

UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES DE
BAMAKO

Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie



Année Universitaire 2022/2023

N°.....

Titre :

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, Cercle de Kati

Présentée et soutenue publiquement le 21/ 12 /2023 devant le jury de La

Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie

Par **Mme. Massan COULIBALY**

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

JURY

Président :	M.	Sory Ibrahim	DIAWARA, <i>Maitre de Recherches</i>
Membre :	Mme	Djeneba	COULIBALY, <i>Maitre-Assistante</i>
Co-directeur :	Mme	Aïssata	ONGOIBA, <i>Médecin</i>
Directeur :	M.	Kassoum	KAYENTAO, <i>Directeur de Recherches</i>

Dédicace :

Je rends grâce à Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux pour le souffle de vie et de m'avoir donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.

Au prophète Mohamed que la paix et la bénédiction d'Allah soit sur lui.

Après avoir rendu grâce à Dieu ; je dédie ce travail à :

Ma Grand-Mère Fatoumata Diarra :

Grand-Mah je te dédie ce travail de là où tu es, Je ne saurai comment te remercier pour tout ce que tu as fait pour moi. Tout ce que je suis aujourd'hui c'est grâce à toi ton éducation, ton amour inconditionnel, ta foi en ALLAH. Je me rappelle encore nos séances d'exercice quand j'étais au primaire, c'est énorme tout ce que tu m'as apprise. Grace à Dieu je vais réaliser une seconde fois ce rêve qui te tenait tant à cœur <<que je sois agent de santé>>. La mort n'arrête pas l'amour même si j'aurai voulu que tu gouttes à la récolte que tu as semée, je te porterai dans mon cœur et te resterai redevable. Je prie l'Eternel qu'il t'accorde Adjanah Firdaws.

Mon Oncle Madou Coulibaly :

Les mots sont insuffisants pour exprimer ma gratitude, je n'ai manqué de rien à tes côtés. Tu as consacré le meilleur de toi à mon éducation et fait de moi ce que je suis. Tu m'as inscrite à l'école, m'as coaché et encouragé durant tout mon cycle. Ton soutien tant moral qu'affectif, matériel que financier a contribué à la finalisation de ce précieux travail. Qu'ALLAH t'accorde une longue vie et une bonne santé.

Mon papa Mamadou Coulibaly :

Mon ami, mon confident, mon guide religieux tu es et resteras toujours au centre de tout ce que je fais. Je te dédie ce travail que tu as suivi de près jusqu'à aujourd'hui. Le réconfort moral et le soutien matériel que tu n'as cessé de m'apporter pendant tant d'années d'études sois en remercié. C'est aussi l'occasion pour moi de te remercier au nom de tous tes enfants pour l'amour et les valeurs religieuses et morales que tu nous as inculqués. Tu es ce père que tout enfant désire dans sa vie. Longue et pieuse vie à toi cher père

Ma mère Aminata Coulibaly :

La maman de tous les enfants qu'est-ce que tu n'as pas fait pour nous, tu t'es battu pour notre bonheur. Tes soutiens moraux, matériaux, financiers n'ont jamais fait défaut. Nous remercions

le très haut de t'avoir dans notre vie et Qu'il t'accorde une bonne santé et une longue vie pour profiter du fruit de ce travail qui est le tien.

Mon tonton Feu Assimi Coulibaly :

Je pleure nuit et jour ta disparition soudaine. J'aurai tellement voulu que tu sois présent ce grand jour que tu attendais impatiemment mais Dieu en a décidé autrement et sa volonté sera toujours faite. Le dévouement et la promptitude que tu avais à gérer nos problèmes et ce sourire quand il s'agissait de prendre part à nos soutenances, je garderai ces souvenirs et au nom de tous tes neveux et nièces je te dis merci tonton. Je me rappelle ce sentiment de fierté que je lisais sur votre visage (toi et ta défunte femme Feu Bacoumba Dembele) au moment des présentations "c'est notre fille, celle qui est sage-femme et qui fait la faculté de médecine" Ce travail est le fruit de tes sincères conseils. Qu'ALLAH vous accueille dans son immense paradis.

Mon tonton Joseph Bolymady Sissoko :

Mon super héros que j'ai connu par le biais de **mon tonton Feu Assimi** je ne sais pas ce que je serais devenu si tu n'étais pas là. Je ne saurai par quel mot commencer tu es tout simplement exceptionnel. Quand j'ai eu ce problème de double inscription qui était pour moi non résolvable tu m'as toujours rassuré que même si ce sera la dernière chose que tu accompliras tu le feras et c'est ce que tu as fait. Des nombreux va et vient entre le décanat, l'USTTB et le ministère, des nombreux jours d'absence à ton travail malgré ton programme chargé et le soutien financier de surcroît mais si j'ai retenu quelque chose de tout ceci c'est ton amour et ta considération envers **Feu ASSIMI** que tu nous as d'ailleurs montré à chaque occasion surtout lors de son décès. Sois-en récompensé. Je garde précieusement ce surnom que tu m'as donné "Sac à problème". Qu'ALLAH t'accorde une longue et heureuse vie mon bienfaiteur.

