapha Issiaka	MAÏGA	Maître de Recherche	Bactériologie-Virologie
16	Mamoudou	MAÏGA	Maître de Conférences	Microbiologie
17	Amadou Birama	NIANGALY	Maître de Conférences	Parasitologie-Mycologie
18	Dinkorma	OUOLOGUEM	Maître de Conférences	Biologie Cellulaire
19	Fanta	SANGHO	Maître de Conférences	Santé Publ/Santé commun.
20	Yéya dit Sadio	SARRO	Maître de Conférences	Epidémiologie
21	Mahamadou S.	SISSOKO	Maître de Recherche	Bio-statistique

3. MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Boubacar Tiétiè	BISSAN	Maître-Assistant	Biologie clinique
2	Djénéba	COULIBALY	Maître-Assistant	Nutrition/Diététique
3	Seydou Sassou	COULIBALY	Maître-Assistant	Biochimie Clinique
4	Dramane	DIALLO	Maître-Assistant	Biologie Moléculaire
5	Issa	DIARRA	Chargé de Recherch.	Immunologie

4. ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Michel Emmanuel	COULIBALY	Attaché de Recherche	Entomologie/parasitologie
2	Abdallah Amadou	DIALLO	Attaché de Recherche	Entomologie/parasitologie
3	Bakary	FOFANA	Attaché de Recherche	Recherche clinique
4	Merepen dit Agnès	GUINDO	Assistant	Immunologie
5	Moussa Bamba	KANOUE	Attaché de Recherche	Bio-informatique
6	Falaye	KEÏTA	Attaché de Recherche	Santé publi./Santé Environn.
7	N'Deye Lallah Nina	KOITE	Assistant	Nutrition
8	Oumou	NIARE	Attaché de Recherche	Biologie appliquée
9	Zana Lamissa	SANOGO	Attaché de Recherche	Entomologie-Parasitologie
11	Lamine	SOUMAORO	Attaché de Recherche	Entomologie/parasitologie
12	Aliou	TRAORE	Attaché de Recherche	Sciences biologiques appliqu.
13	Djakaridia	TRAORE	Assistant	Hématologie

DER : SCIENCES PHARMACEUTIQUES

1. PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Rokia	SANOGO	Professeur	Pharmacognosie

2. MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Loséni	BENGALY	Maître de Conférences	Pharmacie hospitalière
2	Issa	COULIBALY	Maître de Conférences	Gestion
3	Adama	DENOU	Maître de Conférences	Pharmacognosie/Chef de DER
4	Mahamane	HAÏDARA	Maître de Conférences	Pharmacognosie
5	Adiaratou	TOGOLA	Maître de Conférences	Pharmacognosie

3. MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Bakary Moussa	CISSE	Maître-Assistant	Galénique
2	Balla Fatogoma	COULIBALY	Maître-Assistant	Pharmacie hospitalière
3	Sékou	DOUMBIA	Maître-Assistant	Pharmacognosie
4	Hamma Boubacar	MAÏGA	Maître-Assistant	Galénique
5	Aboubacar	SANGHO	Maître-Assistant	Législation
6	Aminata Tiéba	TRAORE	Maître-Assistante	Pharmacie hospitalière

4. ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Seydou Lahaye	COULIBALY	Assistant	Gestion pharmaceutique
2	Assitan	KALOGA	Assistant	Législation
3	Ahmed	MAÏGA	Assistant	Législation
4	Aïchata Ben Adam	MARIKO	Assistant	Galénique
5	Bourama	TRAORE	Assistant	Législation
6	Sylvestre	TRAORE	Assistant	Gestion pharmaceutique
7	Mohamed dit Sarmoye	TRAORE	Assistant	Pharmacie hospitalière

DER : SCIENCES DU MEDICAMENT

1. PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Sékou	BAH	Professeur	Pharmacologie

2. MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Dominique Patomo	ARAMA	Maître de Conférences	Pharmacie chimique
2	Mody	CISSE	Maître de Conférences	Chimie thérapeutique
3	Ousmane	DEMBELE	Maître de Conférences	Chimie thérapeutique
4	Tidiane	DIALLO	Maître de Conférences	Toxicologie/ Chef de DER
5	Madani	MARIKO	Maître de Conférences	Chimie Ana/ Bromatologie
6	Hamadoun Abba	TOURE	Maître de Conférences	Chimie Ana/Bromatologie
7	Karim	TRAORE	Maître de Conférences	Pharmacologie

3. MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Mahamadou	BALLO	Maître-Assistant	Pharmacologie
2	Dalané Bernadette	COULIBALY	Maitre-Assistant	Chimie Ana/Bromatologie

4. ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Blaise	DACKOUCO	Assistant	Chimie Ana/Bromatologie
2	Aiguerou dit Abdoulaye	GUINDO	Assistant	Pharmacologie
3	Mohamed El Béchir	NACO	Assistant	Chimie Ana/Bromatologie
4	Mohamed	TOURE	Assistant	Pharmacologie

DER : SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
-	-	-	-	-

2. MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Mamadou Lamine	DIARRA	Maître de Conférences	Botaniqu-Biol. Vég. Chef de DER
2	Boubacar	YALCOUYE	Maître de Conférences	Chimie organique

3. MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Joseph Sékou B.	DEMBELE	Maître-Assistant	Biologie végétale
2	Modibo	DIALLO	Maître-Assistant	Génétique
3	Boureima	KELLY	Maître-Assistant	Physiologie médicale

4. ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Seydou Simbo	DIAKITE	Assistant	Chimie organique
2	Moussa	KONE	Assistant	Chimie Organique
3	Massiriba	KONE	Assistant	Biologie Entomologie

CHARGES DE COURS (VACATAIRES)

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Cheick Oumar	BAGAYOKO	Informatique
2	Babou	BAH	Anatomie
3	Souleymane	COULIBALY	Psychologie de la santé
4	Yacouba M	COULIBALY	Droit commercial
5	Moussa I	DIARRA	Biophysique
6	Lassana	DOUMBIA	Chimie minérale
	Oumar	SAMASSEKOU	Génétique
7	Djibril	SANGARE	Biosécurité
8	Modibo	SANGARE	Anglais
9	Satigui	SIDIBE	Pharmacie vétérinaire
10	Sidi Boula	SISSOKO	Histologie-embryologie
11	Fana	TANGARA	Mathématiques
12	Djénébou	TRAORE	Sémiologie et Pathologie médicale
13	Boubacar	ZIBEÏROU	Physique

Bamako, le 29 juin 2026

**P/Le Doyen PO
Le Secrétaire Principal,**



[Signature]
Seydou COULIBALY
Administrateur Civil

**DEDICACES
ET
REMERCIEMENTS**

DÉDICACES

Je rends grâce à :

- **Allah le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux**

Toutes les louanges t'appartiennent, que ta bénédiction soit sur notre Prophète Muhamed (PSL), sur ces compagnons et sur tous ceux qui le suivent sur le droit chemin.

La seule véritable force qui crée, guide, protège, console et ne demande que peu de choses en retour à savoir la reconnaissance de son unicité et la dévotion pour elle, la compassion, la bienfaisance et la justice pour les hommes.

Je te rends grâce pour ton apport à la réalisation de ce travail et m'en remets à toi pour les challenges à venir.

Oh mon seigneur ! Permets-moi de tirer un profit licite de ce travail et accorde-moi le savoir, la sagesse et les vertus qui rendront utile à l'humanité mon bref passage sur terre.

Seigneur fait que ma vie et mes actions soient conformes à tes préceptes et raffermis ma foi.

Amin !

- **À mon papa Moumoune NIANGALY :**

Tu es à l'origine de ce que je suis aujourd'hui car tu t'es assuré que je reste sur le droit chemin jusqu'à maintenant malgré l'épreuve de la maladie au quelle tu fais face aujourd'hui, tu m'as appris le sens de l'honneur, de la dignité, de l'humilité, de la morale, de la justice, du pardon et du désintéressement. Tu as toujours été un exemple pour toute la famille car tu es un travailleur acharné, rigoureux et exigeant envers toi-même et les autres. Ta rigueur, ta persévérance et ton courage dans le travail ont été pour nous une source d'inspiration inépuisable. Papa je ne pourrai jamais te récompenser. Que le Bon Dieu te vienne en aide et te guérisse de tout maux afin que tu puisses profiter de tous les succès et réussites de tes enfants. Yarabi !

- **À ma chère mère Maimouna GUINDO :**

Si Allah a mis le paradis sous les pieds des mères, ce n'est pas pour rien.

Affable, aimable, honorable, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a cessé de m'encourager. Tes prières et bénédictions m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne

saurait exprimer mon profond respect, mon amour éternel et ma considération pour tous les sacrifices consentis pour mon éducation et mon bien être mère.

Je te remercie pour tout l'amour et pour tout le soutien que tu m'as accordé depuis mon enfance et j'espère que tes bénédictions m'accompagneront toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés et le fruit de tes innombrables sacrifices.

Puisse Allah le très haut t'accorder santé, bonheur et une longue vie. Amin !

- **À mon oncle paternel Agone NIANGALY :**

Ce diplôme est le fruit de ta générosité et de ton soutien indéfectible. En rendant ce parcours possible, tu m'as offert bien plus qu'une éducation : tu m'as offert un avenir. Que ce travail soit le témoignage de ma profonde gratitude et de ma réussite, qui est aussi la tienne Baba.

À la mémoire de mes chers disparus, dont l'absence laisse un vide immense mais dont le souvenir guide chacun de mes pas :

À mon très cher grand frère, Feu **Youssouf NIANGALY**, pour ton exemple de fraternité et la force que tu m'as transmise. Tu aurais été fier de ce jour.

À ma grand-mère, Feu **Yeperou NIANGALY**, gardienne de nos racines et de notre sagesse. Tes prières et tes enseignements m'ont porté jusqu'ici.

À ma tante, Feu **Pati DJIMDE**, pour ta bienveillance et ton affection indéfectible.

Que vos âmes reposent en paix. Ce titre de Docteur en Pharmacie est le vôtre, car vous vivez à travers ma réussite.

REMERCIEMENTS

Au **Professeur Abdoulaye DJIMDE** et à l'ensemble de l'équipe du **PMRTC**.

Merci de m'avoir ouvert les portes de ce centre de renommée internationale. Un merci tout particulier à mes encadrants pour leur encadrement de proximité et leur rigueur. Travailler à vos côtés m'a permis d'acquérir une solide formation scientifique et humaine, indispensable à ma future carrière de pharmacien.

Un grand merci au **Dr Moussa Djimde**. Ton expertise et ton soutien académique constant m'ont permis de surmonter les obstacles méthodologiques rencontrés. Je te remercie pour la générosité avec laquelle tu partages ton savoir et pour le temps consacré à l'orientation de mes travaux.

Mes remerciements s'adressent également au **Dr Aly Kodio**. Mes sincères remerciements pour ta générosité, le partage de connaissances, ta disponibilité constante et les échanges enrichissants qui ont grandement nourri ma réflexion tout au long de cette thèse.

- **mes oncles,**

Je tiens à vous exprimer ma profonde reconnaissance pour votre présence et vos conseils tout au long de mes études. Votre soutien, qu'il soit moral ou matériel, a été un pilier essentiel à l'aboutissement de cette thèse. Merci d'avoir toujours été là pour m'encourager et me pousser vers l'excellence.

- **À mes Tontons,**

Pr. Souleymane DAMA et Dr. Lagi NIANGALY,

Je vous exprime ma gratitude la plus profonde pour l'aide précieuse et multiforme que vous m'avez apportée tout au long de mon cursus universitaire. Votre soutien indéfectible dans les moments de doute et vos encouragements constants ont été le moteur de ma persévérance. Ce titre de Docteur en Pharmacie est le fruit de votre générosité et de la confiance que vous avez placée en moi

- **À mes tantes,**

Merci pour votre affection, vos conseils précieux et vos prières qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours. Votre présence à mes côtés a été une source de réconfort et de motivation. Ce diplôme est aussi le résultat de votre soutien indéfectible.

- **À mon grand-père Apaye NIANGALY**

Je t'exprime ma profonde gratitude pour m'avoir accueilli à bras ouverts. Ton hospitalité et ta bienveillance m'ont offert le cadre serein nécessaire à la réussite de ce doctorat en pharmacie. Ce diplôme témoigne aussi de ton soutien quotidien et de ta générosité.

- **À mes grandes mères :**

Je vous exprime ma gratitude la plus profonde. Vos bénédictions ont été le souffle qui m'a poussé vers l'avant. Merci pour votre tendresse et pour avoir toujours été des modèles de patience et de dignité. Cette thèse de Doctorat en Pharmacie est le fruit de vos enseignements de vie.

Un remerciement tout particulier à ma grande mère **Yatime DJIMDE**. Merci pour ta tendresse infinie, tes conseils et ta bienveillance qui m'ont porté jusqu'à l'obtention de ce doctorat. Ce diplôme est le fruit des bénédictions que tu n'as cessé de m'accorder

À mes frères et sœurs,

En reconnaissance de notre lien indéfectible. Merci d'avoir été mes premiers soutiens, de m'avoir encouragé dans les moments de doute et d'avoir partagé mes joies. Ce titre de Docteur en Pharmacie honore notre famille et la solidarité qui nous uni.

-À l'ensemble de mes cousins et cousines, merci pour la solidarité et les moments de partage qui ont égayé mes années d'études.

Un remerciement tout particulier et spécial à ma cousine, **Adama NIANGALY**. Je tiens à t'exprimer ma profonde gratitude pour ton soutien précieux et ta présence constante à mes côtés. Ton aide a été un atout majeur dans la réussite de ce parcours. Trouve ici le témoignage de mon amitié et de ma reconnaissance éternelle.

- **À mes amis, (es) d'enfances:**

Hamidou SAGARA, Akouni NIANGALY, Moussa ZORME, Ibrahim DOUGNON, Issaka KOUANI, Moussa GUINDO, Doguel DARA, Bourama BONKOUYOU, Hassana NIANGALY Aminata NIANGALY, Kadi GUINDO. Merci d'être restés à mes côtés depuis nos premiers pas jusqu'à l'obtention de ce doctorat. Votre amitié immuable a été mon équilibre et ma bouffée d'oxygène en dehors des laboratoires et des officines. Merci de m'avoir rappelé d'où je viens tout en m'encourageant à aller là où je suis aujourd'hui.

- **À mes amis (es), (s) du Lycée et de la faculté :**

Oumar TIMBINE, Issa NIANGALY, August DOUGNON, Mohamed SAGARA, Dieudonné DARA, Yatime OGOIBA, Véronique DARA, Abigaël DOUMBO, Malick FONGORO, Adam YALCOUYE, Élisabeth DOUGNON, Seydou BORE, Suabou TOGO, Salimata COULIBALY, Moïse GUIROU Aminata DJIMDE, Hamadoun GORO, Oumou DARA, Souleymane YATARA, Mamadou Diarra, Alhassane B DIALLO, Mata SY, Samuel SANGARA Sitan SANOGO, Kounayel DIALLO. Entre les souvenirs de jeunesse et les défis de la vie estudiantine, vous avez toujours su trouver les mots pour m'encourager soyez en remercier.

- **À mon ami Dr Abraham DOUGNON,**

Merci pour ta présence constante et ton soutien indissoluble tout au long de ces années universitaires. Que ce soit pour les échanges d'idées, les encouragements dans les moments de doute ou simplement pour ta fidèle amitié, sache que ton aide a été précieuse pour l'aboutissement de ce travail. Reçois ici le témoignage de ma profonde gratitude.

- **À ma chère sœur, Dr Massaran KONARÉ,**

En souvenir de nos longues heures de préparation et de révision. Merci pour ton esprit de partage, ta rigueur et tes encouragements mutuels qui ont rendu ce parcours moins éprouvant. Ce succès est aussi le nôtre, fruit d'une solidarité sans faille face aux défis de la faculté.

- **Aux docteurs Salia DIALLO et Mohamed SAGARA**

En souvenir de nos années de labeur, de nos échanges passionnés et de cette solidarité sans faille qui a marqué notre parcours académique.

Je tiens à vous remercier pour votre soutien moral, vos encouragements mutuels et les moments de détente partagés qui ont rendu ce cheminement plus léger. Ce travail est aussi le reflet de notre amitié et de l'esprit d'entraide qui nous unit. Je vous souhaite à tous deux une carrière brillante et pleine de succès.

- **À Djeneba DIAKITÉ,** je tiens à t'exprimer ma reconnaissance pour chaque instant partagé, chaque sourire et chaque échange qui ont rendu cette période si particulière. Ta présence a été une véritable source de lumière et de joie, illuminant mon quotidien tout au long de ce parcours.

- **À l'ensemble de mes promotionnaires,**

Merci pour l'ambiance de travail, l'esprit de corps et les moments de partage durant ces années passées à la Faculté de Pharmacie. Nous avons grandi ensemble, affronté les mêmes défis et c'est un honneur de franchir cette ligne d'arrivée avec vous.

Un remerciement particulier aux membres de mon **groupe d'exposé**.

Merci pour la qualité de nos échanges, votre sérieux et votre esprit d'équipe. Nos longues heures de recherches documentaires et de préparation ensemble ont été déterminantes pour ma formation. Vous avez su transformer le travail collectif en une expérience humaine enrichissante. Je suis fier de ce que nous avons accompli ensemble.

Aux personnels de laboratoires :

À tout le personnel de laboratoires publics et privé de la rive droite du district de Bamako sélectionnés,

En reconnaissance de votre appui technique et de votre bienveillance. Ce travail de thèse s'est nourri de l'expérience acquise au sein de vos structures.

- **À mes aînés :**

- À mes aînés de l'association santé + Koro, qui m'ont montré la voie par leur professionnalisme et leur rigueur et particulièrement aux membres du bureau exécutif (2023-2024).

Je tiens à remercier tout particulièrement **Dr GORO Aboubacar, Dr TRAORE Abdourahmane, Dr Youssouf GUINDO, Dr Harouna MORBA, Dr Philipe DOUGNON, Dr Nouh NAPO, Dr Ali B GUINDO, Dr DICKO, Mr KONE**, Merci pour votre disponibilité constante, vos conseils avisés et l'exemple que vous représentez pour la jeune génération dogons. Votre mentorat a été un pilier essentiel dans la construction de mon identité professionnelle.

Je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble des équipes officinales qui m'ont accompagné tout au long de mon cursus.

Un merci tout particulier à mes collègues de la pharmacie **Renaissance Sarl** et à **Dr Nouh NAPO** pour leur soutien quotidien et leur flexibilité durant la phase finale de rédaction de cette thèse. Merci également aux équipes de mes précédents stages pour leur patience et leur partage d'expérience. Vous avez été mes premiers modèles de professionnalisme.

À tout le **corps professoral de la Faculté de Pharmacie**,

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble des professeurs, maîtres de conférences et assistants qui ont jalonné mon parcours. Merci pour la qualité de votre enseignement, votre rigueur scientifique et votre dévouement à la formation des pharmaciens du Mali. Vous m'avez transmis les outils nécessaires pour exercer ce métier avec compétence et éthique.