Mes frères et sœurs : Moussa, Alou, Nouhoum, Fatomata bintou, Gaoussou, Ibrahim, Adama, Ousmane, Mariam, Astan, Djeneba

Ce travail est le vôtre je vous remercie tous pour tout l'effort consenti dans la réalisation de ce travail particulièrement **Moussa** et **Nouhoum**. Vous avez joué en même temps le rôle de père et de frère, soyez-en remerciés. Qu'ALLAH vous accorde une longue et pieuse vie et qu'il renforce nos liens de fraternité.

Mes belles-sœurs :

Mes jolies femmes, les braves dames **COULIBALY** merci pour tout ce que vous faites pour moi. Particulièrement **Mme Coulibaly Fatoumata Santara** (ne ka Mah) sage-femme de son état, mon mentor c'est avec toi j'ai fait mon entrée dans la science médicale, la base je l'ai apprise avec toi et je peux dire la tête haute que tu fais la fierté de toutes les sages-femmes du Mali et celle de ta famille.

Mes neveux et nièces :

Mes bébés je vous aime tous particulièrement **ma sirani Aicha (Majo)** et **mon somanai Djibril (Levieux)**, vous êtes mes plus beaux cadeaux de ce bas monde que l'Eternel vous accorde une longue vie pieuse.

Remerciements :

A mes tantes et tontons : Amina Traoré, Massan Coulibaly, Aissata Coulibaly, Alhassane Coulibaly

Merci pour vos bénédictions et votre accompagnement pour la réussite de ce travail, surtout **tonton Alhassane** mon papa mon deuxième tuteur ta maison a été un deuxième logement pour moi près du point G et je remercie tous ces habitants pour leur accueil chaleureux.

A mes ami(e)s : Dr Sadatou Bouaré, Dr Mounina Coulibaly, Diaraou Sissoko, Dr Sankoro Diarra, Dr Berthé Aichata Dembélé, Dr Eugène Dieudonné Traoré, Binta Berté, Oumou Maiga, Christophe Kamissoko, Fatoumata T Traoré, Fatoumata badji Touré, Amicale des Etudiants Ressortissants de la Région de Ségou et Sympathisants (AMERS), Association en Santé des Etudiants de la Région de San et Sympathisants (ASERSS)

Merci pour votre accompagnement, vos conseils dans les bons et les mauvais moments, je garde de chacun de vous des souvenirs précieux, qu'ALLAH fortifie nos liens et nous unisse davantage.

A mes aînés et collaborateurs : Dr Amadou Beidy Sow, Dr Drissa Konaté, Dr Hamady Traoré, Dr Adama Djiguiba et ses cadets, toute l'équipe CAPLAB, l'équipe DATA FAX, l'équipe LIG point G, les guides, les chauffeurs, les personnels du Csom de Kalifabougou

Vous m'avez aimée et respectée dans le service, travailler avec vous ne m'a apporté que satisfaction. Merci à tous !

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati

Un grand merci à tous ceux dont les noms n'ont pas été cités ici par soucis de brièveté
que la grâce d'ALLAH soit sur vous tous.

Hommages aux honorables membres du jury

A notre maitre et président du jury

Sory Ibrahim DIAWARA, MD, MPH, PhD

- **Maitre de recherche à la FMOS**
- **Médecin Chercheur au MRTC**

Cher Maître,

C'est pour nous un immense honneur de vous avoir comme président et juge de ce travail malgré vos multiples responsabilités. Votre rigueur scientifique et vos qualités humaines font de vous un maître très distingué et respecté. Recevez cher maître, l'expression de notre profonde gratitude et toutes nos considérations de haute estime.

A notre maître, membre du jury ;

Djénéba COULIBALY, MD, Msc

- **Maitre Assistante en Nutrition/Diététique à la Faculté de Pharmacie,**
- **Chercheur à l'INSP**
- **Ancien Médecin d'appui au point focal Nutrition de la Direction régionale de Ségou**
- **Ancien DTC du CSCOM de Dougouolo dans le District Sanitaire de Bla, Région de Ségou**

Nous sommes très honorées que vous ayez accepté de juger ce travail. Ceci témoigne de votre constante disponibilité et de votre désir ardent à parfaire la formation des générations futures. Nous sommes très fiers de pouvoir bénéficier de votre apport pour l'amélioration de la qualité de cette thèse. Votre présence nous réconforte. Soyez rassuré cher maître, de notre profonde admiration.

A notre maître, co-directrice de thèse ;

Aïssata ONGOIBA, MD, Msc

- **Assistante en Parasitologie-Mycologie**
- **Médecin Chercheur au MRTC**

Cher Maître,

Nous sommes très heureuses de compter parmi vos élèves. Votre courtoisie, votre sympathie et votre grande disponibilité à transmettre votre savoir ne peuvent que nous rendre fières d'avoir un maître comme vous. Recevez ici cher Maître, nos sincères remerciements et l'expression de notre profonde gratitude.

A notre maître et directeur de thèse

Kassoum KAYENTAO, MD, MscPH, PhD

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

Cher Maître

C'est un grand honneur que vous nous avez fait en nous acceptant comme élève. Nous sommes très heureuses d'avoir bénéficié de votre enseignement exemplaire. Votre indulgence et votre complicité avec vos élèves ne peuvent inspirer que respect et admiration. Cher maître, les mots me manquent pour exprimer tout le bien que nous pensons de vous. Recevez ici l'expression de nos meilleurs sentiments de reconnaissance.

Liste des sigles et abréviations :

ADN : Acide désoxyribonucléique

AQ : Amodiaquine

AL : Artemether lumefantrine

ATPE : Aliment thérapeutique prêt à l'emploi

BM : Biologie moléculaire

CE : Comité d'éthique

CRF : Case report form

CNR : Centre national de référence

CPS : Chimio-prévention du paludisme saisonnier

CTA : Combinaison thérapeutique à base d'artémisinine

CSCom : Centre de santé communautaire

Cp : Comprimé

DEAP : Département d'épidémiologie des maladies parasitaires

DTC : Directeur technique du centre

ENSAN : Enquête nationale sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle

FM : Frottis mince

GE : Goutte épaisse

G6PD : Glucose-6-phosphate déshydrogénase

HLA : Human leukocyte antigen

Hb : Hémoglobine

HbF : Hémoglobine fœtale

HbA : Hémoglobine adulte

HR : Hazard ratio

HRP2 : Histidine riche protéine 2

IC : Intervalle de confiance

IP : Indice plasmodique

IP : Insuffisance pondérale

IRB : Institutional review board

Kg : Kilogramme

MAM : Malnutrition aigüe modérée

MAS: Malnutrition aigüe sévère

MRTC: Malaria research and training center

NIH : Institut national de la Santé

NIAID : Institut national des maladies allergiques et infectieuses

OMS : Organisation mondiale de la santé

OHVN : Office de la haute vallée du Niger

P/T : Poids/taille

P/A : Poids/âge

PB : Périmètre brachial

PNLP : Programme national de lutte contre le paludisme

QBC : Quantitative buffy coat

RC : Retard de croissance

SLIS : Système local d'information sanitaire

SP : Sulfadoxine pyriméthamine

SPO2 : Saturation en oxygène

T/A : Taille/âge

TAS : tension artérielle systolique

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati

TPI : Traitement préventif intermittent

TDR : Test de diagnostic rapide

URENAM : Unité de récupération et d'éducation nutritionnelle ambulatoire modérée

URENAS : Unité de récupération et d'éducation nutritionnelle ambulatoire modérée

URENI : Unité de récupération et d'éducation nutritionnelle intense

μL : microlitre

USTTB: Université des sciences, des techniques et des technologies de bamako

Tables des matières

1. Introduction :	1
2. Objectifs	4
2.1. Objectif général :	4
2.2. Objectifs spécifiques :	4
3. Généralités :	5
3.1. Paludisme :	5
3.1.1. Histoire du paludisme :	5
3.1.2. Rappel épidémiologique :	6
3.1.3. Agents pathogènes :	8
3.1.4. Vecteurs :	8
3.1.5. Cycle biologique :	8
3.1.6. Physiopathologie du paludisme :	10
3.1.7. Immunité antipaludique :	11
3.1.8. Formes cliniques :	11
3.1.9. Critères de gravité définis par l'OMS :	13
3.1.10. Diagnostic du paludisme :	14
3.1.11. Traitement :	16
3.2. Etat nutritionnel et malnutrition :	19
3.2.1. Définitions :	19
3.2.2. Epidémiologie de la malnutrition :	19
3.2.3. Physiopathologie de la malnutrition :	19
3.2.4. Les différentes formes de malnutrition :	20
3.2.5. Les causes de la malnutrition :	22
3.2.6. Indices anthropométriques :	23
3.2.7. Traitement de la malnutrition :	25
4. Matériels et méthodes :	28
4.1. Cadre et site d'étude :	28
4.2. Type et période d'étude :	32
4.3. Population d'étude :	32
4.4. Critères d'inclusion :	33
4.5. Critères de non-inclusion :	33
4.6. Taille de l'échantillon :	33

4.7. Procédures de l'étude :	33
4.7.1. Définitions techniques :	33
4.7.2. Dépistage et enrôlement :	34
4.7.3. Evaluation clinique :	34
4.7.3. Evaluation biologique :	36
4.8. Considérations éthiques :	40
4.9. Collecte et analyse des données :	40
5. Résultats :	41
5.1. Résultats descriptifs :	41
5.2. Résultats analytiques :	44
6. Commentaires et Discussion :	46
6.1. Données sociodémographiques :	46
6.2. Incidence du paludisme :	46
6.3 La prévalence des types de Malnutrition :	47
6.4. Relation entre l'incidence du paludisme et les types de malnutrition :	48
6.5. Prévalence de l'anémie et types de malnutrition :	49
7. Conclusion :	50
8. Recommandations :	50
9. Références :	51
10. Annexes	60
11. Fiche signalétique	60
Serment d'Hippocrate	62

Liste des tableaux

Tableau I : Critères de gravité du paludisme	13
Tableau II : Rappels symptomatiques du Kwashiorkor et du Marasme [60].	21
Tableau III : Valeurs limites utilisées pour définir les différents types de malnutrition [10].	24
Tableau IV : Sévérité des œdèmes [64]	25
Tableau V : Répartition de la population d'étude en fonction de la tranche d'âge	41
Tableau VI : Répartition de la population d'étude en fonction du sexe	41
Tableau VII : Répartition de la population d'étude en fonction de l'ethnie.....	41
Tableau VIII : Incidence du paludisme en fonction des tranches d'âge.	42
Tableau IX : Prévalence annuelle de l'émaciation dans la population d'étude à l'inclusion.	42
Tableau X : Prévalence annuelle de la malnutrition chronique dans la population d'étude à l'inclusion.....	42
Tableau XI : Prévalence annuelle de l'Insuffisance pondérale dans la population d'étude à l'inclusion.....	43
Tableau XII : Facteurs associés à l'incidence du paludisme selon la régression de Cox.....	44