**HOMMAGES
AUX
MEMBRES DU JURY**

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DU JURY

Professeur Abdoulaye Kassoum KONE

- **Docteur en Médecine**
- **Maitre de Conférences Agrégé de Parasitologie-Mycologie de la Faculté de Médecine et d’Odonto-Stomatologie de Bamako ;**
- **PhD en Entomologie-Parasitologie médicales ;**
- **Médecin-chercheur au Centre de recherche et de formation sur les parasites et les microbes (PMRTC) ;**

Cher Maître,

Nous vous exprimons toute notre gratitude pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury. Votre dévouement à la science et votre bienveillance envers les étudiants forcent l’admiration. Veuillez agréer, cher Maître, l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE

Pr Seidina A.S DIAKITE

- **Docteur en pharmacie**
- **Enseignant chercheur au Centre de Recherche et de Formation sur l'Entomologie Médicale et des Maladies Infectieuses (IDMERTC) de l'USTTB**
- **Maitre de conférences en Immunologie à la faculté de Pharmacie FAPH de l'USTTB**

Cher Maître,

Votre rigueur scientifique, votre modestie et votre amour pour le travail bien fait font de vous un exemple à suivre.

Merci d'avoir contribuer à l'amélioration de ce travail.

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE

Pr Karim TRAORE

- **Docteur en pharmacie**
- **Enseignant chercheur au Centre de Recherche et de Formation sur l'Entomologie Médicale et des Maladies Infectieuses (IDMERTC) de l'USTTB**
- **Maitre de conférences en pharmacologie à la FAPH de l'USTTB**

Cher Maître

Les mots nous manquent pour vous témoigner notre profonde gratitude pour l'intérêt que vous portez à ce travail. Vous avez accepté avec bienveillance de siéger dans ce jury ; veuillez agréer, chers Maîtres, l'expression de notre profond respect et de notre vive reconnaissance.

A NOTRE MAÎTRE ET CO-DIRECTEUR DE THÈSE

Pr Souleymane DAMA

- **Docteur en Pharmacie**
- **Enseignant chercheur au Centre de Recherche et de formation sur les parasites et les microbes (PMRTC)**
- **Maître de Conférences de Parasitologie-Mycologie à la FAPH**
- **PhD en Parasitologie-Mycologie et Entomologie médicale**
- **Spécialiste en Pharmacologie préclinique et clinique**
- **Vice-doyen de la Faculté de Pharmacie**

Cher Maître,

C'est pour moi un immense honneur de vous témoigner ma profonde gratitude pour avoir accepté de diriger mes premiers pas dans le monde de la recherche. Votre rigueur scientifique et votre expertise en Parasitologie ont été le socle sur lequel ce travail s'est construit.

Au-delà de votre rôle de Co-Directeur, j'ai été profondément marqué par votre intelligence d'analyse qui a constamment éclairé mon cheminement. Malgré vos lourdes responsabilités administratives, vous avez toujours fait preuve d'une disponibilité exemplaire. Votre écoute bienveillante et vos orientations novatrices ont été des piliers essentiels lors des moments de doute.

Veillez agréer, cher Maître, l'expression de ma reconnaissance infinie pour votre générosité intellectuelle et pour l'humanisme qui caractérise votre encadrement.

A NOTRE MAÎTRE ET DIRECTRICE DE THÈSE

Pr. Dinkorma T. OUOLOGUEM

- **Docteur en Pharmacie**
- **Enseignante-Chercheur au Centre de Recherche et de formation sur les parasites et les microbes (PMRTC)**
- **Maître de Conférences Agrégée de Biologie Générale, option Cytologie des Universités du CAMES**
- **PhD en Biologie cellulaire**

Chère Maître,

Nous tenons à vous exprimer notre plus profonde gratitude et notre respect le plus sincère pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche. Votre rigueur scientifique, la clarté de vos orientations et votre exigence intellectuelle ont été le phare qui a guidé nos pas tout au long de ce parcours doctoral. Au-delà de vos précieuses compétences académiques, nous saluons la grande scientifique que vous êtes, dévouée à l'excellence et au progrès de la science.

Veuillez agréer, chère Maître, l'expression de notre reconnaissance infinie.

LISTE DES ABREVIATIONS

LA LISTE DES ABRÉVIATIONS

AL : Artemether + Lumefantrine

CTA: Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artemisinines

AS/AQ : Artésunate +Amodiaquine

AS/MQ : Artésunate +Méfloquine

CPN : Chimio-prévention du Paludisme

Cscoms : Centres de Santé Communautaires

CScom-U : Centres de Santé Communautaires-u

Csref : Centre de Santé de Référence

DEAP/MRTC : Département d'Épidémiologie des Affections Parasitaires / Malaria Research and Training Center.

FM : Frottis mince

GE : Gouttes épaisses

Hb : Hémoglobine

HRP2: Histidine Riche en Protéine (Histidin Rich Protein)

IFI : Immunofluorescence Indirecte

IFN- γ : l'interféron gamma

IM : Intramusculaire

IV : Intra-veine

ML : millilitre

MM Hg : millimètre de mercure

Mmol/l : millimole par litres

OMS : Organisation mondiale de la Santé

Pf : *P. falciparum*

Pfemp1 : *Plasmodium falciparum* érythrocyte membrane protéine 1

PCR : Réaction en Chaîne par Polymérase (Polymerase Chain Reaction)

PID : Pulvérisation Intra-Domiciliaire

PEV : Programme Élargi de Vaccination

pLDH : Lactico-deshydrogenase

Pm : *P.malariae*

PMRTC: Centre de recherche et de Formation sur les Parasites et les Microbes (Parasites and Microbes Research and Training Center)

PNLP : Programme National de Lutte contre le Paludisme

Po : *P. ovale*

Pv : *P.vivax*

PVE : Paludisme viscéral évolutif

S-P : Sulfadoxine + Pyriméthamine

TDR : Tests de diagnostic rapide

TPI : Traitement Préventif Intermittent

USTTB : Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

VPN : Valeur Prédictive Négative

VPP : Valeur Prédictive Positive



TABLE DES MATIERES

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
1.1. Intérêt de l'étude	2
2. OBJECTIFS	2
2.1. Objectif général :	2
2.2. Objectifs spécifiques :	2
3. GENERALITES	4
3.1. Historique	4
3.2. Mode de transmission	4
3.3. Vecteur du paludisme	5
3.4. Le parasite	5
3.5. Cycle biologique	6
3.6. Physiopathologie	8
3.7. Formes cliniques du paludisme	10
3.8. Diagnostic du paludisme	11
✓ Autres techniques	18
3.9. Antipaludiques	20
4. TRAITEMENT	23
4.1. Prise en charge du paludisme non compliqué	23
4.2. Prise en charge du paludisme grave	23
5. Prévention	25
5.1. Chimioprévention du paludisme	25
6. MÉTHODOLOGIE	28
6.1. Site d'étude	28
6.2. Type et période de l'étude	29
6.3. Population d'étude	29
6.4. Critères d'inclusion	29
6.5. Critères de non-inclusion	30
6.6. Échantillonnage	30
6.7. Calcul de la taille de l'échantillon	30
6.8. Démarche technique	32
6.9. Contrôle de qualité	32
6.10. Collecte et saisie des données	32
6.11. Approche analytique et critères d'évaluation	32
6.12. Considérations éthiques	34
	35
7. RÉSULTATS	36

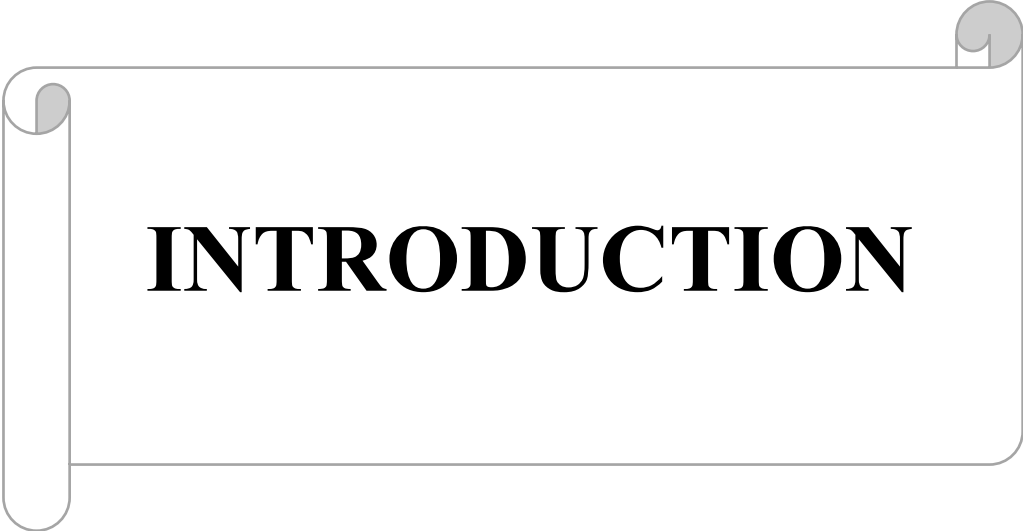
7.1 Caractéristiques sociodémographiques et niveau de qualification professionnelle du personnel technique des laboratoires sélectionnés.	37
7.2 Conformité technique de la confection et de la coloration des étalements sanguins selon les directives de l'OMS.....	39
7.3. Evaluation comparative des performances des laboratoires enquêtés par rapport au centre de référence (PMRTC).	42
7.4. Comparaison des indicateurs de qualité et de performance diagnostique entre les laboratoires du secteur public et du secteur privé.	47
8. COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS.....	50
9. Limites de l'étude et contraintes.....	54
10. CONCLUSION	56
11. RECOMMANDATIONS	58
12. RÉFÉRENCES	60
13. ANNEXES	68

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Cycle évolutif de Plasmodium (26).	8
Figure 2 : Confection de la goutte épaisse(35).	Error! Bookmark not defined.
Figure 3 : Confection de GE/FM(36), source Planches pour le diagnostic.	13
Figure 4: Répartition des lames par type de laboratoire	31
Figure 5 : Ancienneté moyenne des agents dans la pratique du diagnostic microscopique.	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Identification des 4 espèces	15
Tableau II: Goutte Épaisse (GE) vs Frottis Mince (FM)	17
Tableau III: Répartition des lames collectées par niveau de formation du personnel et par site.	37
Tableau IV : Fréquence d'utilisation des comprimés tampons dans les sites enquêtés... 39	39
Tableau V : Marques de Giemsa utilisées pour la coloration de la goutte épaisse	40
Tableau VI: Aspects colorimétriques de la goutte épaisse après coloration au Giemsa. . 41	41
Tableau VII : Fréquence d'utilisations des séchoirs dans les laboratoires étudiés.	42
Tableau VIII : Comparaison des résultats de la goutte épaisse entre le laboratoire du Quartier Mali et le PMRTC.	42
Tableau IX : Comparaison des résultats de la goutte épaisse entre le laboratoire de Sogoniko et le PMRTC.....	43
Tableau X: Comparaison des résultats de la goutte épaisse entre le laboratoire de CELLAL et le PMRTC.	45
Tableau XI: Fréquence des discordances entre les résultats des sites enquêtés et ceux du PMRTC.	46
Tableau XII : Synthèse comparative des indicateurs entre les laboratoires publics et privés	47



INTRODUCTION

1. INTRODUCTION

Le paludisme est une maladie fébrile aiguë causée par le parasite du genre *Plasmodium*. Il est transmis aux êtres humains par la piqûre infestante d'un moustique anophèle femelle. Il s'agit d'une maladie évitable dont on peut guérir (1). On distingue principalement cinq (5) espèces plasmodiales qui peuvent infecter l'homme : ***Plasmodium falciparum*** (*P. falciparum*), ***Plasmodium vivax*** (*P. vivax*), ***Plasmodium malariae*** (*P. malariae*), ***Plasmodium ovale*** (*P. ovale*) subdivisé en (*P. ovale wallikeri* et *P. ovale curtisi*) et ***P. knowlesi*** (1).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), il a été estimé à 282 millions de cas de paludisme en 2024 contre 273 millions en 2023. Durant les mêmes périodes, il a été enregistré 610 000 décès contre 598 000 (2). En 2024 la région africaine de l'OMS, a enregistré 94% des cas de paludisme (265 millions) et 95% de décès(2).

Au Mali, à l'instar de la plupart des pays de l'Afrique Subsaharienne, le paludisme est le premier motif de consultation (39%) et la première cause de mortalité (27%) et de morbidité (43%) avec des répercussions socio-économiques sur les populations (3).

L'OMS recommande de confirmer si possible les cas de paludisme par les moyens de test de diagnostic rapide (TDR) ou bien par la microscopie (4). Le diagnostic parasitologique du paludisme est un élément fondamental dans la prise en charge adéquate de la maladie ; il permet par quantification d'apprécier la charge parasitaire qui entre dans la définition de gravité du paludisme. Différentes méthodes diagnostiques sont actuellement disponibles. L'examen microscopique d'un frottis et d'une goutte épaisse demeure la méthode de référence en termes de sensibilité et de spécificité. Il permet de confirmer la maladie, d'identifier l'espèce plasmodiale en cause et d'estimer la parasitémie (3). Cependant la fiabilité de cet examen exige un personnel qualifié capable de poser le diagnostic biologique par microscopie.

La microscopie reste l'examen de référence pour le diagnostic parasitologie du paludisme. De plus, les formations sanitaires n'ont pas toujours la capacité d'effectuer un diagnostic microscopique de qualité faute de personnels médicaux qualifiés ou à cause de manque de planification (3). De plus en plus, des cas d'incongruïtés de diagnostic du paludisme ont été rapportés régulièrement aussi bien dans les structures de santé publiques que privées. Des études menées par Timbine et al., ainsi que par Konaté et al., ont rapportés que les résultats du diagnostic microscopique du paludisme des structures publiques étaient discordants comparés à ceux de la structure choisie comme la référence en la matière (5,6). Quelques études sont

disponibles sur les structures publiques cependant très peu de données existent sur l'évaluation du niveau de diagnostic biologique des structures privées comparées aux structures publiques.

1.1. Intérêt de l'étude

L'évaluation de la qualité et des performances diagnostiques de la microscopie du paludisme dans les structures de santé de la rive droite du district de Bamako à une importance cruciale qui dépasse le seul aspect technique du laboratoire. Cette étude s'inscrit au cœur des priorités de santé publique du Mali et se justifie par des enjeux majeurs d'ordres clinique, épidémiologique, économique et thérapeutique.

Sur le plan clinique et de la sécurité des patients, la précision du diagnostic biologique constitue le préalable indispensable à une prise en charge thérapeutique adéquate. La microscopie sur goutte épaisse et frottis sanguin demeure l'examen de référence préconisé par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Dès lors, toute défaillance de ses performances diagnostiques par défaut de sensibilité ou de spécificité entraîne des conséquences cliniques majeures. Les faux négatifs exposent à un retard thérapeutique pouvant évoluer vers un paludisme grave, voire mortel. Inversement, les faux positifs occultent d'autres étiologies fébriles (bactériennes ou virales) qui demeurent non traitées, tout en soumettant inutilement les patients à la toxicité potentielle des antipaludiques. L'évaluation locale de ces paramètres permettra d'objectiver ces risques afin de sécuriser le parcours de soins.

Sur le plan de la pharmacovigilance et de la prévention de la chimiorésistance, ce travail contribue directement à la préservation de l'arsenal thérapeutique. La surprescription des combinaisons thérapeutiques à base d'artémisinine (CTA), induite par des erreurs diagnostiques ou des diagnostics de complaisance, exerce une pression de sélection continue sur *Plasmodium falciparum*. Face à la menace de l'émergence de résistances aux dérivés de l'artémisinine en Afrique subsaharienne, garantir la spécificité du diagnostic microscopique à Bamako représente un enjeu stratégique pour pérenniser l'efficacité des CTA à l'échelle nationale.

Sur les plans économique et de la gestion des ressources de santé, la performance des laboratoires conditionne directement l'efficacité financière du système de soins. Pour les ménages maliens, un diagnostic erroné génère des dépenses de santé catastrophiques et évitables. Pour le système sanitaire, soumis à de multiples contraintes budgétaires, le défaut de qualité entraîne un gaspillage d'intrants diagnostiques et de médicaments subventionnés. En chiffrant le coût de ces dysfonctionnements au sein des trois structures d'étude, ce travail entend

démontrer que l'investissement dans l'assurance qualité en biologie médicale est une stratégie coût-efficace.

Sur le plan de la gouvernance et du renforcement du système de santé, cette recherche vise à apporter au Programme national de lutte contre le paludisme (PNLP) et aux décideurs locaux des données factuelles territorialisées. Plutôt que de s'en remettre à des directives globales, nos résultats permettront de cibler les goulots d'étranglement spécifiques à la rive droite de Bamako (formation continue des techniciens, maintenance des microscopes, approvisionnement en réactifs ou mise en place d'un contrôle de qualité interne). Ces constats constitueront le socle d'interventions correctives ciblées et durables.

Sur le plan épidémiologique, la fiabilité des indicateurs nationaux est tributaire de la rigueur des diagnostics biologiques individuels. Les orientations stratégiques du ministère de la Santé notamment la distribution des moustiquaires imprégnées d'insecticide (MILD) ou l'organisation des campagnes de chimioprévention s'appuient sur l'exactitude de la cartographie épidémiologique. En mesurant la validité des résultats microscopiques locaux, notre étude participe au renforcement du système d'information sanitaire (SIS).

Sur le plan éthique et déontologique, le rendu d'un résultat biologique engage la responsabilité morale et professionnelle du biologiste. L'évaluation rigoureuse d'une technique de routine s'inscrit dans un devoir éthique visant à garantir à chaque usager des structures de soins de Bamako une prise en charge sûre, équitable et conforme aux exigences de qualité internationales.

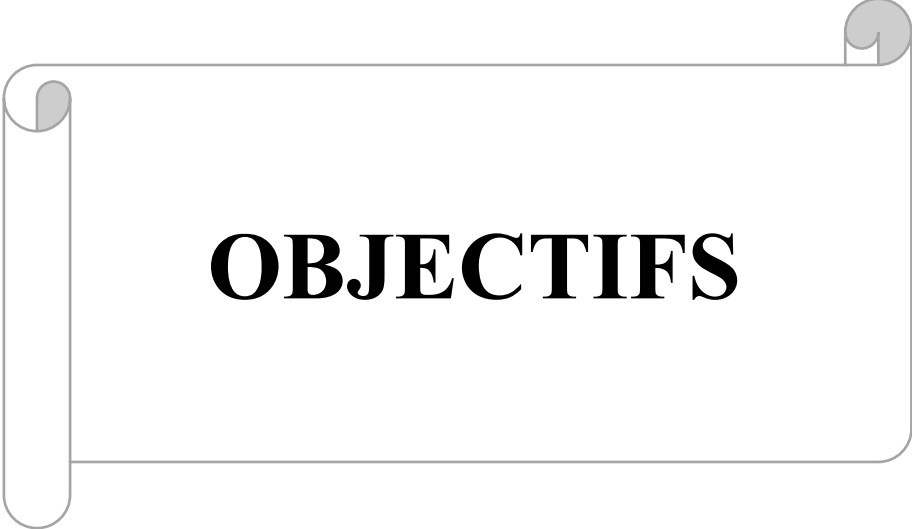
C'est pour répondre à cet ensemble d'enjeux transversaux que s'inscrit notre travail d'évaluation de la qualité et des performances diagnostiques de la microscopie du paludisme dans trois structures sanitaires de la rive droite du district de Bamako.

Hypothèse de recherche :

La qualité et la performance diagnostique de la microscopie du paludisme dans les laboratoires étudiés diffèrent significativement de celles du laboratoire de référence.

Question de recherche :

Quel est le degré de fiabilité des examens microscopiques pour le diagnostic du paludisme dans les laboratoires publics et privés de la rive droite du district de Bamako ?



OBJECTIFS

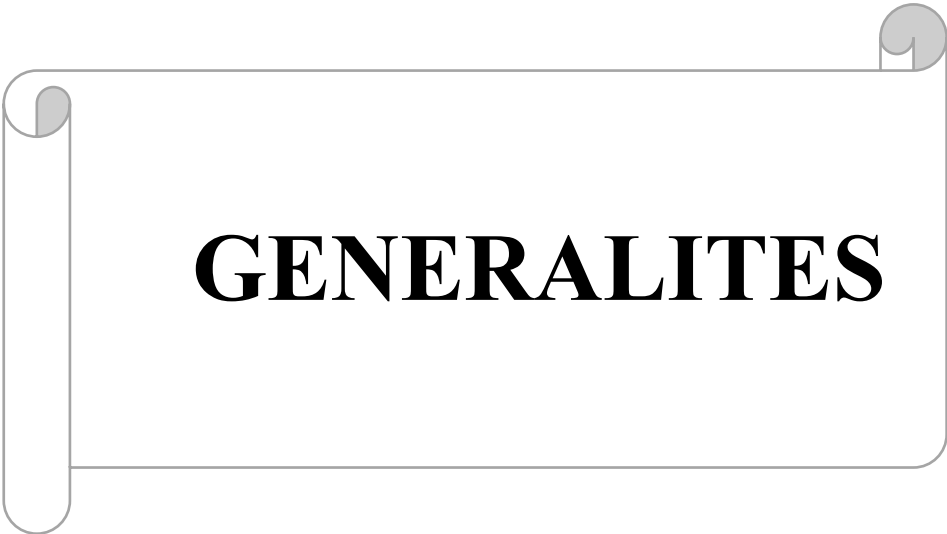
2. OBJECTIFS

2.1. Objectif général :

Évaluer la fiabilité et la qualité des résultats de la goutte épaisse et du frottis mince pour le diagnostic biologique du paludisme dans trois structures sanitaires de la rive droite du district de Bamako, Mali.

2.2. Objectifs spécifiques :

- 1) Décrire les caractéristiques sociodémographiques et le niveau de qualification des professionnels en charge diagnostic microscopique du paludisme.
- 2) Déterminer la conformité technique de la confection et de la coloration des étalements sanguins selon les directives de l'OMS.
- 3) Calculer les indices de performance diagnostique de la microscopie des laboratoires évalués par rapport au laboratoire de référence.
- 4) Mesurer le degré de concordance entre les résultats des laboratoires évalués et ceux du laboratoire de référence.
- 5) Comparer les indicateurs de qualité et de performance diagnostique entre les laboratoires du secteur public et du secteur privé.



GENERALITES

3. GENERALITES

3.1. Historique

L'origine géographique du paludisme reste controversée, bien que des indices suggèrent sa présence dès la Préhistoire (7) . Des témoignages de fièvres similaires au paludisme apparaissent dès l'Antiquité dans les manuscrits égyptiens, chinois, grecs et romains (7). En 1717, Giovanni Lancisi attribue la maladie aux émanations nocives des marais (de l'italien *mal'aria* ou « mauvais air »). La rupture scientifique majeure survient en 1880 lorsque le Dr Alphonse Laveran, médecin de l'armée française, observe pour la première fois l'exflagellation d'un gamétocyte mâle dans le sang d'un patient (8). L'hypothèse de la transmission vectorielle, émise peu après, est confirmée en 1897 par Ronald Ross chez le paludisme aviaire, mettant en évidence des oocystes dans la paroi stomacale de l'Anophèle (8). En 1898, Giovanni Battista Grassi décrit le cycle complet de transmission chez l'Homme par les moustiques du genre *Anopheles* (9). La nomenclature des stades parasitaires est fixée en 1900 par Schaudinn (10). Initialement nommé *Oscillaria malariae* puis *Haemamoeba malariae*(9), le parasite est ensuite classé sous le genre *Plasmodium*, avec l'identification successive des espèces *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* et *P. vivax* (7,11). Les ravages du paludisme lors de la Première Guerre mondiale ont stimulé la recherche pharmacologique, menant à la synthèse des amino-8-quinoléines, des amino-9-acridines et des amino-4-quinoléines, dont le chef de file est la chloroquine(12,13). Cette dernière a été massivement utilisée en traitement curatif et en chimioprophylaxie. En 1950, l'OMS lance le programme mondial d'éradication du paludisme, favorisant l'émergence d'autres molécules de synthèse telles que l'amodiaquine, la pyriméthamine, le cycloguanil et le proguanil (14). Enfin, l'activité antiplasmodiale de l'extrait d'*Artemisia annua*, dont le principe actif majeur est l'artémisinine, a été découverte en 1971(14).

3.2. Mode de transmission

La transmission se fait essentiellement par la pique infestante de l'anophèle femelle. D'autres voies de transmission sont exceptionnellement possibles notamment la transmission par la transfusion sanguine, par greffe d'organe ou par voie congénitale (15).

3.3. Vecteur du paludisme

Le vecteur du paludisme est un diptère appartenant au genre *Anophèles*. Au sein de cette population culicidienne, seules les femelles assurent la transmission de la maladie. En effet, elles contractent le parasite lors de leur repas sanguin sur un hôte porteur de *Plasmodium*, puis l'inoculent à un autre individu lors d'un repas ultérieur. Les anophèles ont une activité de piqure essentiellement nocturne, s'étendant du crépuscule à l'aube. Leurs gîtes larvaires sont préférentiellement constitués de collections d'eau douce, peu profondes et stagnantes, telles que les flaques d'eau ou les rizières (16,17). Enfin, l'intensité de la transmission du paludisme dépend de facteurs multifactoriels : l'espèce parasitaire en cause, la compétence vectorielle de l'anophèle, le statut immunologique de la population réceptrice, ainsi que les conditions climatiques et environnementales (18).

Le moustique appartient aux embranchements des *Arthropoda*, classe des *Insecta*, sous-classe des *Pterygota*, ordre des *Diptera*, sous-ordre des *Nematocera*, famille des *Culicidae*, sous-famille des *Anophelinae*. Bien que l'on dénombre près de 480 espèces d'anophèles à travers le monde, environ 80 d'entre elles participent à la transmission plasmodiale, et seulement 15 constituent des vecteurs majeurs(19).

Au Mali, la dynamique de transmission repose essentiellement sur le complexe *Anophèles gambiae* s.l. (incluant *An. gambiae* s.s, *An. coluzzii* et *An. arabiensis*) ainsi que sur le groupe *anophèles funestus* s.l. La transmission de l'infection est exclusivement assurée par les femelles hématophages dont la longévité moyenne avoisine les 30 jours(20,21).

3.4. Le parasite

L'agent responsable du paludisme est un protozoaire endoparasite rattaché au genre *Plasmodium* (phylum des *Apicomplexa*, classe des *Sporozoea*, ordre des *Eucoccidae*, sous-ordre des *Haemosporida*, famille des *Plasmodiidae*).

Sur le territoire malien, la répartition des espèces indique une nette prédominance de *P. falciparum*, représentant plus de 90 % 19 des cas répertoriés, suivi de *P. malariae* (~5 %) et de *P. ovale* (~2 %). Des infections marginales dues à *P. vivax* y sont également documentées(22,23).

Le paludisme sévit soit à l'état endémique (toute l'année), soit par épidémies saisonnières pendant ou juste après la saison des pluies (24).

L'homme est l'hôte intermédiaire et aussi le réservoir chez lequel se déroule le cycle asexué de la division du parasite ou schizogonie.

3.5. Cycle biologique

Le *Plasmodium* a un cycle complexe qui nécessite deux hôtes (l'homme et l'anophèle). Ce cycle est diphasique et comprend une phase de multiplication asexuée ou schizogonie (comportant une phase exo érythrocytaire et une phase érythrocytaire) se déroulant chez l'homme et une phase de différenciation sexuée suivie d'une multiplication asexuée, appelée sporogonie, se déroulant chez le moustique (25).

a) Schizogonie ou multiplication asexuée (chez l'homme)

- La Schizogonie exo-érythrocytaire

Le moustique inocule le parasite à l'homme sain lors de son repas sanguin. Le parasite se trouve alors sous la forme de sporozoïtes fusiformes et mobiles qui circulent dans le sang pour gagner le foie une demi-heure plus tard. Dans le foie, les sporozoïtes pénètrent dans l'hépatocyte par invagination et deviennent des cryptozoïtes, puis des trophozoïtes, qui forment à leur tour des schizontes hépatiques (corps bleus). Le parasite se multiplie ensuite par schizogonie pendant 7 à 20 jours, ce qui aboutit à la production de dizaines de milliers de mérozoïtes libérés dans la circulation sanguine lors de l'éclatement de l'hépatocyte infecté. Cependant, chez *Plasmodium vivax* et *Plasmodium ovale*, ces parasites ont la capacité de rester à l'état quiescent dans l'hépatocyte sous forme d'hypnozoïtes (formes dormantes), sans se différencier immédiatement en formes schizogoniques. Après un délai variable, génétiquement déterminé, ces hypnozoïtes reprennent leur activité proliférative, ce qui est à l'origine des accès palustres de rechute tardive (26).

Les mérozoïtes libérés infectent les globules rouges pour entamer la phase érythrocytaire.

- Schizogonie érythrocytaire

Une fois à l'intérieur de l'hématie, le parasite commence à se différencier, en utilisant le contenu de la cellule pour s'alimenter et il devient un trophozoïte. Ce dernier subit une multiplication asexuée et se transforme en schizonte mûr qui finit par éclater et libérer des mérozoïtes. Ces mérozoïtes infectent de nouvelles hématies et commencent un nouveau cycle asexué. La durée de la phase asexuée sanguine est de 72 heures pour *P. malariae*, 48 heures pour *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* et 24 heures pour *P. knowlesi*. certains mérozoïtes vont s'engager vers la

différenciation sexuée aboutissant à la formation de gamétocytes mâles et femelles qui assureront le développement du parasite chez le moustique (27).

b) Sporogonie ou multiplication sexuée (chez le moustique)

L'anophèle femelle, au cours d'un repas sanguin chez un sujet infecté, ingère des trophozoïtes, des schizontes et des gamétocytes. Dans l'estomac du moustique les trophozoïtes et schizontes sont digérés tandis que les gamétocytes se transforment en gamètes mâles et femelles. Les gamètes mâles et femelles fusionnent pour former d'abord un zygote (immobile), qui devient un œuf mobile (Ookinète) (15).

L'Ookinète migre dans le tube digestif du moustique et se fixe à la paroi de l'estomac. Dans les heures qui suivent sa formation, l'Ookinète diploïde devient à la suite d'une méiose (28) un oocyste haploïde immobile. A l'intérieur de l'oocyste surviennent des divisions mitotiques successives qui aboutissent à la formation des milliers de sporozoïtes haploïdes (29). L'oocyste mature est appelé sporocyste. Le sporocyste va s'écarter et libérer les sporozoïtes qui regagnent les glandes salivaires de l'anophèle et qui les transmettra à l'homme lors d'un autre repas sanguin. La durée du cycle sporogonique varie de 10 à 40 jours et est fonction de la température et de l'espèce plasmodiale. D'une manière générale, en dessous de 16°C, le cycle sporogonique ne peut s'accomplir. Les conditions optimales sont, une température de 20°C à 30°C et une humidité d'au moins 60% (30).

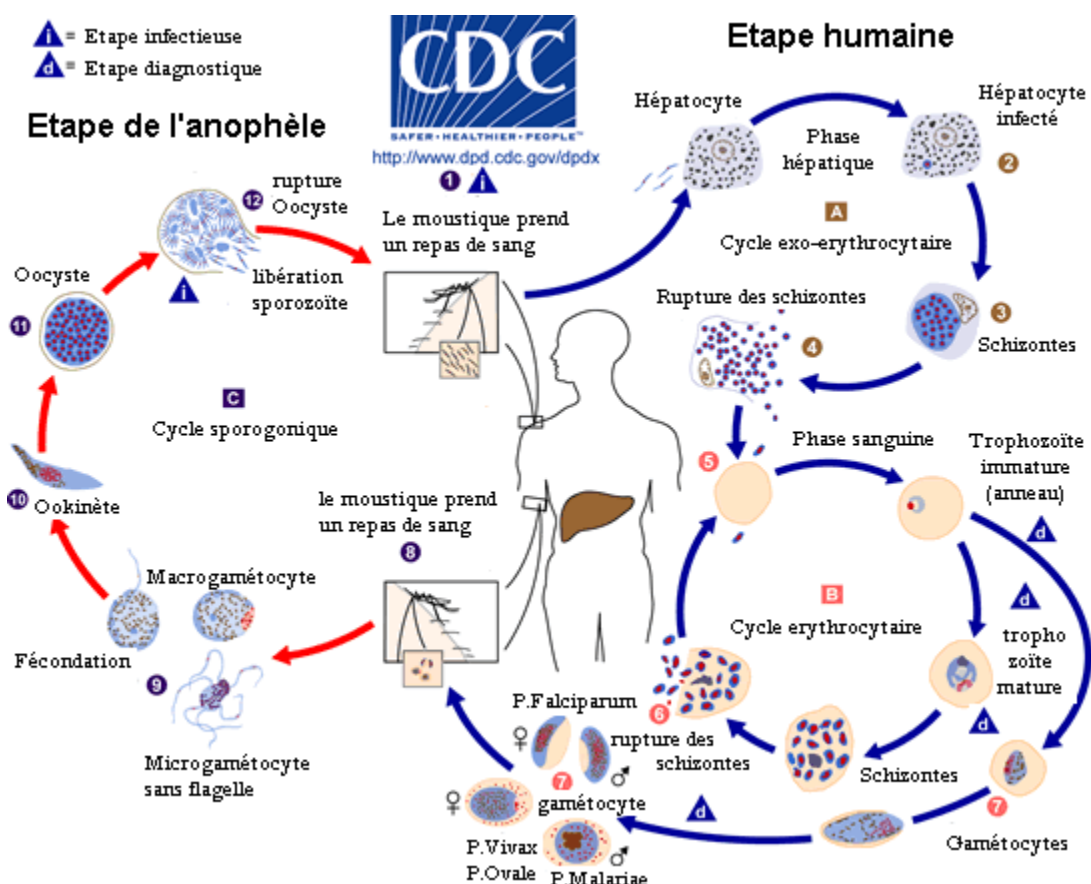


Figure 1: Cycle évolutif de *Plasmodium*.

Source: www.Dpd.cdc.gov/dpdx

3.6. Physiopathologie

a) Accès palustre non-complicé

Lors de la lyse des globules rouges infectés par le *Plasmodium*, des pigments malariques, connus sous le nom d'hémozoines, sont libérés dans l'organisme, entraînant ainsi des épisodes fébriles. Au fur et à mesure que les cycles endo-érythrocytaires de *Plasmodium* se synchronisent, la libération des pigments malariques se produit de manière régulière, ce qui confère au paludisme sa périodicité caractéristique. Par ailleurs, l'hépatomégalie et la splénomégalie sont observées chez les patients résultant d'une hyperactivité du système immunitaire. Enfin, la destruction des globules rouges parasités contribue de manière significative à l'anémie associée au paludisme (31).

b) Paludisme grave

Le paludisme grave est défini selon l'OMS par la détection de formes asexuées du parasite sur un frottis sanguin et l'identification d'au moins un des critères suivants :

- En clinique : prostration, troubles de la conscience, détresse respiratoire, convulsions répétées, collapsus pulmonaire, saignements anormaux, ictère, hémoglobinurie)
- En laboratoire : anémie sévère, hypoglycémie, acidose, insuffisance rénale, hyperlactémie, hyperparasitémie.

La plupart des cas graves de paludisme compliqué sont observés avec l'espèce *P. falciparum* et dans une moindre mesure avec l'infection à *P. vivax* et *P. knowlesi* (32).

- **Neuropaludisme**

Le paludisme à *P. falciparum* est la forme la plus sévère de la maladie, en raison des mécanismes physiopathologiques complexes qui conduisent à une défaillance multiviscérale. L'un des éléments clés de cette pathogénie est la séquestration des formes asexuées du parasite dans les micros capillaires des organes vitaux tels que le cerveau, les poumons et le cœur. Cette séquestration est médiée par l'interaction entre la famille de protéine du parasite exprimée à la surface des hématies (*PfEMP1*, *Plasmodium falciparum* érythrocyte membrane protéine 1), et divers récepteurs présents sur les cellules endothéliales vasculaires. Ce processus, appelé cytoadhérence, empêche l'élimination splénique des érythrocytes parasités et favorise leur accumulation dans la microcirculation (33). Le ralentissement du flux sanguin dans la microcirculation cérébrale entraîne une hypoxie neuronale, pouvant évoluer vers une ischémie, hémorragies périvasculaires et des lésions de la substance blanche, susceptibles de provoquer des séquelles neurologiques durables, notamment chez les enfants (33).

Cependant, la seule cytoadhérence ne suffit pas à expliquer les manifestations sévères observées chez les patients atteints de paludisme grave. D'autres mécanismes ont été proposés pour mieux comprendre cette complexité physiopathologique (34), notamment l'hyperactivation immunitaire, la rupture de l'intégrité de la barrière hémato-encéphalique, La coagulation intravasculaire disséminée (CIVD) et les phénomènes immunopathologiques.

3.7. Formes cliniques du paludisme

Les manifestations cliniques du paludisme sont exclusivement liées à la schizogonie endo-érythrocytaire. Les principaux signes que sont la fièvre, l'anémie et le sub-ictère sont dus à l'éclatement des hématies et des rosaces avec libération du pigment malarique. L'expression et la gravité de la maladie dépendent du parasite (espèce *plasmodiale* et densité parasitaire) et de l'état d'immunisation de l'individu. Selon les cas, il est possible de distinguer cinq formes cliniques (35).