Liste des figures

Figure 1: Strates épidémiologiques selon le nombre de mois de transmission[26].	7
Figure 2 : Cycle biologique du paludisme [29].	10
Figure 3: cercle vicieux de la dénutrition [58].	20
Figure 4 : Causes de la malnutrition adaptée de l'UNICEF [59].	23
Figure 5 : Localisation géographique du site (source mairie de la commune rurale de Kalifabougou).	28
Figure 6: Courbe de température de Kalifabougou	32
Figure 7: Pluviométrie de Kalifabougou (Source : OHVN)	32
Figure 8: technique de la goutte épaisse[70].	38
Figure 9: Technique de la mesure du taux d'hémoglobine[71].	39
Figure 10: <i>Prévalence de l'anémie dans la population d'étude à l'enrôlement par année.</i>	43
Figure 11: Relation entre l'émaciation et l'anémie	44
Figure 12: relation entre le retard de croissance et l'anémie	45

1. Introduction :

Le paludisme est une érythrocytopathie fébrile et hémolysante due à un hématozoaire du genre *Plasmodium*, transmis à l'homme par la piqûre infectante d'un moustique : l'Anophèle femelle. Il existe cinq (5) espèces plasmodiales responsables du paludisme chez l'homme : *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* et *Plasmodium knowlesi* ; cette dernière espèce, responsable du paludisme des singes a été récemment décrite chez l'homme. Une sixième espèce *Plasmodium cynomolgi* a été mise en évidence pour la première fois chez l'homme en 2011 [1].

P. falciparum est l'espèce parasitaire provoquant le plus de décès mais aussi le plus répandu sur le continent africain. Il est responsable de 97% des cas de paludisme dans le monde [2].

En 2021, le paludisme continuait de tuer un nombre considérable de personnes dont une majorité d'enfants. Pire, il est, selon la nouvelle méthode d'analyse de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus meurtrier qu'escompté [3]. Sur 274000 décès au total en 2019, 67% étaient des enfants entre 0 et 5 ans. En 2020, 627000 personnes sont mortes de paludisme, dont 96% se trouvaient en Afrique [4].

Certes vers les années 2000, les stratégies de lutte ont permis une diminution significative de la morbi-mortalité mais on dénote une résurgence aggravée par la pandémie du COVID 19.

- Selon l'OMS, la crise sanitaire mondiale aurait indirectement provoqué 619000 morts en 2021 (soit 247 millions contre 245 millions en 2020). En 2021, 95% des cas de paludisme et 96% des décès dus à la maladie ont été enregistrés dans la région africaine de l'OMS [5].

Au Mali, le paludisme constitue un problème de santé publique. En 2020 le système local d'information sanitaire (SLIS) a enregistré 2 666 266 cas de paludisme, dont 843 961 cas graves et 1 708 décès [6].

Des stratégies de contrôle du paludisme axées principalement sur les populations à risque que sont les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes existent ; ce sont :

- La disponibilité et l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides,
- Le traitement préventif intermittent à la sulfadoxine-pyriméthamine chez la femme enceinte,
- La chimioprévention du paludisme saisonnier chez les moins de 5 ans,

- La mise à disposition gratuite des intrants pour le diagnostic et la prise en charge du paludisme chez les moins de 5ans[7]. Bien que l'anémie ne soit pas spécifique au paludisme, les tendances de la prévalence de l'anémie peuvent refléter la morbidité causée par le paludisme et elles varient en fonction des changements de la couverture des interventions dans le domaine du paludisme (Korenromp 2004).

Quant à la malnutrition, elle se traduit par un déséquilibre entre les apports en éléments nutritifs et les besoins de l'organisme [8] et constitue l'un des facteurs de morbi-mortalité infantile dans les pays en voie de développement [9]. Elle se manifeste sous diverses formes dont, l'émaciation ou malnutrition aiguë, le retard de croissance ou malnutrition chronique et l'insuffisance pondérale ou malnutrition globale étant les formes bénignes les plus décrites [10].

A l'échelle mondiale, 149 millions d'enfants présentent un retard de croissance; 50 millions d'enfants souffrent d'émaciation ou sont trop maigres pour leur taille ; 340 millions d'enfants, soit un enfant sur deux, souffrent de carences en vitamines et en nutriments essentiels [11].

La malnutrition expose les enfants à un risque beaucoup plus élevé de décès et de maladies graves, en particulier liées à des infections infantiles courantes, dont le paludisme, en raison de l'affaiblissement du système de défense immunitaire lié à la malnutrition [12].

Près de trois millions d'enfants de moins de cinq ans meurent chaque année en Afrique subsaharienne. Deux des principales causes de ces décès sont la malnutrition et le paludisme [13].

Au Mali, les prévalences des malnutritions aiguë et chronique selon l'enquête nationale sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle (ENSAN) en 2020 étaient respectivement 7,4% et 21,8% ; celle de la malnutrition globale était 13,6% [14].