- **Primo-invasion** : Première crise qui survient généralement 11 jours après la piqure. En cas de prise incorrecte d'une chimioprophylaxie (traitement préventif), l'incubation peut être bloquée et la crise retardée jusqu'à un an. Elle se traduit par un syndrome pseudo-grippal avec des troubles digestifs.
- **Accès récurrents** : Crises rythmées par le cycle de multiplication du parasite dans le sang. On distingue la **fièvre tierce** (tous les 2 jours : *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*) et la **fièvre quarte** (tous les 3 jours : *P. malariae*). Elles s'accompagnent d'une augmentation du volume de la rate (splénomégalie).
- **Paludisme Viscéral Évolutif (PVE)** : Forme subaiguë due à des réinfections répétées à *P. falciparum*, touchant surtout l'enfant de 2 à 5 ans en zone d'endémie. Elle associe anémie, fièvre modérée, grosse rate et faible présence du parasite dans le sang.
- **Fièvre Bilieuse Hémoglobinurique (FBH)** : Accident immuno-allergique grave provoquant l'éclatement des globules rouges dans les vaisseaux. Elle est déclenchée par la prise de certains antipaludiques (**quinine, halofantrine, méfloquine**) en zone d'endémie à *P. falciparum*. Elle associe une fièvre, une anémie aiguë et des urines noires (couleur porto) dues à l'élimination de l'hémoglobine. C'est une contre-indication absolue et définitive à l'emploi des aminoalcools.

3.8. Diagnostic du paludisme

De nombreuses techniques sont utilisées à ce jour pour le diagnostic du paludisme. Un rappel concis de ces différentes méthodes est effectué dans ce travail, en mettant l'accent sur le diagnostic biologique considéré comme la référence (GE/FM) (36).

a) Diagnostic clinique

La technique diagnostique la plus utilisée et la plus accessible sur le plan économique demeure le diagnostic clinique (37). L'accès palustre non compliqué se caractérise par une alternance de frissons, de fièvre et de sueurs, avec une périodicité variable selon l'espèce de *Plasmodium*.

Chez les individus non immunisés, un accès palustre peut évoluer rapidement vers un paludisme grave, incluant le neuropaludisme, forme la plus sévère associée à des troubles de la conscience, des convulsions et un risque élevé de mortalité. Conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé, toute suspicion de paludisme doit être confirmée par un test de diagnostic biologique (microscopie ou test de diagnostic rapide) avant l'administration d'un traitement antipaludique. Le traitement présomptif ne doit être envisagé qu'en l'absence d'accès aux méthodes de diagnostic parasitologique (37).

b) Diagnostic biologique

✓ Diagnostic biologique direct

Le diagnostic biologique direct du paludisme constitue une urgence médicale absolue. Il repose sur la mise en évidence des formes érythrocytaires de *Plasmodium* au sein d'un prélèvement de sang périphérique. Il comprend : la GE, le FM

✓ Principes généraux et techniques

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) réaffirme que l'examen microscopique combinant la goutte épaisse (GE) et le frottis mince (FM) demeure la norme d'or (*Gold Standard*). Ces deux méthodes sont indissociables et complémentaires :

- **La Goutte Épaisse (GE) :** Technique de concentration par hémolyse (destruction des globules rouges) qui permet de détecter de très faibles charges parasitaires. Elle consiste à examiner environ 10 µl de sang après hémolyse des globules rouges et coloration selon la méthode de Giemsa. C'est une excellente technique mais de réalisation un peu délicate et qui nécessite une bonne expérience pour la lecture. Le diagnostic d'espèce

n'est pas toujours possible. Le nombre de parasites pour 200 leucocytes doit être compté la formule utiliser est (Nombre de parasites comptés x 8000 leucocytes/ μ l et le tout divisé par le nombre de leucocytes comptés) (38).

- **Le Frottis Mince (FM) :** Technique d'étalement qui préserve la structure cellulaire, indispensable pour l'identification précise de l'espèce de *Plasmodium*. La lame est colorée selon la méthode de May-Grünwald-Giemsa ou par du Giemsa après fixation à l'alcool. Les parasites, colorés en rouge (noyau) et bleu (cytoplasme) sont retrouvés à l'intérieur des globules rouges (pas d'hémolyse dans cette technique). Le diagnostic positif et le diagnostic d'espèce s'en trouvent facilités. C'est une technique qui permet l'étude morphologique des hématozoaires. Le diagnostic différentiel entre les espèces *plasmodiales* reste toujours un défi même pour un lecteur qualifié. La sensibilité du frottis mince est entre 100-200 hématies parasitées/ μ l ; 50 parasites par μ l (39).

✓ Phase Pré-analytique

La qualité du diagnostic dépend de la stricte conformité du prélèvement capillaire au lit du malade, qui se déroule selon la séquence systématique suivante :

- **Préparation des supports et asepsie**

Utiliser des lames de verre de 76 x 26 mm, neuves, dégraissées à l'alcool et séchées. Désinfecter le site de ponction (pulpe du doigt chez l'adulte, talon chez le nourrisson) à l'alcool à 70° modifié.

- **Séchage et ponction capillaire**

Attendre le séchage complet à l'air libre du site pour éviter une lyse prématurée des hématies par l'alcool résiduel. Pratiquer la ponction à l'aide d'une lancette stérile à usage unique.

- **Élimination de la première goutte**

Essuyer impérativement la première goutte de sang avec une compresse sèche. Elle est systématiquement contaminée par du liquide interstitiel qui dilue le prélèvement et fausse la densité parasitaire.

- **Dépôt et étalement immédiat**

Recueillir les gouttes suivantes au centre et à l'extrémité de la même lame pour confectionner simultanément, et avant toute coagulation, la goutte épaisse et le frottis mince.

✓ **Schéma technique du mode opératoire**

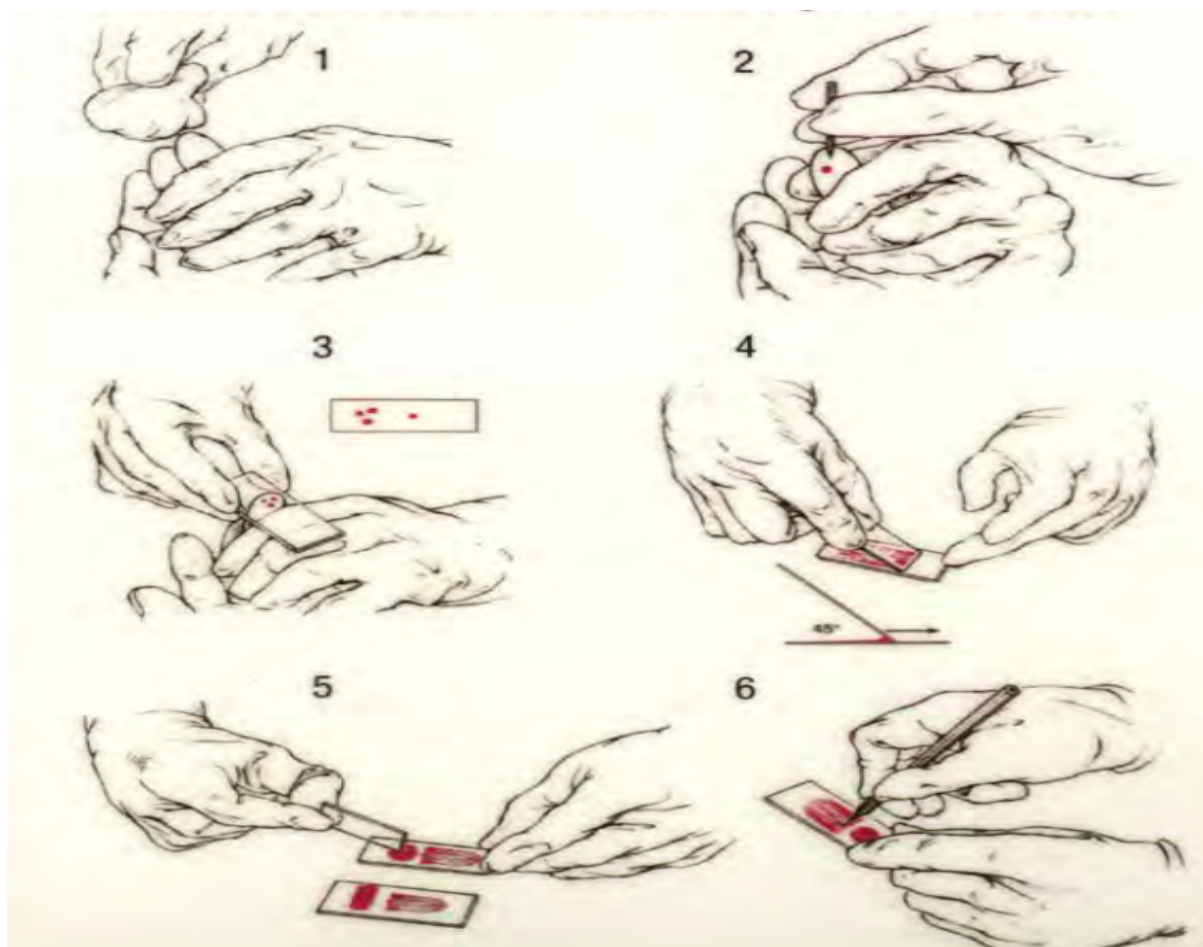


Figure 2: Confection de GE/FM (40), source Planches pour le diagnostic.

➤ **Critères de validation des étalements**

- **Un bon Frottis Mince (FM) :** Doit occuper les 2/3 de la lame, présenter des bordures régulières sans stries et se terminer par une fine "queue de comète". Les hématies doivent former une **monocouche unique** où elles se touchent sans se chevaucher.
- **Une bonne Goutte Épaisse (GE) :** Doit former un disque régulier de 1 à 1,5 cm de diamètre (2 à 3 gouttes de sang homogénéisées). L'épaisseur est parfaite si l'on peut lire un texte imprimé à travers la goutte encore humide.

✓ **Phase analytique : Chimie et coloration au Giemsa**

La coloration au Giemsa repose sur l'action combinée de l'éosine (acide) et du bleu de méthylène (basique) avec ses azurs. Elle impose un double traitement différentiel sur la même lame :

- **Déshémoglobination (GE) :** La GE ne doit **jamais être fixée**. L'immersion directe dans le colorant aqueux provoque la lyse osmotique des hématies, libérant les parasites pour une concentration visuelle maximale.
- **Fixation (FM) :** Le FM doit être impérativement **fixé au méthanol absolu** (10 à 30 secondes) avant la coloration pour préserver la membrane des globules rouges.
- **Coloration commune :** Immersion dans une solution de Giemsa (10% pendant 15-20 min ou 3% pendant 45-60 min). Le pH du tampon doit être rigoureusement maintenu à 7,2 pour assurer le virage coloration éléments cellulaires (chromatine rouge/pourpre, cytoplasme bleu azur, granulations de Schüffner/Maurer distinctes).

✓ **Lecture microscopique et expression de la parasitémie**

La lecture s'effectue à l'objectif à immersion (x100) avec de l'huile.

- **Validation de la négativité :** Une GE est déclarée négative uniquement après l'examen minutieux d'au moins **100 à 200 champs microscopiques** à fort grossissement (soit environ 20 minutes de lecture).
- **Quantification sur la GE (Faibles charges) :** Comptage des parasites par rapport à un nombre fixe de leucocytes (200 ou 500). Sur la base d'une moyenne standard de 8 000 leucocytes/ μ L de sang, on applique la formule

$$\text{Densité parasitaire : } \frac{\text{Nombre de parasites compte X 8000}}{\text{Nombre de leucocyte compte}}$$

- **Quantification sur le FM (Fortes charges : >1%) :** Expression en pourcentage d'hématies parasitées après le comptage de 1 000 à 2 000 globules rouges totaux.
- ✓ **Identification d'espèce (FM) :** Le biologiste analyse quatre critères :
 - Taille de l'hématie parasitée (Normale, augmentée, ovale).
 - Aspect du trophozoïte (Anneau fin, forme amiboïde, bandelette).
 - Présence de granulations (Schüffner, Maurer, Pigment Malarique).
 - Forme des gamétocytes (Arrondis ou en croissant).

Tableau I : Identification des 4 espèces

Critères	<i>P. falciparum</i>	<i>P. vivax</i>	<i>P. ovale</i>	<i>P. malariae</i>
Taille de l'hématie	Normale	Augmentée ++	Augmentée/ Ovale	Normale ou diminuée
Taille de l'hématie	Anneau fin, poly- infestation	Amiboïde, étalé, irrégulier	Compact, trapu	En bandelette ou rectangulaire
Granulations	Taches de Maurer (grosses, rares)	Schüffner (fines, roses)	Schüffner (marquées)	Pigment Malarique
Schizonte	Rare dans le sang (séquestration)	12 à 24 mérozoïtes	6 à 12 mérozoïtes	Rosace (8-12 mérozoïtes)
Gamétocyte	En croissant / Banane	Arrondi, grand	Arrondi, moyen	Arrondi, petit

- **Limites techniques et diagnostics différentiels**

L'interprétation de la goutte épaisse et du frottis mince exige une expertise confirmée afin d'écartier les nombreux artefacts susceptibles de conduire à des faux positifs. Les précipités de colorant (Giemsa mal filtré) et les débris microbiens peuvent simuler des formes parasitaires libres sur la goutte épaisse. Sur le frottis mince, la superposition accidentelle d'une plaquette sur une hématie constitue le principal diagnostic différentiel du trophozoïte jeune de *P. falciparum*. La distinction repose sur l'absence de vacuole

digestive et de cytoplasme bleu structuré chez la plaquette. Enfin, une attention particulière doit être portée au pH de l'eau de lavage ; un pH acide peut entraîner une décoloration des structures parasites, tandis qu'un pH alcalin peut induire des granulations érythrocytaires artéfactuelles, compliquant l'identification d'espèce (41).

Tableau II: Goutte Épaisse (GE) vs Frottis Mince (FM)

Paramètres	Goutte Épaisse (GE)	Frottis Mince (FM)
Objectif Principal	Sensibilité (Dépistage et diagnostic de certitude)	Spécificité (Identification d'espèce et étude morphologique)
Volume de sang	Important (10 à 15 μL - environ 3 gouttes)	Faible (2 μL - 1 μL)
Action mécanique	Défibrination (mouvements circulaires)	Étalement longitudinal (franges)
Fixation au Méthanol	Interdite (doit rester soluble pour l'hémolyse)	Obligatoire (fixation des hématies)
État des Hématies	Lysées (Hémolysées) par le colorant aqueux	Intactes (fixées par le méthanol)
Seuil de détection	Très bas (5 à 20 parasites / μL)	Modéré (200 parasites / μL)
Morphologie	Parasites déformés, "nus", souvent contractés	Morphologie parfaite, détails intra-érythrocytaires visibles
Identification d'espèce	Difficile (fondée sur les pigments et noyaux)	Excellente (fondée sur les critères de l'hématie hôte)
Quantification	Nombre de parasites / μL (par rapport aux GB)	Pourcentage d'hématies parasitées (parasitémie %)
Temps de préparation	Long (séchage obligatoire de 30 min à 2h)	Rapide (séchage en quelques minutes)
Rôle Pronostique	Majeur (détection des faibles charges)	Majeur (évaluation du risque de paludisme grave)

✓ **Autres techniques**

Pour tenter de simplifier et d'améliorer le diagnostic biologique du paludisme, d'autres techniques ont été développées dont les tests rapides par immunochromatographie sur bandelette, le quantitative Buffy Coat (QBC) et les techniques moléculaires (38).

• **Tests de diagnostic rapide immunochromatographique (TDR) :**

Le principe repose sur une technique immunochromatographique révélant la réaction antigène–anticorps. Il existe des tests qui détectent :

- Des antigènes spécifiques de *P. falciparum* : Histidin Rich Protein (HRP2).
- Des enzymes produites par le *Plasmodium* : Lactico-deshydrogenase (pLDH) et l'aldolase.

Ces tests rapides, très simples d'utilisation et conditionnés en emballages unitaires, sont très pratiques et ont une bonne sensibilité (surtout pour *P. falciparum* s'ils détectent l'antigène HRP-2) mais ne permettent pas de mesurer la parasitémie et restent positifs, pour certains, plusieurs jours après la disparition des plasmodies du sang. L'utilisation de ces tests rapides dans les algorithmes de prise en charge du paludisme est recommandée lorsque l'examen microscopique n'est pas possible (38).

Cependant, il convient de noter que l'apparition de souches de *plasmodium falciparum* présentant une délétion des gènes *hrp2* et *hrp3* a été rapportée dans plusieurs pays d'Afrique sub-saharienne, notamment au Mali. Ces souches ne produisent pas l'antigène HRP2, ce qui peut entraîner des résultats faussement négatifs avec les TDR basés uniquement sur cet antigène. Ainsi, l'OMS recommande de tenir compte de cette situation épidémiologique locale dans le choix des tests et dans l'interprétation des résultats.

• **QBC Malaria® (Quantitative Buffy Coat)**

Il s'agit d'une technique basée sur une centrifugation en tube capillaire et un marquage non spécifique des parasites par un fluorochrome (acridine orange). Il s'agit d'une technique de concentration, très facile à discipliner, qui donne une sensibilité équivalente à celle de la goutte épaisse (mais ne permettant pas un diagnostic d'espèce). En revanche elle nécessite un matériel spécifique (42).

• **Place de la biologie moléculaire (PCR)**

Des techniques de biologie moléculaire ont été développées pour le diagnostic du

paludisme. Leur sensibilité est excellente et elles permettent un diagnostic d'espèce. Elles peuvent donc constituer une aide au diagnostic dans certains cas difficiles. Mais leur temps de réalisation et leur coût ne permettent pas, à l'heure actuelle, de les envisager en diagnostic de routine (PCR ; Séquençage) (43).

✓ **Diagnostic biologique indirect : Il comprend : IFI et ELISA**

- **Diagnostic immunologique : IFI et ELISA**

Les méthodes immunologiques représentent le **diagnostic indirect** du paludisme.

L'**Immunofluorescence Indirecte (IFI)** repose sur la mise en contact d'un sérum (humain ou animal) avec un antigène figuré de *Plasmodium* (fixé sur goutte épaisse ou frottis). La présence d'anticorps spécifiques entraîne la formation d'un complexe immun qui, après lavage, est révélé sous rayonnement ultra-violet par un conjugué fluorescent. Parallèlement, la technique **ELISA** utilise des supports solides pour capturer les éléments cibles, où les antigènes solubles sont mis en évidence par un complexe enzymatique dont la réaction est visualisée par l'ajout d'un substrat chromogène.

Bien que ces outils soient précieux pour confirmer une infection lorsque la parasitémie est devenue indétectable (à la suite d'un traitement) ou pour réaliser des études séro-épidémiologiques en zone d'endémie, ils ne peuvent supplanter le diagnostic direct. En effet, le délai de séroconversion crée un décalage temporel entre l'apparition des parasites et celle des anticorps, limitant ainsi leur usage en diagnostic d'urgence au profit de la recherche.

La sérologie n'est d'aucun apport pour le diagnostic d'urgence de l'accès palustre ; une sérologie positive signifie uniquement un contact préalable avec le parasite. Les indications de la sérologie sont (44):

- Le diagnostic rétrospectif d'un accès palustre (par exemple, patient traité en zone d'endémie sans argument biologique de certitude) ;
- Le diagnostic d'un paludisme viscéral évolutif ou d'une splénomégalie palustre hyper réactive ;
- Le contrôle des donneurs de sang ou d'organes à risque ;
- Les enquêtes épidémiologiques.

3.9. Antipaludiques

✓ Définition

Un antipaludique est un produit naturel ou de synthèse pouvant être administré par voie orale, parentérale ou rectale, à dose unique ou répétée, et qui permet de détruire le Plasmodium ou de bloquer sa croissance afin de prévenir ou de guérir le paludisme.

✓ Classifications des Antipaludiques

Les antipaludiques sont classés principalement selon leur point d'impact sur le cycle de développement du parasite chez l'homme.

- **Schizonticides érythrocytaires**

Ces molécules agissent sur les formes du parasite qui se multiplient dans les globules rouges (responsables des accès palustres).

- **Dérivés de l'artémisinine (Sesquiterpènes)**

- Artésunate
- Artéméther
- Dihydroartémisinine (DHA)

- **Amino-alcools**

- Quinine (*Quinimax®*, *Surquina®*)
- Méfloquine (*Lariam®*)
- Luméfantrine

- **Amino-4-quinoléines**

- Amodiaquine (*Flavoquine®*)
- Piperaquine

Note : La chloroquine n'est plus utilisée en curatif contre *P. falciparum* en raison des résistances, mais reste active sur *P. vivax*.

- **Antimétabolites**
 - **Antifoliques** : Sulfadoxine
 - **Antifoliniques** : Pyriméthamine, Proguanil (*Paludrine*®)
- **Antibiotiques (en association)**
 - Cyclines : Doxycycline (*Doxypalu*®)
 - Lincosamides : Clindamycine (*Dalacine*®)
- **Analogues de l'ubiquinone**
 - Atovaquone
- **Schizonticides intra-hépatiques (ou tissue-schizonticides)**

Ces molécules agissent sur les formes parasitaires se développant dans le foie.

- **Amino-8-quinoléines** (Action sur les formes hépatiques latentes ou hypnozoïtes, responsables des rechutes)
 - Primaquine
 - Tafénoquine (*Krintafel*®)
- **Antimétabolites & Antibiotiques** (Action sur la phase hépatique initiale)
 - Proguanil
 - Doxycycline
- **Gamétocytocides**

Ces molécules détruisent les formes sexuées du parasite présentes dans le sang, bloquant ainsi la transmission de l'homme au moustique.

- **Amino-8-quinoléines** (Seules molécules actives sur les gamétocytes mûrs de *P. falciparum*)
 - Primaquine

- Tafénoquine

- **Associations et combinaisons d'antipaludiques (CTA / ACT)**

L'action synergique de plusieurs molécules permet d'augmenter l'efficacité du traitement et d'obtenir une protection mutuelle des produits contre l'apparition de résistances chez les plasmodies, principalement *Plasmodium falciparum*.

L'arsenal moderne repose essentiellement sur les **Combinaisons Thérapeutiques à base de dérivés de l'Artémisinine (CTA ou ACT)**, sous forme de combinaisons à doses fixes (FDC) pour garantir la bonne observance du traitement.

- **Les Combinaisons à Doses Fixes (FDC) majeures actuelles**

- **Artéméter + Luméfantrine** (*Coartem®*, *Riamet®*) : Le traitement de première intention le plus largement utilisé.
- **Artésunate + Amodiaquine** (*ASAQ®*, *Coarsucam®*)
- **Dihydroartémisinine + Pipéraquine** (*Eurartesim®*, *Pidex® Malacur®*) : Offre une protection prolongée après le traitement.
- **Artésunate + Pyronaridine** (*Pyramax®*) : Intégrée récemment dans les directives de l'OMS.

- **Autres associations spécifiques (Hors CTA)**

- **Atovaquone + Proguanil** (*Malarone®*) : Principalement utilisé pour la chimioprophylaxie chez les voyageurs et en traitement de seconde intention.
- **Sulfadoxine + Pyriméthamine (SP)** (*Fansidar®*) : N'est plus utilisée en traitement curatif, mais réservée exclusivement au Traitement Préventif Intermittent chez la femme enceinte (TPIg) et dans la Chimioprévention du Paludisme Saisonnier (CPS) chez l'enfant.
- **Quinine + Doxycycline (ou Clindamycine)** : Réservée au traitement du paludisme grave ou en cas d'échec des CTAs.

4. TRAITEMENT

Le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) au Mali, en conformité avec les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), a élaboré des recommandations thérapeutiques actualisées pour la prise en charge des cas non compliqués et graves. Ces recommandations constituent une référence essentielle pour les structures de santé publiques et privées dans le diagnostic, le traitement et le suivi des patients atteints de paludisme (45,46) :

4.1. Prise en charge du paludisme non compliqué

Le paludisme non compliqué se manifeste par des signes cliniques généraux (fièvre, frissons, céphalées, douleurs musculaires, etc.) sans signe de gravité ni atteinte d'organe. La confirmation biologique du diagnostic est obligatoire avant toute mise sous traitement antipaludique.

- Confirmation diagnostique : Test de diagnostic rapide (TDR) ou examen microscopique (goutte épaisse/frottis mince).
- Traitement de première intention :
 - Artéméther-luméfantrine (AL), pendant 3 jours selon le poids corporel.
 - Alternatives : amodiaquine-artésunate (ASAQ) ou dihydroartémisinine-pipéraquline.
 - Traitement symptomatique associé : administration de paracétamol en cas de fièvre.

4.2. Prise en charge du paludisme grave

Le paludisme grave se caractérise par la présence de *Plasmodium falciparum* avec au moins un signe de gravité clinique ou biologique. Il nécessite une hospitalisation immédiate et une prise en charge urgente.

- **Traitement antipaludique de première intention**
 - Artésunate injectable (IV) : 2,4 mg/kg à H0, H12, H24 puis une fois par jour jusqu'à amélioration clinique.
 - En cas d'indisponibilité de l'artésunate : Artemether injectable en (IM) ou Quinine en perfusion lente sous surveillance.
 - Relais par CTA orale pendant 3 jours dès que le patient peut s'alimenter par voie orale.
 - Soins de support : réhydratation, traitement des convulsions, correction des hypoglycémies, transfusions en cas d'anémie, etc.

➤ **Chez la femme enceinte**

- 1er trimestre : Quinine associée à la clindamycine pendant 7 jours.
- 2e et 3e trimestres : Traitement par CTA recommandé (notamment Artéméther-luméfantrine).

➤ **Chez les nourrissons**

- Traitement adapté au poids corporel.
- Surveillance rigoureuse de l'évolution clinique.

NB : Tout cas de paludisme chez la femme enceinte doit être considéré comme grave ou compliqué et doit être traité comme tel.

5. Prévention

Il y a deux grands axes de prévention contre le paludisme : la chimioprévention et la lutte anti vectorielle.

5.1. Chimioprévention du paludisme

✓ Chez les femmes enceintes

La chimioprévention ou le Traitement Préventif Intermittent (TPI) à la Sulfadoxine-Pyriméthamine (SP) est celui préconisé par la politique de prévention au Mali. Il s'agit de l'administration à toutes les femmes enceintes de 2 doses et 3 doses chez les femmes enceintes HIV positives entre le 4^{ème} et le 8^{ème} mois de la grossesse (45).

✓ Chez les populations cibles spécifiques

Ces populations cibles spécifiques se composent des sujets neufs et des sujets immunodéprimés. Les sujets neufs rassemblent des personnes qui sont exposées au paludisme grave et compliqué du fait de l'absence de la prémunition anti palustre (voyageurs d'un pays indemne de paludisme vers un pays d'endémie palustre, enfants de 4 mois à 4 ans) (45).

✓ La lutte anti vectorielle

Elle consiste à réduire ou même de supprimer la transmission du paludisme en agissant sur la population anophélienne. Ses principales composantes sont :

- Lutte anti larvaire : Empêcher ou limiter la reproduction des moustiques
- Réduction du contact homme vecteur : PID, port d'habits longs et amples, usage de produits répulsifs des moustiques et repos sous moustiquaires imprégnées d'insecticides

La lutte anti vectorielle étant l'une des stratégies essentielles de prévention contre la maladie, le PNLP entreprend des actions en ligne avec ce plan (45).

- **Voici quelques points essentiels**
- La promotion des moustiquaires imprégnées d'insecticide dans le circuit commercial pour la population générale mais plus encore, la distribution gratuite aux femmes enceintes et enfants de moins de 5ans lors des CPN et PEV.

- Le traitement ciblé des gîtes larvaires est réalisé dans la ville de Bamako.
 - La promotion de la pulvérisation intra-domiciliaire.
 - La promotion de l'hygiène et de l'assainissement.
- La vaccination (RTS, S/AS01 et R21/Matrix-M).

Dans le cadre du Programme Élargi de Vaccination (PEV), le Mali a introduit le vaccin antipaludique R21/Matrix-M pour cibler *Plasmodium falciparum* chez le jeune enfant. Administré selon un schéma à 5 doses débutant dès l'âge de 6 mois, il associe une primovaccination précoce à des rappels saisonniers.



METHODOLOGIE

6. MÉTHODOLOGIE

6.1. Site d'étude

Cette étude a été menée sur la rive droite du district de Bamako, capitale du Mali. Le district de Bamako s'étend sur 22 kilomètres d'ouest en est et sur 12 kilomètres du nord au sud, de part et d'autre du fleuve Niger. Il est divisé en deux rives (la rive droite et la rive gauche). La rive droite comprend deux communes et deux districts sanitaires. Chaque district sanitaire est subdivisé en centres de santé communautaires (CSCoM). Au niveau de chaque commune, se trouve un centre de santé de référence (CSRef). Les CSRef des communes V et VI ont été retenus comme structures publiques, et le laboratoire privé d'analyses biomédicales de Yirimadio-Zrny a été choisi comme structure privée.

- **Description du Laboratoire du PMRTC**

Le PMRTC est une institution de recherche publique située au sein de la faculté de Médecine et d'Odontostomatologie (FMOS) et de la faculté de Pharmacie (FAPH) toutes deux relevant de l'université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako (USTTB).

Créé en 1992 avec pour mission de mener des recherches sur le paludisme, le PMRTC a élargi ses activités afin de répondre aux problèmes de santé complexes et urgents auxquels sont confrontés les pays d'Afrique subsaharienne, notamment le Mali.

La nécessité d'une approche multidisciplinaire dans la recherche en santé a été rapidement comprise par le regretté Professeur Doumbo, qui l'a intégrée dans le développement des capacités du PMRTC.

Cette approche est aujourd'hui poursuivie par ses élèves, notamment le Professeur Abdoulaye Djimdé, actuel Directeur du centre.

- **Description du CSRef de la commune V**

Le centre de santé de référence de la commune V, dont le siège se situe au quartier Mali, a été créé en 1982. Il a ensuite été restructuré et choisi en 1993 comme centre test avant la vulgarisation du système de référence décentralisé. C'est le niveau de référence pour les CSCoM et les autres structures sanitaires de la commune. Il reçoit également les évacués sanitaires parmi les habitants du cercle de Kati vivant du côté de la rive droite. Il dispose d'un laboratoire de biologie médicale où sont réalisés les diagnostics du paludisme, notamment la

microscopie (goutte épaisse et frottis mince) et les tests de diagnostic rapide (TDR), conformément aux protocoles nationaux.

- **Description du CSRef de la commune VI**

Le Centre de santé de référence de la commune VI, situé à Sogoniko, a été initialement créé en 1980 en tant que maternité. Il a été érigé en CSRef en 1999, devenant ainsi la structure de référence pour les centres de santé communautaires (CSCoM) et les autres formations sanitaires de la commune VI. Situé sur la rive droite du district de Bamako, ce centre dispose d'un laboratoire de biologie médicale fonctionnel dans lequel sont réalisés la goutte épaisse, le frottis mince et le TDR.

- **Description du Laboratoire privé**

Le Laboratoire privé d'analyses biomédicales, situé à Yirimadio-Zrny dans la commune VI du district de Bamako, a été créé en 2000. Cette structure privée de proximité a été implantée pour renforcer l'offre de soins biologiques dans la zone. Il est équipé pour la réalisation des examens biologiques de routine, incluant le diagnostic du paludisme par microscopie et par test de diagnostic rapide. Le personnel y est qualifié et formé selon les normes en vigueur afin de garantir la fiabilité des résultats.

6.2. Type et période de l'étude

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive et comparative se déroulant sur une période allant de juin à décembre 2025. Elle visait à évaluer les résultats de la goutte épaisse et du frottis mince délivrés au niveau des structures de santé publiques et privées dans les différents districts sanitaires de la rive droite du district de Bamako.

6.3. Population d'étude

La population de l'étude est constituée des professionnels de laboratoire exerçant dans les structures publiques et privées sélectionnées sur la rive droite du district de Bamako.

6.4. Critères d'inclusion

- Tout personnel de laboratoire affecté à l'une des trois structures sanitaires sélectionnées de la rive droite du district de Bamako, pratiquant régulièrement le diagnostic microscopique du paludisme et ayant donné son consentement éclairé pour participer à l'étude.

- Les fiches de collecte de données intégralement renseignés, associés aux étalements sanguins (GE et FM) produits et interprétés par ces opérateurs au cours de l'évaluation.

6.5. Critères de non-inclusion

- Les agents absents du service lors de la collecte des données (congé, maladie, mission) et ceux ayant refusé de participer.
- Les fiches d'évaluation incomplètes et les lames de microscopie altérées, cassées ou égarées, rendant impossible la contre-expertise de référence.

6.6. Échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué comme suit : après l'obtention de l'approbation des responsables administratifs et du consentement éclairé des professionnels de laboratoire, un numéro d'identifiant unique a été attribué à chaque structure afin de garantir l'anonymat.

Dans un premier temps, un questionnaire sera administré aux participants qui réalisent les examens de goutte épaisse (GE) et de frottis mince (FM) afin d'évaluer leur niveau de connaissances sur les procédures de diagnostic du paludisme.

Dans un second temps, la performance technique des participants a été évaluée. Pour ce faire, des lames (goutte épaisse et frottis mince) issues de l'activité courante de diagnostic de la structure ont été lues en premier lieu par le microscopiste du laboratoire évalué. Ces mêmes lames ont ensuite été acheminées au laboratoire de recherche et de formation sur les parasites et les microbes (PMRTC) pour une deuxième lecture à l'aveugle par des agents certifiés pour le contrôle de qualité. En cas de discordance entre les deux lectures, l'avis d'un troisième expert certifié du PMRTC a été sollicité pour arbitrage.

6.7. Calcul de la taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon a été calculée pour l'estimation de la proportion de la sensibilité de la microscopie en fonction de l'opérateur. Selon une étude antérieure conduite par Tembine et al. en 2021, la sensibilité de la microscopie dans le diagnostic du paludisme était de 85,2 % au niveau des laboratoires enquêtés de CSCom-U. Sans correction pour population finie, avec une précision $e = 0,05$ et un intervalle de confiance de 95 %, la taille de l'échantillon minimale nécessaire est de 196 lames. En prenant en compte 10 % de résultats non interprétables, nous avons requis au total 216 lames.

La formule de calcul de la taille de l'échantillon est la suivante :

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1 - p)}{e^2}$$

Avec : n : taille de l'échantillon recherchée.

Z : valeur de la statistique de confiance (pour un intervalle de confiance à 95 %, Z = 1,96).

p : proportion estimée d'après l'étude antérieure (p = 0,852).

e : marge d'erreur (e = 0,05).

- Schéma de la répartition des lames par laboratoire

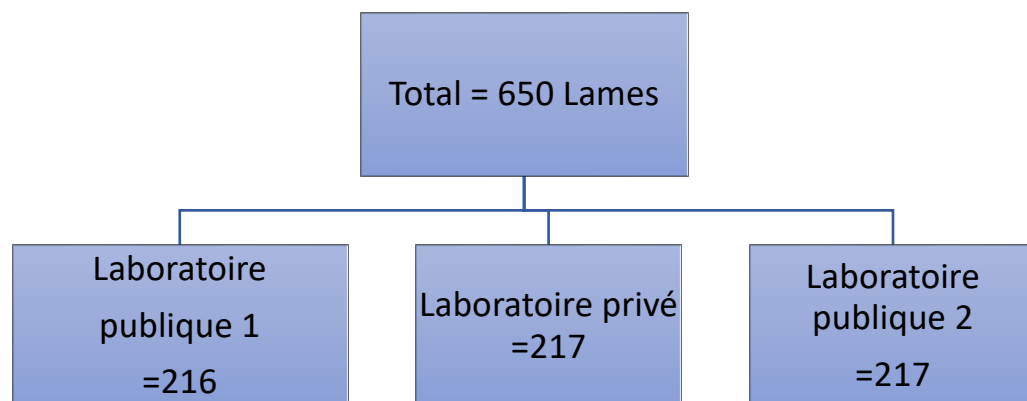


Figure 3: Répartition des lames par type de laboratoire

6.8. Démarche technique

La goutte épaisse et le frottis mince ont été réalisés au sein même des laboratoires par les techniciens en poste afin de se conformer aux habitudes de routine du service.

La démarche de prélèvement, de confection, de coloration et d'interprétation des résultats biologiques obéissait aux procédures opératoires standardisées nationales. Après coloration et première lecture par les participants, les lames ont été récupérées, stabilisées et envoyées au laboratoire de biologie clinique du PMRTC pour la procédure de relecture.

6.9. Contrôle de qualité

Pour l'évaluation de la qualité des données biologiques du paludisme, les performances des microscopistes ont été mesurées. La relecture des lames a été effectuée par le laboratoire de biologie clinique du PMRTC, structure de référence nationale. La précision de la première lecture, la qualité de la préparation de la lame ainsi que celle de la coloration ont été rigoureusement évaluées par comparaison avec les résultats de référence.

6.10. Collecte et saisie des données

Les données ont été collectées à l'aide d'une fiche individuelle (annexes). Elles étaient saisies sur le logiciel Excel version 2013 puis analysées à l'aide de logiciel statistique R version 4.4.3. L'analyse a consisté à la production de statistiques descriptives et comparatives pour l'ensemble des cas. Le test du khi2 a été utilisé avec un seuil de signification de 5% pour comparer les proportions.