La malnutrition et le paludisme coexistent et pourtant, nous savons très peu de choses sur le lien qui existe entre la malnutrition chez les enfants en bas âge et la gravité du paludisme, en particulier en Afrique subsaharienne, là où le plus grand nombre d'enfants meurent de ces deux fléaux [15]. La relation entre la malnutrition et la morbidité liée au paludisme demeure controversée. D'un côté, certains auteurs affirment que la malnutrition favorise la survenue du paludisme alors que d'autres soutiennent que la malnutrition protège contre la survenue du paludisme [16].

Il existe peu de données sur la relation entre le paludisme et l'état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au Mali, c'est dans ce cadre que ce travail a été initié pour évaluer l'incidence

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati

du paludisme et l'état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans dans une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati zone d'endémicité palustre.

2. Objectifs

2.1. Objectif général :

Evaluer la relation entre l'incidence du paludisme et l'état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans à Kalifabougou de mai 2016 à avril 2020.

2.2. Objectifs spécifiques :

- Déterminer l'incidence du paludisme chez les enfants de moins de 5 ans de mai 2016 à avril 2020.
- Déterminer la prévalence de l'émaciation, du retard de croissance et de l'insuffisance pondérale chez les enfants de moins de 5 ans de mai 2016 à avril 2020.
- Déterminer la relation entre l'incidence du paludisme et l'émaciation, le retard de croissance, et l'insuffisance pondérale chez les enfants de moins de 5 ans de mai 2016 à avril 2020.
- Déterminer la prévalence de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans en fonction du type de malnutrition à Kalifabougou de mai 2016 à avril 2020.

3. Généralités :

3.1. Paludisme :

3.1.1. Histoire du paludisme :

Le paludisme est une maladie infectieuse qui reste l'une des principales causes de morbidité et de mortalité dans les pays en voie de développement. Le paludisme grave est principalement causé par *Plasmodium falciparum* [17]. Il est une maladie ancienne dont les symptômes sont connus des premières civilisations[18]. Au 5^e siècle avant Jésus Christ, Hippocrate décrit les fièvres tierces et quartes[18]. Vers 1600 les égyptiens remarquent la corrélation entre les épidémies de fièvres et les perturbations météorologiques entraînant pluies et inondations [18].

- En 1630 : Emploi de l'écorce de quinquina contre les fièvres au Pérou par Lopez [19] ;
- En 1820 : Découverte de la Quinine par Pelletier et Caventou [20] ;
- En 1880 : Découverte du parasite par Laveran [21] ;
- En 1885 : Découverte des trois premières espèces parasitaires de l'homme *P. vivax*, *P. malariae*, *P. falciparum*, par Marchiafava, Celli et Golgi [19] ;
- Entre 1897-1899 : Découverte du rôle vecteur de l'anophèle dans la transmission du paludisme par Ronald ROSS et Giovanni-Battista GRASSI [21] ;
- En 1922 : Découverte d'une quatrième espèce parasitaire *P. ovale* par Stephens [18] ;
- Entre 1924-1930 : Découverte des propriétés antipaludiques de la Pamaquine, de la Mépacrine, la Quinacrine par des chercheurs allemands [19].
- En 1934 : Découverte de l' amino-4-quinoléine, précurseur de la chloroquine [19] ;
- En 1939 : Découverte des propriétés insecticides du Dichloro-Diphényl-Trichloroéthane, le DDT [19] ;
- En 1955 : L'OMS lança le programme mondial d'éradication du paludisme [20] ;
- En 1957 : Mise en évidence de la résistance aux insecticides par l'OMS [21] ;
- En 1976 : la première culture in vitro du *P. falciparum* par Trager et Jensen [18] ;
- En 1980 : Découverte des hypnozoïtes par Bray et Krotovski [19] ;
- En 1984 : Découverte des moustiquaires imprégnés d'insecticides comme moyen de lutte contre le paludisme par Pierre Carnevale [21].
- En 2004 : Découverte des bâches en plastique imprégnées de pyréthrinoïdes par GRAHAM et al [21].

3.1.2. Rappel épidémiologique :

3.1.2.1. Définition :

- Indice plasmodique (IP) : pourcentage de sujets examinés ayant des hématozoaires dans le sang [22].

3.1.2.2. Répartition géographique :

La distribution du paludisme est très variable en fonction des zones géographiques. Selon l'OMS, environ 241 millions de cas de paludisme ont été recensés en 2020 dans le monde [23]. Le paludisme a été officiellement éradiqué en Europe ; en Amérique du Nord mais la transmission se poursuit modérément en Amérique Centrale (*P.vivax* essentiellement) et en Amérique du Sud, la transmission est essentiellement due *P. falciparum* et *P.vivax*. La transmission elle est hétérogène en Océanie mais l'Australie et la Nouvelle-Zélande sont indemnes. En Proche-Orient et Moyen-Orient le *P. falciparum* sévit sur la côte ouest de la péninsule arabique et au Yémen et le faible risque (*P. vivax*) dans les autres États (Syrie, sud-est de la Turquie, Émirats arabes unis et Oman) [24].

Le paludisme est très largement répandu dans toute l'Afrique subsaharienne, où coexistent *P. falciparum* (nettement prédominant), *P. ovale* et, de manière sporadique, *P. malariae*. *Plasmodium vivax* peut être retrouvé en Afrique de l'Est. Il existe une transmission faible et intermittente en Afrique du Nord (Algérie), essentiellement due à *P. vivax*, ainsi qu'au Cap-Vert et à l'île Maurice [24].