6.11. Approche analytique et critères d'évaluation

Les discordances entre les lectures des laboratoires d'étude sont définies comme des écarts par rapport aux résultats de la référence au PMRTC. Pour valider l'exactitude des diagnostics, les indicateurs épidémiologiques suivants ont été appliqués :

- **Sensibilité (Se) :** Proportion d'examen positifs parmi les vrais positifs de la référence.

$$Se = \frac{VP}{VP + FN}$$

Avec : VP : vrai positif, FN : faux négatif

- **Spécificité (Sp)** : Proportion d'examens négatifs parmi les vrais négatifs de la référence.

$$Sp = \frac{VN}{VN + FP}$$

Avec : VN : vrai négatif, FP : faux positif

- **Valeur Prédictive Positive (VPP)** : Probabilité que le paludisme soit réellement présent lorsque le technicien le déclare positif.

$$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$$

- **Valeur Prédictive Négative (VPN)** : Probabilité que le paludisme soit réellement absent lorsque le technicien le déclare négatif.

$$VPN = \frac{VN}{VN + FN}$$

- Le **kappa de Cohen** (κ) : Est un coefficient statistique mesurant le degré de concordance ou de fiabilité entre deux évaluateurs (juges) ou deux méthodes de mesure.

Le coefficient Kappa est défini par la formule :

$$Kappa = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

Avec : Po : proportion observée, Pe : proportion attendue

La valeur de Kappa se situe généralement entre **0 et 1** (bien qu'elle puisse théoriquement être négative si l'accord est pire que le hasard).

L'échelle d'interprétation la plus célèbre (échelle de Landis et Koch) est la suivante :

Valeur de Kappa (κ)	Force de l'accord
< 0	Mauvais
0,00 – 0,20	Très faible
0,21 – 0,40	Faible
0,41 – 0,60	Modéré
0,61 – 0,80	Bon
0,81 – 1	Excellent

6.12. Considérations éthiques

Le protocole de l'étude a été formellement approuvé par le comité d'éthique institutionnel de la Faculté de Pharmacie de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB) avant le démarrage des travaux.

Un consentement éclairé écrit a été obtenu individuellement auprès de chaque professionnel de laboratoire participant à l'étude. L'anonymat des structures et des techniciens a été strictement préservé par l'utilisation de codes identifiants uniques. Par ailleurs, bien que les patients ne soient pas les sujets directs de l'étude, toutes les données médicales issues de leurs dossiers de routine et liées aux lames ont été traitées de manière strictement confidentielle.



RESULTATS

7. RÉSULTATS

Les résultats issus de notre démarche méthodologique s'articulent autour de quatre axes majeurs :

- Les caractéristiques sociodémographiques et le niveau de qualification professionnelle des techniciens de laboratoire
- Déterminer la conformité technique de la confection et de la coloration des étalements sanguins (goutte épaisse et frottis mince) selon les directives de l'OMS
- Comparaison de la performance diagnostique (sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative) et du degré de concordance (via le coefficient Kappa de Cohen) des résultats de microscopie des laboratoires sélectionnés par rapport au laboratoire de référence (PMRTC).
- Comparaison des indicateurs de qualité et de performance diagnostique entre les laboratoires du secteur public et du secteur privé.

7.1 Caractéristiques sociodémographiques et niveau de qualification professionnelle du personnel technique des laboratoires sélectionnés.

Tableau III: La répartition des lames collectées par niveau de formation du personnel et par site.

Le tableau III montre que les techniciens de Laboratoire représentaient la catégorie la plus sollicitée avec 33,4%, suivi par le détenteur de master en biologie médicale 29,2% ; les ingénieurs sanitaires représentaient 25,7% et les biologistes représentaient 11,7%.

Niveau de Formation	Public 1 n (%)	Privé n (%)	Public 2 n (%)	Total n (%)
Biologistes	49 (22,7)	0 (0)	27 (12,4)	76 (11,7)
Ingénieur Sanitaire	167 (77,3)	0 (0)	0 (0)	167 (25,7)
Master en Biologie Médicale	0 (0)	0 (0)	190 (87,6)	190 (29,2)
Technicien de laboratoire	0 (0)	217 (100)	0 (0)	217 (33,4)
Total	216 (100)	217 (100)	217 (100)	650 (100)

La figure ci-dessous montre les médianes des nombres d'années d'expériences qui ont été respectivement de 15 ans aux laboratoires publics et de 7 ans au laboratoire privé.

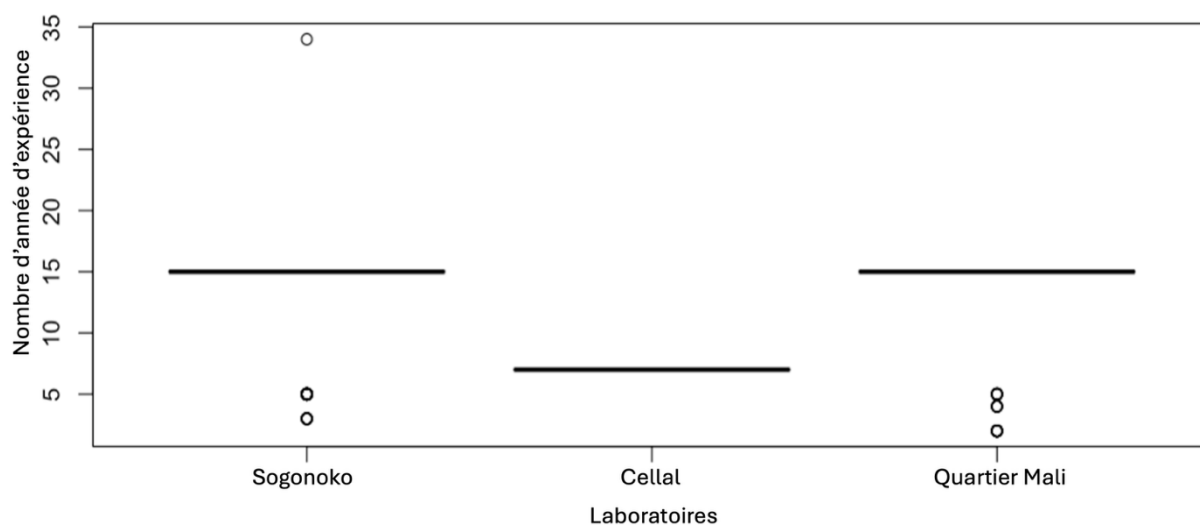


Figure 3 : Ancienneté moyenne des agents dans la pratique du diagnostic microscopique.

7.2 Conformité technique de la confection et de la coloration des étalements sanguins selon les directives de l'OMS.

Tableau IV : Fréquence d'utilisation des comprimés tampons dans les sites enquêtés.

Sur un total de 650 échantillons, l'utilisation des comprimés a été observée dans 433 cas (66,6 %), tandis que la non-utilisation concernait 217 cas (33,4 %). La répartition selon le laboratoire montre que le laboratoire privé présente exclusivement des cas de non-utilisation 217 (100 %), tandis que les laboratoires publics enregistrent uniquement des cas d'utilisation, avec respectivement 216 (100 %) et 217 (100 %). La valeur de $p < 0,0001$ indique que la différence entre les résultats est statistiquement significative.

Laboratoire	Non Utilisations n (%)	Utilisations n (%)	Total n (%)
Public 1	0 (0)	216 (100)	216 (33,2)
Privé	217 (100)	0 (0)	217 (33,4)
Public 2	0 (0)	217 (100)	217 (33,4)
Total	217 (33,4)	433 (66,6)	650 (100)

$p < 0,0001$

Tableau V : Les marques de Giemsa utilisées pour la coloration de la goutte épaisse

Sur un total de 650 échantillons, 433(66,6%) ont été colorés par Giemsa de marque RAL et 217(33,4%) par la marque Biolab Diagnostic. La différence observée entre les laboratoires est statistiquement significative ($p < 0,0001$).

Laboratoire	Biolab Diagnostic n (%)	Ral n (%)	Total n (%)
Public 1	0 (0)	216 (100)	216 (33,2)
Privé	0 (0)	217 (100)	217 (33,4)
Public 2	217 (100)	0 (0)	217 (33,4)
Total	217 (33,4)	433 (66,6)	650 (100)

$p < 0,0001$

Tableau VI: Aspects colorimétriques de la goutte épaisse après coloration au Giemsa.

Au total, 650 échantillons ont été soumis à une évaluation chromatique. La distribution globale de l'échantillonnage entre les différentes teintes identifiées : le bleu foncé a été répertorié dans 217 cas (33,4 %), suivi du bleu clair pour 216 échantillons (33,2 %). Enfin, l'association du bleu clair et du violet a été isolée dans 217 cas (33,4 %). Par ailleurs, la différence observée entre les laboratoires concernant ces profils colorimétriques est statistiquement hautement significative ($p < 0,0001$).

Laboratoires Enquêtés	Bleu Clair n (%)	Bleu Clair et Violet n (%)	Bleu Foncé n (%)	Total n (%)
Public 1	0 (0)	216 (100)	0 (0)	216 (33,2)
privé	0 (0)	0 (0)	217 (100)	217 (33,4)
Public 2	217 (100)	0 (0)	0 (0)	217 (33,4)
Total	217 (33,4)	216 (33,2)	217 (33,4)	650 (100)

$p < 0,0001$

Tableau VII : Fréquence d'utilisations des séchoirs dans les laboratoires étudiés.

Sur l'ensemble des 650 lames collectées le recours au séchoir électrique est minoritaire, ne concernant que 33,4 % (217/650) des lames affectées au laboratoire privé, et 66,6% (433/650) des lames bénéficient d'un séchage naturel à l'air libre réparties aux laboratoires publics. Révélant une hétérogénéité technique majeure entre les sites sites ($p < 0,0001$).

Laboratoire	Non n (%)	Oui, Parfois n (%)	Total n (%)
Public 1	216 (100)	0 (0)	216 (33,2)
Prive	0 (0)	217 (100)	217 (33,4)
Public 2	217 (100)	0 (0)	217 (33,4)
Total	433 (66,6)	217 (33,4)	650 (100)

$p < 0,0001$

7.3. Evaluation comparative des performances des laboratoires enquêtés par rapport au centre de référence (PMRTC).

Tableau VIII : Comparaison des résultats de la goutte épaisse entre le laboratoire du Quartier Mali et le PMRTC.

Sur les 217 échantillons analysés, le laboratoire public 2 a rapporté 185 (85,3 %) résultats négatifs et 32 (14,7 %) positifs, et le PMRTC a identifié 183 (84,3 %) échantillons négatifs et 34 (15,7 %) positifs. La comparaison des résultats a révélé 13 (38,2 %) échantillons sont des faux négatifs et 11 (6 %) des faux positifs selon la référence. La différence observée entre les deux résultats est statistiquement significative ($p < 0,0001$).

Résultat du laboratoire public 2	Résultat PMRTC			Se %	Sp %	VPP %	VPN %
	Négatif n (%)	Positif n (%)	Total n (%)				
Négatif	172(94)	13(38,2)	185(85,3)	62	94	66	93
Positif	11(6)	21(61,8)	32 (14,7)				
Total	183(84,3)	34(15,7)	217 (100)				

$p < 0,0001$, Concordance: 89%, Kappa: 0,48

Tableau IX : Comparaison des résultats de la goutte épaisse entre le laboratoire de Sogoniko et le PMRTC.

Sur les 216 échantillons analysés, le PMRTC a identifié 147 (68,1 %) échantillons négatifs et 69 (31,9 %) positifs. Au laboratoire de Sogoniko, 153 échantillons (70,8 %) ont été déclarés

négatifs et 63 (29,2 %) positifs. La comparaison des résultats a révélé 27 (39,1 %) faux négatifs et 21 (14,3 %) faux positifs selon la référence. La différence observée entre les deux résultats est statistiquement significative ($p < 0,0001$).

Résultat PMRTC							
Résultat du laboratoire public	Négatif	Positif n	Total	Se	Sp	VPP	VPN
1	n (%)	(%)	n (%)	%	%	%	%
Négatif	126(85,7)	27(39,1)	153(70,8)	61	86	67	82
Positif	21(14,3)	42(60,8)	63 (29,2)				
Total	147(68,1)	69(31,9)	216 (100)				

$p < ,0001$, Concordance: 78%, Kappa: 0, 55

Tableau X: Comparaison des résultats de la goutte épaisse entre le laboratoire privé et le PMRTC.

Sur les 217 échantillons analysés, le PMRTC a identifié 216 (99,5 %) résultats négatifs et 1 (0,5 %) positif. Le laboratoire privé a, quant à lui, déclare 207 échantillons (95,4 %) négatifs et 10 (4,6 %) positifs. La comparaison des résultats a mis en évidence 10 cas de faux positifs parmi les échantillons analysés par le laboratoire privé. La valeur de $p : 0,826$ indique que la différence observée entre ces deux répartitions n'est pas statistiquement significative.

Résultat du laboratoire privé	Résultat PMRTC			Se %	Sp %	VPP %	VPN %
	Négatif n (%)	Positif n (%)	Total n (%)				
Négatif	206(95,4)	1(100)	207(95,4)	0	95	0	99
Positif	10 (4,6)	0 (0)	10 (4,6)				
Total	216 (100)	1(100)	217 (100)				

$p = 0,826$; Concordance : 95%, Kappa : -0,007

Tableau XI: Fréquence des discordances entre les résultats des sites enquêtés et ceux du PMRTC.

Sur un total de 650 échantillons, globalement 88 % sont concordants ($n = 572$), et 12 % sont discordants ($n = 78$). L'analyse par site montre que le laboratoire privé a comptabilisé 206 cas concordants (95 %) et 11 cas discordants (5 %). Pour le laboratoire public 1, les effectifs s'élèvent à 168 résultats concordants (78 %) et 48 résultats discordants (22 %). Enfin, le laboratoire public 2 a enregistré 193 cas concordants (89 %) et 24 cas discordants (11 %). L'hétérogénéité de cette distribution entre les trois laboratoires est statistiquement hautement significative ($p < 0,0001$).

Laboratoire	Résultats PMRTC		
	Concordant n (%)	Discordant n (%)	Total n (%)
Public 1	168 (78)	48 (22)	216 (100)
Privé	206 (95)	11 (5)	217 (100)
Public 2	193 (89)	24 (11)	217 (100)
Total	572 (88)	78 (12)	650 (100)

$p < 0,0001$

7.4. Comparaison des indicateurs de qualité et de performance diagnostique entre les laboratoires du secteur public et du secteur privé.

Tableau XII : Synthèse comparative des indicateurs entre les laboratoires publics et privés

Ce tableau présente une comparaison des indicateurs de performance entre les secteurs publics et privé. Au total, 433 lames (**66,6 %**) ont été contrôlées dans le secteur public contre 217 lames (**33,4 %**) dans le secteur privé. Le personnel lecteur du secteur public était composé de biologistes, d'ingénieurs et de titulaires de master, avec une ancienneté médiane de 15 ans, tandis que le secteur privé comptait uniquement des techniciens de laboratoire avec une ancienneté médiane de 7 ans. L'utilisation de l'eau tamponnée, conformément aux recommandations de l'**OMS**, était de 100 % dans le secteur public contre 0 % dans le secteur privé. La sensibilité diagnostique variait de 61 % à 62 % dans le secteur public, tandis qu'elle était de 0 % dans le secteur privé. La spécificité diagnostique était comprise entre 85,7 % et 94,0 % dans le secteur public, et atteignait 95,4 % dans le secteur privé. Enfin, le taux global de discordance était de 11,0 % à 19,9 % dans le secteur public contre 5,1 % dans le secteur privé.

Indicateurs évalués	Secteur Public	Secteur Privé
Nombres de lames contrôlées	433(66,6 %)	217(33,4 %)
Profil du personnel lecteur	Biologistes, Ingénieurs, Masters	Techniciens de laboratoire
Ancienneté médiane	15 ans	7 ans
Conformité OMS (Eau Tamponnée)	100 %	0 %
Sensibilité diagnostique (Se)	61 % à 62 %	0 %
Spécificité diagnostique (Sp)	86 % à 94 %	95 %
Taux de discordance globale	11 % à 20 %	5 %

COMMENTAIRES ET DISCUSSION

8. COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

Cette étude s'est déroulée de juin à décembre 2025, a évalué le niveau des examens biologiques pour le diagnostic du paludisme dans deux laboratoires publics et un laboratoire privé de la rive droite du district de Bamako, Mali.

L'importante proportion de personnels très qualifiés (biologistes, diplômés d'un master) et leur grande expérience dans le secteur public découlent essentiellement de la stabilité d'emploi qu'offre la fonction publique. Néanmoins, cette expérience prolongée n'a pas entraîné de meilleures performances dans notre étude. Ce constat contredit les conclusions de *Jemere et al.* (2018) ainsi que de *Jaleta et al.* (2019)(47,48), selon lesquelles une pratique de plus de dix ans réduit de façon significative le taux d'erreur en microscopie. Par ailleurs, la rotation plus élevée et l'ancienneté plus faible des équipes du secteur privé posent la question de l'égalité de la qualité des soins entre les établissements publics et privés.

Dans notre étude, nous avons constaté que le laboratoire public 1 et le laboratoire privé utilisaient le Giemsa de marque RAL, tandis que le laboratoire public 2 utilisait le Giemsa de marque Biolab diagnostic. Ces résultats corroborent les observations menées par *Sagara, I., et al.* (2018), au Mali, ainsi que *Sarr, O., et al.* (2021), au Sénégal. Ces auteurs soulignent que les choix des réactifs en milieu communautaire ou de district repose davantage sur la disponibilité chez les grossistes locaux et sur des impératifs budgétaires que sur des consensus cliniques standardisés (49,50). Ce facteur économique matérialisé par l'écart de prix entre le litre de Giemsa RAL (35 000 à 55 000 FCFA) et celui de Biolab Diagnostic (15 000 à 25 000 FCFA) illustre le dilemme du coût d'opportunité en contexte de ressources limitées. Si l'OMS rappelle que la microscopie demeure la méthode de référence pour le diagnostic et la quantification des *Plasmodium* en raison de son coût modéré, la littérature africaine met en garde contre une quête excessive d'optimisation financière. L'utilisation de colorants à bas coût ou non standardisés s'accompagne en effet très souvent d'une rupture critique de la qualité au sein du laboratoire.

L'analyse croisée de nos données démontre que cette contrainte budgétaire impacte directement la qualité de la coloration par le biais du pH de l'eau de dilution. Au niveau du laboratoire privé, l'abandon des comprimés tampons produit des lames saturées (bleu foncé) qui compromettent la sensibilité diagnostique en masquant la chromatine des parasites. À l'inverse, le respect du protocole tamponné dans les laboratoires publics permet d'atteindre l'optimum visuel (bleu-violet). Ce constat également documenté par *Diakité, M., et al.* (2020), prouve que la variabilité du pH de l'eau de dilution reste le facteur limitant principal de la microscopie de routine lorsque

l'accès aux solutions tampons n'est pas garanti (51). L'usage du séchoir thermique au sein du laboratoire privé induit une fixation thermique involontaire des hématies. En s'écartant des directives de l'OMS, ce choc thermique coagule les protéines membranaires et entrave la déshémoglobination (52), étape pourtant fondamentale qui repose sur la lyse complète des érythrocytes. Ce phénomène corrobore les observations de *Somé, A. F., et al. (2019)*, au Burkina Faso que la charge de travail pousse les techniciens à accélérer artificiellement la dessiccation (ventilateurs, lampes), altérant la qualité tinctoriale(53). Enfin l'ensemble des trois laboratoires étudiés utilisait les microscopes de marques (Olympus CX23 et Cyan CX23), d'huile à immersion de marque RAL, des lames standards (microscope slides) et respectait le pourcentage de dilution de Giemsa (10%) ainsi que le temps de coloration des lames (15 min), conformément aux directives de l'OMS.