Au Mali, cinq faciès épidémiologiques de transmission du paludisme sont décrits sur le territoire national :

- Une zone soudano guinéenne à transmission saisonnière longue ≥ 6 mois. Dans cette zone, le paludisme est holo-endémique et l'indice plasmodique (IP) chez les enfants est $\geq 80\%$. L'état de prémunition est acquis vers l'âge de 5-6 ans ;
- Une zone sahélienne à transmission saisonnière courte ≤ 3 mois. Dans cette zone, le paludisme est hyper-endémique et l'IP se situe entre 50-70%. L'état de prémunition est rarement atteint avant l'âge de 9-10 ans ;
- Une zone de transmission sporadique voire épidémique correspondant aux régions du Nord et à certaines localités des régions de Koulikoro et de Kayes (Nara, Nioro, Diéma,

Yélimané, Kayes). L'IP est en dessous de 5%. Tous les groupes d'âge sont à risque de paludisme grave.

- Des zones de transmission bi ou plurimodales comprenant le delta intérieur du fleuve Niger et les zones de barrage et de riziculture : Niono, Sélingué, Manantali et Markala. Le paludisme est méso-endémique et l'IP se situe entre 40-50%. L'anémie reste un phénotype clinique important ;
- Des zones peu propices à l'impaludation particulièrement dans les milieux urbains comme Bamako et Mopti où le paludisme est hypo endémique. L'IP est $\leq 10\%$ et les adultes peuvent faire des formes graves et compliquées de paludisme. La transmission se fait essentiellement en saison de pluie. Cette transmission continue même en saison sèche pour les zones irriguées [25–27].

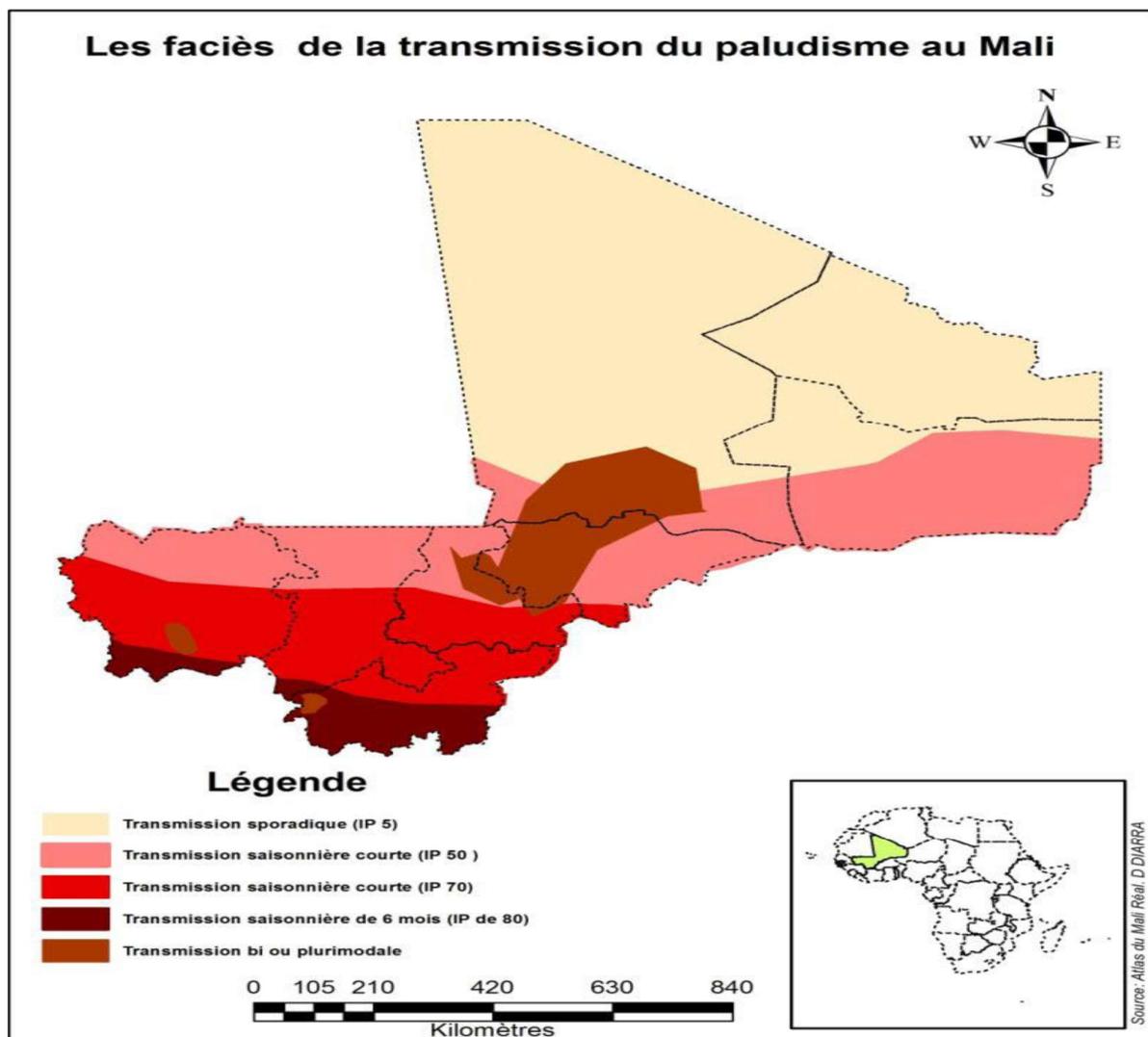


Figure 1: Strates épidémiologiques selon le nombre de mois de transmission [26].