L'évaluation de la performance diagnostique du laboratoire public 2, confrontée à la microscopie de référence (PMRTC), met en évidence une association statistique très hautement significative ($p < 0,0001$). Ce résultat atteste d'une réelle capacité discriminante de la structure de santé locale, dont le diagnostic ne relève pas du hasard. Cependant, pour le praticien, cette puissance statistique doit être nuancée par l'analyse des indicateurs de validité intrinsèque. En effet, la sensibilité observée de **62 %** révèle une faille majeure dans la détection des sujets infectés : **13 patients sur 34** (soit près de 38 % des cas positifs réels) ont été classés à tort comme négatifs par la routine, cette faible sensibilité également confirmée par *Sagara et al. (2012)*, qui ont rapporté des sensibilités variant de 55 % à 70 % dans les structures de premier niveau à Bamako par rapport au PMRTC(54), constitue une perte de chance thérapeutique directe. À l'inverse, la comparaison des résultats négatifs est très satisfaisante. Avec une spécificité de 94 %, le laboratoire public 2 est performant pour confirmer l'absence d'infection. Le risque de traiter inutilement un patient non impaludé (Faux Positif) est faible. Ce constant est Conforme aux standards de l'OMS pour les microscopistes de niveau intermédiaire (souvent fixés à $> 90 \%$) (39).

L'analyse de la concordance entre le laboratoire public 1 et le centre de référence (PMRTC) met également en évidence une différence statistiquement significative ($p < 0,0001$). La microscopie étant une technique opérateur-dépendante, le taux de faux négatifs de **39,1 %** (27/69) observé au laboratoire public 1 révèle un déficit de sensibilité majeur par rapport aux normes de l'OMS (95 %). Ce résultat s'inscrit dans la lignée des travaux de *Mbah et al. (2016)*, qui ont rapporté des taux de faux négatifs atteignant **41,2 %** en microscopie de routine en Afrique centrale (55). À l'inverse, notre spécificité de **86 %** soit **14,3 %** (21/147) de faux

positifs s'inscrit dans une problématique panafricaine de confusion entre parasites et artefacts de coloration. Bien que préoccupant, ce taux reste inférieur aux **32 %** de faux positifs observés par **Mpimbaza et al. (2015) en Ouganda** (56). Cette tendance au sur-diagnostic, également documentée par **Hailemariam et al. en Éthiopie**, traduit une difficulté de lecture en routine qui impacte directement la gestion des stocks de médicaments et l'usage rationnel des antipaludiques (57). Du point de vue pharmacologique, le traitement indu de 14,3 % de patients non impaludés alimente une pression médicamenteuse délétère, moteur reconnu de l'émergence de résistances (mutations du gène *pfk13*).

L'analyse de la concordance entre le laboratoire privé et le centre de référence (PMRTC) révèle un profil diagnostique distinct, marqué par une prédominance de résultats négatifs. Sur un échantillon total de 217 patients, le PMRTC n'a confirmé qu'un seul cas positif. Cette quasi-absence de parasites dans les échantillons analysés permet d'évaluer avec précision la spécificité de la microscopie en routine dans cette structure, c'est-à-dire sa capacité à identifier correctement les individus sains.

L'enseignement majeur de ces résultats pour ce secteur réside dans le taux élevé de faux positifs. En effet, alors que le centre de référence ne détecte qu'un seul cas positif, le laboratoire privé en identifie dix (**4,6%** des faux positifs). Des études menées dans des zones de faible transmission au Mali, notamment par **Sagara et al, (MRTC)**, et **Reyburn et al, (Tanzanie)**, ont déjà documenté cette tendance des microscopistes de terrain à interpréter des artefacts de coloration (précipités de Giemsa, poussières ou débris cellulaires) comme des formes parasitaires, cette tendance s'explique souvent par une pression clinique forte : dans le doute, le technicien préfère rendre un résultat positif pour ne pas "manquer" un traitement, au détriment de la précision biologique (54,58).

En résumé la comparaison des performances révélait une incohérence statistique entre le secteur public et le secteur privé. Le laboratoire de privé affichait la concordance globale la plus élevée de l'étude (**95 %**). Toutefois, son coefficient Kappa quasi nul (**-0,007**) traduit un accord purement lié au hasard, masquant une incapacité totale à identifier les cas positifs (sensibilité de 0%). À l'inverse, bien que les laboratoires publics présentaient des concordances globales plus faibles (respectivement **89 %** et **78 %**), leurs coefficients Kappa (compris entre **0,48** et **0,55**) indiquent un accord réel modéré avec la référence (PMRTC). Ces résultats corroborent ceux de **Kahama-Maró et al., (2011) en Tanzanie**, montrant que la concordance globale est un indicateur trompeur en zone d'endémie car elle peut être artificiellement gonflée par la

proportion de sujets sains (59). Comme souligné dans le manuel d'assurance qualité de l'OMS, seul le coefficient Kappa permet de distinguer l'accord réel de la chance (60).

En définitive la nature du secteur d'exercice (public ou privé) influence de manière critique la qualité globale du diagnostic microscopique du paludisme. Notre étude montre que le secteur public dispose d'un personnel plus qualifié et expérimenté, mais affiche un taux de discordance globale plus élevé (11 % à 20 % vs 5 %). Ce taux élevé également documenté par **Diallo, M. et al.**, dans le service public s'explique par une recherche active et minutieuse des parasites sur des lames correctement colorées, ce qui confronte les lecteurs aux pièges des diagnostics différentiels (artefacts, plaquettes) et crée des divergences inter-observateurs classiques en zone d'endémie (61). Le point le plus critique de cette comparaison réside dans l'impact direct des manquements techniques du privé sur sa validité clinique. La forte spécificité (95 %) et la faible discordance apparente (5 %) du secteur privé sont donc illusoire : n'utilisant pas d'eau tamponnée et appliquant un séchage thermique inadéquat, les techniciens altèrent les propriétés tinctoriales du sang. N'ayant pas une coloration conforme, ils ne visualisent pas les parasites et négatives systématiquement les lames, provoquant l'effondrement de la sensibilité diagnostique à 0 %. Ce biais de sous-déclaration des cas par fausse négativation systématique est largement documenté dans la littérature africaine lors des évaluations externes de la qualité, notamment par **Dorkenoo, A. M., et al., (2022)**, et **El Housseing, D., et al., (36,62)**. Ces défaillances font obstacle à la détection des faibles densités parasitaires et alourdissent les coûts de santé publique par des prescriptions inappropriées ou des retards de prise en charge. La fiabilité du résultat biologique reste le prérequis non négociable à toute prescription thérapeutique, indispensable à l'efficacité des programmes nationaux de lutte contre le paludisme au Mali.

9. Limites de l'étude et contraintes

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive et comparative qui visait à évaluer la qualité des résultats de la goutte épaisse délivrée au niveau de trois laboratoires de la rive droite du district de Bamako.

Quelques structures privées ayant refusé de participer à l'étude, notre enquête s'est vue limitée à une seule structure privée. La collecte des données a été plus facile au niveau du privé, car les structures publiques refusaient de réaliser des lames doubles.

De plus, nous n'avons pas effectué l'identification d'espèces par manque de frottis minces chez certains laboratoires, et nous n'avons pas pris en compte le nombre réel de biologistes, de techniciens de laboratoire, d'ingénieurs sanitaires et de détenteurs de Master médical.

CONCLUSION

10. CONCLUSION

Cette étude révèle que la fiabilité du diagnostic microscopique à Bamako reste précaire avec une faible sensibilité des laboratoires enquêtés par rapport à la référence. Ces défaillances, liées à des ruptures pré-analytiques (pH, séchage) et à un paradoxe de performance entre secteurs public et privé, compromettent l'usage rationnel des CTA. La sécurisation thérapeutique au Mali impose donc une harmonisation rigoureuse des procédures et un renforcement impératif du contrôle qualité externe.

RECOMMANDATIONS

11. RECOMMANDATIONS

Au regard des résultats obtenus, nous formulons les recommandations suivantes :

- À l'endroit des Autorités Sanitaires (Ministère de la Santé / PNLP)
 - Généraliser l'application des Procédures Opératoires Normalisées (PON) de l'OMS, avec une attention particulière sur la phase pré-analytique (séchage et coloration tamponnée à pH 7,2).
 - Institutionnaliser le Contrôle Qualité Externe (CQE) et mettre en place un système de relecture systématique des lames par un laboratoire de référence.
- À l'endroit du Centre de Référence (PMRTC)
 - Créer un panel national de lames de contrôle certifiées à distribuer périodiquement aux laboratoires sous supervision pour tester leurs performances en aveugle.
 - Structurer un circuit de retour d'information rapide vers les laboratoires évalués afin d'expliquer les causes des faux positifs/négatifs et de corriger les biais de lecture.
 - Organiser des stages pratiques de courte durée axés sur :
 - La préparation des réactifs (utilisation correcte des tampons de pH et choix du matériel de séchage).
 - L'identification fine des faibles parasitémiés.
- À l'endroit des Responsables des Laboratoires
 - Organiser des formations continues axées sur le diagnostic des faibles densités parasitaires et la distinction des artefacts.
 - Instaurer un calendrier rigoureux d'entretien des microscopes pour garantir une lecture optimale.

REFERENCES

12. RÉFÉRENCES

1. Traoré S. Evaluation d'un test de diagnostic rapide (TDR) du paludisme SD Bioline-Malaria-Ag Pf® au laboratoire d'analyses biomédicales Biolab 3-SARL en Commune VI du district de Bamako. [PhD Thesis]. USTTB; 2021.
2. Organisation mondiale de la Santé. Rapport mondial sur le paludisme 2024 : lutter contre les inégalités dans la réponse mondiale au paludisme. Genève : Organisation mondiale de la Santé ; 2024. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
3. TEMBINÉ, Intimbeye, SAGARA, et al. Conformité de la prise en charge du paludisme selon les directives nationales dans deux centres de santé communautaire universitaires urbain et rural au Mali, 2020 à 2021. Mali Santé Publique, 2024, p. 42-47. 5. In.
4. Organisation mondiale de la santé (OMS). Lignes directrices de l'OMS sur le paludisme, 16 octobre 2023. 2024.
5. TEMBINÉ, Intimbeye. Performances des microscopistes dans le diagnostic du paludisme au niveau de deux centres de santé communautaire universitaires, Mali 2020 à 2021. Mali Santé Publique, 2023, p. 73-78.
6. KONATÉ, Sidy. Performances microscopiques post formation des techniciens de laboratoire en diagnostic du paludisme au Centre de Santé Communautaire de Banconi en 2024. 2025.
7. MIGLIANI, René, MEYNARD, J.-B., MILLELIRI, J.-M., et al. Histoire de la lutte contre le paludisme dans l'armée française: de l'Algérie à l'Armée d'Orient pendant la Première Guerre mondiale. Médecine et Santé Tropicales, 2014, vol. 24, no 4, p. 349-361.
8. GISSOT, Mathieu. Etude de la régulation transcriptionnelle des gènes lors du cycle érythrocytaire de *Plasmodium falciparum*: implication des acteurs de la régulation transcriptionnelle dans les événements clés du cycle érythrocytaire. 2005. Thèse de doctorat. Paris 6.
9. CHAUDHURY, Abhijit. Le paludologue oublié : Giovanni Battista Grassi (1854-1925). Parasitologie tropicale , 2021, vol. 11, n° 1, p. 16-18.

10. TIBÚRCIO, Marta, DIXON, Matthew WA, LOOKER, Oliver, et al. L'expression et l'exportation spécifiques de la protéine 5 exportée des gamétocytes de *Plasmodium falciparum* marquent le stade annulaire des gamétocytes. *Malaria journal* , 2015, vol. 14, no 1, p. 334.
11. OGUIKE, Mary C. et SUTHERLAND, Colin J. Dimorphisme des gènes codant pour les protéines du stade sexuel de *Plasmodium ovale curtisi* et *Plasmodium ovale wallikeri*. *International Journal for Parasitology* , 2015, vol. 45, no 7, p. 449-454.
12. DJIMDÉ, Abdoulaye, DOUMBO, Ogobara K., CORTESE, Joseph F., et al. Un marqueur moléculaire du paludisme à *Plasmodium falciparum* résistant à la chloroquine. *New England journal of medicine* , 2001, vol. 344, no 4, p. 257-263.
13. SONDO, Paul, BIHOUN, Biebo, KABORE, Bérénger, et al. Polymorphisme de *Plasmodium falciparum* et mutations des gènes de résistance *Pfprt* et *Pfmdr1* dans la zone de Nanoro, Burkina Faso. *Pan African Medical Journal*, 2021, vol. 39, no 1.
14. CLYDE, D. F. Treatment of drug-resistant malaria in man. *Bulletin of the World Health Organization*, 1974, vol. 50, no 3-4, p. 243.
15. RODHAIN, François. Compréhension du mode de transmission des agents du paludisme: une étonnante suite d'hypothèses, d'observations, de recherches et de controverses. *Médecine Tropicale et Santé Internationale*, 2023, vol. 3, no 1, p. mtsi. v3i1. 2023.312.
16. Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP). Paludisme : Généralités et transmission. Ministère de la Santé ; 2020.
17. Organisation mondiale de la Santé (OMS). Le Paludisme : Principaux faits. Genève : OMS ; 2023.
18. SAMAKÉ, Ousmane. Formes graves du paludisme observées dans le service de pédiatrie de CSRéf commune V du district de Janvier à Décembre 2022. 2024. Thèse de doctorat. USTTB.
19. Carnevale Pierre, Robert Vincent, Manguin Sylvie, Corbel Vincent, Fontenille Didier, Garros Claire, Rogier Christophe, Roux J. Les anophèles : biologie, transmission du *Plasmodium* et lutte antivectorielle. *Horizon*. 2009;391.

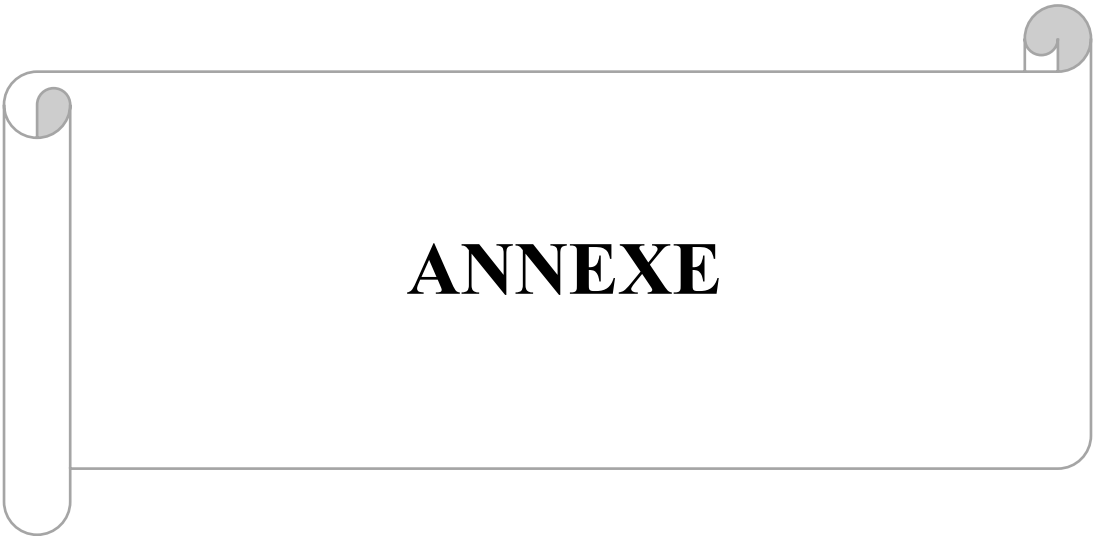
20. Cissoko M, Magassa M, Sanogo V, Ouologuem A, Sangaré L, Diarra M. Stratification at the health district level for targeting malaria control interventions in Mali. *Sci Rep.* 2022;(8271).
21. Tandina F, Doumbo O, Yaro AS, Traoré SF, Parola P, Robert V. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) and mosquito-borne diseases in Mali, West Africa. *Parasit Vectors.* 2018;11(1):467.
22. Niangaly A, Karthigayan Gunalan, Amed Ouattara, Coulibaly D, Sá JM, Adams M, et al. *Plasmodium vivax* Infections over 3 Years in Duffy Blood Group Negative Malians in Bandiagara, Mali. *Am J Trop Med Hyg.* 2017;97(3):744-52.
23. Bernabeu M, Gomez-Perez GP, Sissoko S, Niambélé MB, Haibala AA, Sanz A, et al. *Plasmodium vivax* malaria in Mali: a study from three different regions. *Malar J.* 2012;11:405.
24. SAMAKÉ, Ousmane. Formes graves du paludisme observées dans le service de pédiatrie de CSRéf commune V du district de Janvier à Décembre 2022. 2024. Thèse de doctorat. USTTB.
25. DESOUBEAUX, Guillaume et CHANDENIER, Jacques. Diagnostic biologique du paludisme d'importation. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2017, vol. 2017, no 497, p. 34-43.
26. SINDEN, RE, HARTLEY, RH, et WINGER, L. Le développement des ookinètes de *Plasmodium* in vitro : une étude ultrastructurale comprenant une description de la division méiotique. *Parasitology* , 1985, vol. 91, no 2, p. 227-244.
27. Organisation mondiale de la santé (OMS). Terminologie du paludisme et de l'Éradication du paludisme. Organisation mondiale de la Santé, 1964.
28. Sinden RE, Hartley RH, Winger L. The development of *Plasmodium* ookinetes in vitro: an ultrastructural study including a description of meiotic division. *Parasitology.* oct 1985;91 (Pt 2):227-44. doi:10.1017/s0031182000057334 PubMed PMID: 3906519.

29. Siden-Kiamos I, Louis C. Interactions between malaria parasites and their mosquito hosts in the midgut. *Insect Biochem Mol Biol.* 1 juill 2004;Molecular and population biology of mosquitoes34(7):679-85. doi:10.1016/j.ibmb.2004.03.026
30. WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. Biologie des plasmodies: rapport d'un Groupe scientifique de l'OMS, rapport d'un Groupe scientifique de l'OMS [réuni à Washington, DC du 24 au 28 septembre 1984]. 1987.
31. ROGIER, C., HENRY, M. C., et SPIEGEL, A. Diagnostic des accès palustres en zone d'endémie: bases théoriques et implications pratiques. *Med Trop*, 2001, vol. 61, p. 27-46.
32. IMBERT, P., GÉRARDIN, P., ROGIER, C., et al. Pertinence des critères OMS 2000 de paludisme grave chez l'enfant non immun à Dakar, Sénégal. *Bull Soc Pathol Exot*, 2003, vol. 96, no 3, p. 156-160.
33. SÈNE, Moustapha. Aspects épidémiologiques cliniques, paracliniques, évolutifs et thérapeutiques du paludisme grave de l'enfant au service de pédiatrie de l'Hôpital de la Paix de Ziguinchor. 2024.
34. ROYO, Jade. Identification des facteurs immunitaires impliqués dans la neuroinflammation et sa résolution, dans un contexte de paludisme cérébral: rôle des réponses monocytaires. 2021. Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier-Toulouse III.
35. GOLVAN, Yves Jean. Eléments de parasitologie médicale. (No Title), 1983.
36. Dorkenoo, A. M., Awokou, F., Agbo, Y. M., et al. (2022). Évaluation externe de la qualité de la goutte épaisse/frottis sanguin pour le diagnostic du paludisme dans les districts sanitaires. *Revue de Médecine Tropicale et de Santé Internationale*, 2(3).
37. FICKO, Cécile et CONAN, Pierre-Louis. Le paludisme en 2022: aspects cliniques et thérapeutiques. *Médecine Tropicale et Santé Internationale*, 2023, vol. 3, no 2, p. mtsi. v3i2. 2023.378.
38. GAYE, O., MC LAUGHLIN, G., DIOUF, M., et al. Etude comparative de cinq méthodes de diagnostic biologique du paludisme: la Goutte Epaisse, la Méthode QBC, la Sonde à ADN, la PCR et le Parasight F test. *Médecine d'Afrique Noire*, 1998, vol. 45, no 4.

39. Organisation mondiale de la santé (OMS). Examen microscopique des frottis minces et des gouttes épaisses pour l'identification de parasites du paludisme. 2016.
40. Organisation mondiale de la santé (OMS). Planches pour le diagnostic microscopique du paludisme. 2011.
41. DOUMUN, Mékapeu Solange. Contribution au développement des techniques d'analyse d'images multispectrales pour l'aide au diagnostic du paludisme. 2021. Thèse de doctorat. Université de Lille; Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire).
42. Gaye O, Laughlin GM, Diouf M, Diallo S. ETUDE COMPARATIVE DE CINQ METHODES DE DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE DU PALUDISME : LA GOUTTE EPAISSE, LA METHODE QBC, LA SONDE A ADN, LA PCR ET LE PARASIGHT F TEST. Médecine Afr Noire. 1998.
43. HAYAD, Ahmed Abdelmoutalib. METHODES DE DIAGNOSTIC DU PALUDISME. 2021.
44. Nanema F. Etude épidémiologique, clinique et biologique du paludisme de l'enfant en milieu rural sahélien au Burkina Faso.
45. GUINDO, Ibrahim. Prévalence et facteur associé à la prise optimale du traitement préventif intermittent (TPI) chez les femmes enceintes au CSCOM de Bankass. 2025. Thèse de doctorat. USTTB.
46. Organisation mondiale de la santé (OMS). Lignes directrices de l'OMS sur le paludisme, 25 novembre 2022. In : Lignes directrices de l'OMS sur le paludisme, 25 novembre 2022. 2024.
47. Jemere KA, Yimer M, Hailu T, Alemu M. Performance evaluation of laboratory professionals on malaria microscopy at health facilities in Bahir Dar city administration, Northwest Ethiopia. PLoS ONE. 2018;13(12):e0208173. doi:10.1371/journal.pone.0208173 Z.

48. Jaleta F, Garoma G, Gerenfes T. Evaluation of malaria microscopy diagnosis performance in public hospitals of eastern and central part of Oromia region, Ethiopia. *Malaria Journal*. 2019;18(1):372. doi:10.1186/s12936-019-3004-4 Z.
49. Sagara, I., et al. (2018). Limites de la microscopie de routine en milieu de district au Mali : impact des intrants low-cost sur la prise en charge thérapeutique. *Malaria Journal*.
50. Sarr, O., et al. (2021). Évaluation de la qualité tinctoriale du Giemsa et impact du recouvrement des coûts sur les intrants de laboratoire au Sénégal. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 114(2), 89-97.
51. Diakité, M., et al. (2020). Évaluation de la qualité du diagnostic microscopique du paludisme dans les laboratoires de routine à Bamako, Mali. *Revue Malienne de Science et de Technologie*, 23, 45-56.
52. Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2019). Assurance de la qualité de la microscopie du paludisme : Manuel pour les centres nationaux d'excellence. Genève : OMS.
53. Burkina Faso : Somé, A. F., et al. (2019). Qualité du diagnostic microscopique du paludisme en périphérie : analyse des causes d'erreurs techniques à l'échelle communautaire. *Santé Publique*, 31(4), 512-521.
54. Sagara, I., Diallo, M., Kone, M., Diakite, M., Niangaly, A., & Doumbo, O. K. (2012). Performance of malaria microscopy in routine health care facilities in Bamako, Mali. *Malaria Journal*, 11(1), 1-8.
55. Mbah, C. E., et al. (2016). Performance evaluation of routine microscopy for malaria diagnosis in primary healthcare facilities.
56. Mpimbaza, A., Miles, M., et al. (2015). Determinants of the accuracy of microscopy for the diagnosis of malaria in regions of low and high transmission in Uganda. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 92(1), 27-33.
57. Hailemariam, G., Gebre, et al. (2015). Performance of microscopy and RDTs in the diagnosis of malaria at health facilities in Ethiopia. *Malaria Control and Elimination*, 4(1), 131.

58. Reyburn, H., Mbakilwa, H., et al. (2007). Rapid diagnostic tests compared with standard microscopy for guiding treatment of febrile illness in Tanzania: city wide survey. BMJ (British Medical Journal), 334(7590), 403.
59. Kahama-Maró, J., et al. (2011). Low quality of routine microscopy for malaria at different levels of health system in Dar es Salaam.
60. World Health Organization (2016). "Malaria Microscopy Quality Assurance Manual.
61. Diallo, M. Évaluation de la qualité du diagnostic microscopique du paludisme dans les structures de santé de Bamako. Thèse de Pharmacie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Mali.
62. El Housseing, D., et al. Contraintes de mise en œuvre de l'assurance qualité du diagnostic du paludisme en Afrique de l'Ouest. Mali Santé Publique. en 2016 (Tome VI, N° 01/02).



ANNEXE

13. ANNEXES

Fiche d'enquête

DATE : /__ / __ / __ / __ / __ / __ / __ / __ /

j j m m m a a

CODE DU SITE D'ETUDE : /__ / __ /

A. IDENTITE DU PATIENT(E) :

NUMERO D'IDENTIFICATION: /...../...../...../...../

NOM : PRENOM :

SEXE : MASCULIN ☐ / FEMININ ☐

AGE EN ANNEE : /__ / __ /

QUARTIER DE RESSIDENCE :

PROFESSION :

B. TYPE D'EXAMEN DEMANDE :

GE /FROTIS MINCE ☐

Autres ☐ A préciser :

C. INFORMATIONS LIEES AU PERSONNEL DU LABORATOIRE :

NIVEAU DE FORMATION

TECHNICIEN DE LABORATOIRE ☐

BIOLOGISTE ☐

PHARMACIEN ☐

AUTRES A PRECISER :

EXPERIENCE DU PERSONNEL (en année) :

.....ANS

REALISATION DES EXAMENS DEMANDES ET INTERPRETATION DES RESULTATS

GOUTTE EPAISE : POSITIVE : ☐ / NEGATIVE : ☐

NBR DE PLASMODIE(S)/ μ L DE SANG :

INFORMATIONS LIEES A L'ENQUETEUR(TRICE)

NIVEAU DE FORMATION

INTERNE EN PHARMACIE ☐

AUTRES ☐ A préciser :

INTERPRETATION DES RESULTATS DES EXAMENS

GOUTTE EPAISE : POSITIVE : ☐ / NEGATIVE : ☐

NBR DE PLASMODIE(S)/ μ L DE SANG :

POSITIF : ☐ / NEGATIF : ☐ / INVALIDE ☐

APPRECIATION DE LA QUALITE DE LA GOUTTE REALISEE PAR LE PERSONNEL :

DIAMETRE : NORME (1cm environ) ☐

HORS NORME (< ou > à 1cm) ☐

TRANSPARENCE DE LA GE,

DIFFICULTE D'OBSERVER L'AIGUILLE D'UNE MONTRE ☐

OBSERVATION DE L'AIGUILLE D'UNE MONTRE AVEC AISANCE ☐

DISCORDANCE AVEC LES EXAMENS DES LABORATOIRES :

OUI : ☐

NON : ☐

D. INFORMATIONS LIEES AUX REACTIFS, MATERIELS DU LABORATOIRE

APPRECIATION DE LA QUALITE DE LA COLORATION DE LA GE :

UTILISATION DE L'EAU DISTILLEE :

OUI ☐

NON

☐

UTILISATION DE L'EAU DE ROBINET :

OUI ☐

NON

☐

UTILISATION DES COMPRIMES TAMPON : OUI ☐

NON ☐

COULEUR DE LA GE APRES COLORATION :

BLEUE CLAIRE ☐

BLEUE FONCEE ☐

VIOLETTE ☐

QUALITE DES GIEMSA UTILISES :

GIEMSA DE MARQUE : OUI ☐

NON ☐

SI OUI, PRECISER LA MARQUE :

GIEMSA EN VRAC : OUI ☐

NON ☐

QUALITE DES MICROSCOPES UTILISES :

MICROSCOPE DE MARQUE : OUI ☐

NON ☐

SI OUI, PRECISER LA MARQUE :

QUALITE DES LAMES UTILISEES

LAMES DE MARQUE : OUI ☐

NON ☐

SI OUI, PRECISER LA MARQUE :

LAMES EN VRAC : OUI ☐

NON ☐

UTILISATION D'HUILE A IMMERSION

HUILE A IMMERSION DE MARQUE : OUI ☐ NON ☐

SI OUI, PRECISER LA MARQUE :.....

HUILE A IMMERSION EN VRAC : OUI ☐ NON ☐

UTILISATION DES SECHOIRES : OUI ☐ NON ☐

SECHAGE A LA TEMPERATURE AMBIANTE : OUI ☐ NON ☐

TEMPS DE COLORATION DE LA GE : 10MN ☐ 15MN ☐ 20MN ☐ 30MN ☐ 45MN ☐
60MN ☐

POURCENTAGE DE DILUTION DE LA GE : 5% ☐ 10% ☐ 15% ☐ 20% ☐
25% ☐ 30% ☐

TEMPS DE CONSERVATION DU GIEMSA PREPARE : 6H ☐ 10H ☐ 18H ☐
24H ☐ 48H ☐

BOCAL DE COLORATION : A L'INTERIEUR D'UNE CUVE ☐ A
L'EXTERIEUR D'UNE CUVE ☐

Matériels

➤ Équipements de laboratoire

- Microscope optique (équipé d'un objectif à immersion x100)
- Source d'énergie (secteur électrique ou groupe électrogène)
- Minuterie ou chronomètre (pour le temps de coloration)
- Compteur cellulaire manuel (pour la numérotation des parasites)
- Calculatrice
- Éprouvette graduée (pour la dilution de la solution de coloration)

➤ Mobilier et logistique :

- Paillasse de laboratoire et tabouret
- Bac de coloration avec râtelier (support) pour le séchage des lames
- Cantine de transport (pour la collecte et la sécurisation du matériel)
- Poubelle pour la gestion des déchets

➤ Réactifs et consommables :

- Lames porte-objets (neuves, propres et dégraissées)
- Solution de Giemsa pur
- Eau distillée tamponnée (pH 7,2)
- Huile d'immersion
- Coton hydrophile
- Alcool à 70° (pour la désinfection)
- Papier hygiénique ou papier d'essuyage optique

➤ Matériel de prélèvement et de sécurité :

- Vaccinostyles stériles à usage unique (ou lancettes)
- Gants en polyvinyle (ou en nitrile)
- Boîte de transport de type OMS (pour la collecte et la conservation des lames)

➤ Matériel de bureau et de gestion des données :

- Crayon de papier ou marqueur à encre indélébile (pour l'identification des lames)
- Registres et fiches de collecte des données



MINISTRE DE LA SANTE ET DU
DEVELOPPEMENT SOCIAL

SECRETARIAT GENERAL

ORDRE NATIONAL DES PHARMACIENS DU MALI

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple – Un But – Une Foi

Bureau du Conseil National
De l'Ordre des Pharmaciens du Mali
Bamako le **22 JUL 2025**

N° **000505** /2025/CNOP

Le Président du Conseil National
de l'Ordre des Pharmaciens du Mali

//-)

Tous les Laboratoires du District de Bamako

Objet : Lettre d'introduction

Chères Consœurs, Chers Confrères,

Nous vous demandons de bien vouloir accueillir Monsieur Amadou NIANGALY, étudiant interne en 6^{ème} année de Pharmacie dans vos différentes structures pour mener à bien ses enquêtes relatives au sujet d'étude intitulé « Evaluation du niveau des examens Biologiques pour le diagnostic du Paludisme dans les différents Laboratoires publics et privés de la Rive Droite du District de Bamako ».

Tout en vous souhaitant bonne réception, veuillez recevoir, Chères Consœurs, Chers Confrères, nos salutations confraternelles.

P/Le Bureau/

Le Président du CNOP P.O

Le Trésorier Général



Dr Joseph KODIO

Fiche signalétique

Nom : NIANGALY

Prénom : AMADOU

Titre de la thèse : Évaluation de la qualité et de la performance diagnostique de la microscopie du paludisme dans trois structures sanitaires de la rive droite du district de Bamako, Mali.

Année universitaire : 2025-2026

Ville de soutenance : Bamako

Pays d'origine : Mali

Téléphone : + 223 94 44 63 80

E-mail : amadouniangaly44@gmail.com

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la faculté de médecine de pharmacie et d'odontostomatologie de Bamako

Secteur d'intérêt : Santé publique, parasitologie.

RÉSUMÉ

Au Mali, la microscopie demeure la méthode de référence pour le diagnostic du paludisme, mais la fiabilité des examens pratiqués dans les structures de soins courantes reste à évaluer. Cette étude s'était donnée pour objectif général d'évaluer la qualité d'exécution et la performance diagnostique de la goutte épaisse (GE) et du frottis mince (FM) au sein de trois structures sanitaires (deux publiques et une privée) de la rive droite du district de Bamako.

Une étude transversale, descriptive et comparative a été menée de juin à décembre 2025. Après l'évaluation des connaissances des professionnels de laboratoire via un questionnaire, la performance technique a été mesurée sur un échantillon de 650 lames issues de l'activité de routine. Chaque lame, lue initialement par le technicien en poste, a fait l'objet d'une double lecture à l'aveugle par des experts certifiés du Laboratoire de recherche et de formation sur les parasites et les microbes (PMRTC).

Les résultats révèlent des divergences techniques et diagnostiques majeures. Sur le plan de la conformité aux directives de l'OMS, les laboratoires publics utilisaient systématiquement de l'eau tamponnée (100 %), contrairement au laboratoire privé (0 %). Sur l'ensemble des 650 lames évaluées, le taux de discordance globale par rapport à la référence était de 12 %. Dans le secteur public, la performance diagnostique s'est révélée homogène mais perfectible, avec une sensibilité de 61 % à 62 % et une spécificité de 85,7 % à 94 % (Kappa de 0,48 à 0,55). À l'inverse, le secteur privé a affiché une spécificité robuste (95,4 %) mais une sensibilité nulle (0

%) en raison du non-diagnostic du seul cas positif de son échantillon, associé à l'émission de faux positifs (Kappa : -0,007).

En conclusion, cette étude révèle que la fiabilité du diagnostic microscopique à Bamako reste précaire. Ces défaillances, liées à des écarts techniques pré-analytiques et à des disparités entre les secteurs public et privé, compromettent l'usage rationnel des CTAs. La sécurisation thérapeutique au Mali impose donc une harmonisation rigoureuse des procédures de l'OMS et un renforcement impératif du contrôle qualité externe.

Mots-clés : Paludisme, Microscopie, Performance diagnostique, Contrôle qualité, Bamako, Mali.

Safety data sheet

First name: AMADOU

Surname: NIANGALY

Title of the thesis: Evaluation of the Quality and Diagnostic Performance of Malaria Microscopy in Three Healthcare Facilities on the Right Bank of the Bamako District, Mali.

Academic year: 2024-2025

City of defense: Bamako

Country: Mali

Telephone: + 233 94 44 63 80

E-mail: amadouniangaly44@gmail.com

Where to find the document: Library of the Faculty of Medicine, Pharmacy and Odontostomatology of Bamako

Sector of interest: Public health, parasitology.

ABSTRACT

In Mali, microscopy remains the gold standard for malaria diagnosis, but the reliability of examinations performed in routine healthcare facilities remains to be evaluated. This study aimed to assess the execution quality and diagnostic performance of thick blood smears (TBS) and thin blood smears (FM) across three healthcare facilities (two public and one private) on the right bank of the Bamako district.

A cross-sectional, descriptive, and comparative study was conducted from June to December 2025. Following the assessment of laboratory professionals' knowledge through a questionnaire, technical performance was measured using a sample of 650 slides from routine activities. Each slide, initially read by the technician on duty, underwent a blind double-reading by certified experts at the Research and Training Laboratory on Parasites and Microbes (PMRTC).

The results reveal major technical and diagnostic discrepancies. Regarding compliance with WHO guidelines, public laboratories systematically used buffered water (100%), whereas the private laboratory did not (0%). Across all 650 evaluated slides, the overall discordance rate compared to the reference laboratory was 12%. In the public sector, diagnostic performance was homogeneous but required improvement, showing a sensitivity of 61% to 62% and a specificity of 85.7% to 94% (Kappa ranging from 0.48 to 0.55). Conversely, the private sector displayed robust specificity (95.4%) but zero sensitivity (0%) due to the missed diagnosis of

the only positive case in its sample, combined with the reporting of false positives (Kappa: - 0.007).

In conclusion, this study demonstrates that the reliability of microscopic diagnosis in Bamako remains precarious. These deficiencies, linked to pre-analytical technical gaps and disparities between the public and private sectors, compromise the rational use of ACTs. Ensuring therapeutic safety in Mali thus requires a rigorous harmonization of WHO operating procedures across both sectors and an imperative strengthening of external quality control.

Keywords: Malaria, Microscopy, Diagnostic performance, Quality control, Bamako, Mali.

SERMENT DE GALIEN

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

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

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

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

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

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

Je le jure !!!