3.1.3. Agents pathogènes :

Selon Doumbo et al 1992, les espèces plasmodiales les plus rencontrées sont :

- ✓ *Plasmodium falciparum* (85 à 90% des cas d'infections) est responsable des formes létales, graves et compliquées du paludisme au Mali ;
- ✓ *Plasmodium malariae* (10 à 14%) ;
- ✓ *Plasmodium ovale*, contribue pour 1% de la formule parasitaire.

En 2011, une étude récente par le MRTC a confirmé la présence de *Plasmodium vivax* dans les régions du nord (Gao, Tombouctou et Kidal) [26].

3.1.4. Vecteurs :

Le paludisme est transmis à l'homme par la piqûre d'un moustique culicidé du genre *Anophèles* au moment de son repas sanguin. Seule la femelle, hématophage, transmet la maladie. Elle pique à partir du coucher du soleil avec un maximum d'activité entre 23 heures et 6 heures. Cela explique que l'utilisation des moustiquaires est le moyen de prévention le plus efficace [22]. Il existe environ 500 espèces d'anophèles, dont une cinquantaine sont capables de transmettre le paludisme à l'homme. Dans la pratique, 20 espèces assurent l'essentiel de la transmission dans le monde [28]. Les principaux vecteurs du paludisme au Mali sont les complexes *Anophèles gambiae* et *Anophèle funestus* [26].

3.1.5. Cycle biologique :

Le cycle se déroule successivement chez l'homme (phase asexuée chez l'hôte intermédiaire) et chez l'anophèle (phase sexuée chez l'hôte définitif) [29].

✓ Chez l'Homme :

• Schizogonie pré-érythrocytaire

Les sporozoïtes inoculés par l'anophèle femelle lors de son repas sanguin restent pendant une trentaine de minutes maximum dans la peau, la lymphe et le sang. Beaucoup sont détruits par les macrophages mais certains parviennent à gagner les hépatocytes. Ils se transforment en schizontes pré-érythrocytaires ou « corps bleus » (formes multi nucléés) qui, après 7 à 15 jours de maturation, éclatent et libèrent des milliers de mérozoïtes dans le sang (10000 à 30000 mérozoïtes en fonctions des espèces). La schizogonie hépatique est unique dans le cycle, la cellule hépatique ne pouvant être infectée que par des sporozoïtes [30].

- **Schizogonie érythrocytaire**

Très rapidement les mérozoïtes pénètrent dans les globules rouges. La pénétration du mérozoïte dans l'érythrocyte et sa maturation en trophozoïte puis en schizonte prend 24, 48 ou 72 heures (en fonction de l'espèce) et conduit à la destruction du globule rouge hôte et à la libération de 8 à 32 nouveaux mérozoïtes. Ces mérozoïtes pénètrent dans de nouveaux globules rouges et débutent un nouveau cycle de réplication. Cette partie du cycle correspond à la phase clinique : la parasitémie s'élève, le sujet devient fébrile, c'est l'accès palustre. En l'absence de traitement, tous les schizontes érythrocytaires arrivent à maturation au même rythme (on dit qu'ils deviennent synchrones), tous les schizontes érythrocytaires arrivent à maturation au même moment, entraînant la destruction d'un grand nombre de globules rouges de manière périodique, toutes les 24 heures (pour *P.knowlesi*), 48 heures (fièvre tierce de *P.falciparum*, *P.vivax* ou *P.ovale*) ou toutes les 72 heures (fièvre quarte de *P.malariae*). En pratique on observe que la fièvre tierce due à *P.falciparum* est rarement synchrones. Après un certain nombre de cycles érythrocytaires, certains mérozoïtes subissent une maturation d'une dizaine de jours, accompagnée d'une différenciation sexuée : ils se transforment en gamétocytes à potentiel mâle ou femelle, qui vont rester en circulation dans le sang pendant 10 à 15 jours [22].

✓ **Chez l'anophèle :**

Les gamétocytes, ingérés par le moustique lors d'un repas sanguin sur un sujet infecté, se transforment en gamètes mâles et femelles qui fusionnent en un œuf libre, mobile appelé ookinète. Cet ookinète quitte la lumière du tube digestif, se fixe ensuite à la paroi externe de l'estomac et se transforme en oocyste. Les cellules parasitaires se multiplient à l'intérieur de cet oocyste, produisant des centaines de sporozoïtes qui migrent ensuite vers les glandes salivaires du moustique. Ces sporozoïtes sont les formes infectieuses prêtes à être inoculées avec la salive du moustique, lors d'un repas sanguin sur un hôte vertébré. La durée du développement sporogonique des plasmodiums varie en fonction des conditions climatiques : entre 9 et 20 jours pour *P.falciparum* (entre, respectivement, 30°C et 20°C), un peu plus rapide pour *P.vivax* à températures équivalentes, plus long pour *P.malariae* [31].

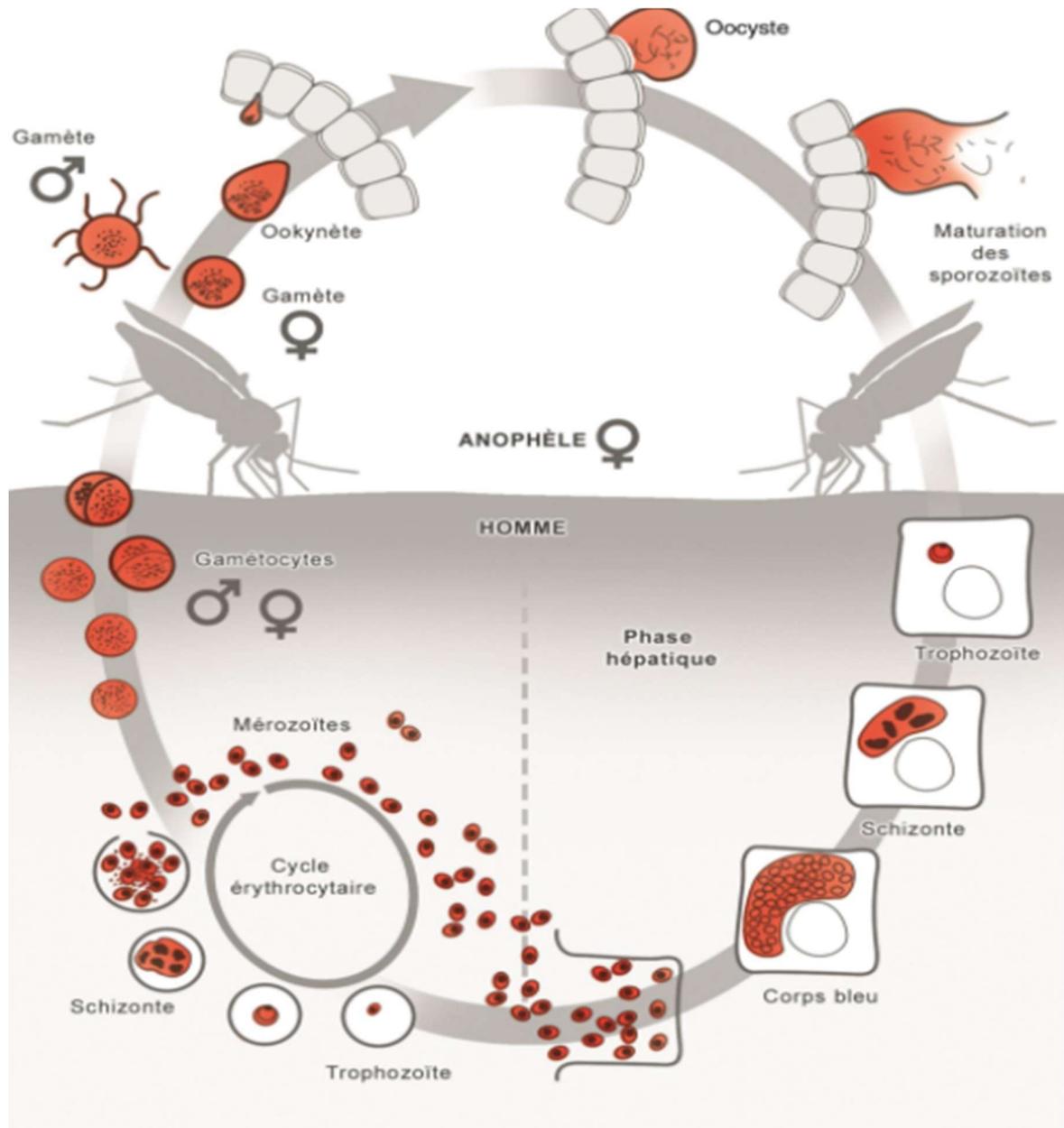


Figure 2 :Cycle biologique du paludisme [29].

3.1.6. Physiopathologie du paludisme :

3.1.6.1. Accès palustre simple :

Lors de l'éclatement des hématies parasitées, les pigments malariques appelés hémozoïnes sont libérés, ils agissent sur le centre bulbaire de la thermorégulation provoquant ainsi la fièvre quand la parasitémie atteint un certain seuil. Lorsque chez le malade les cycles endo érythrocytaires de plasmodium se synchronisent progressivement, la libération des pigments malariques est régulièrement répétée, ce phénomène confère ainsi à l'accès palustre sa

périodicité. L'hépatomégalie et la splénomégalie surviennent à la suite d'une hyperactivité du système monocyte, macrophage chargé de débarrasser l'organisme aussi bien des pigments malariques que des débris érythrocytaires. L'hémolyse de ces érythrocytes parasités est l'une des causes de l'anémie palustre [18].

3.1.7. Immunité antipaludique :

3.1.7.1. Immunité naturelle :

Bien qu'imparfaitement connus, des facteurs génétiques conférant à certains sujets une immunité naturelle, au moins partielle, existent très probablement. On évoque :

- Des facteurs érythrocytaires : trait drépanocytaire (sujet hétérozygote AS), déficit en G6PD, groupe sanguin Duffy négatif ;
- Des facteurs non érythrocytaires : groupe HLA, polymorphisme de la réponse immune, facteurs ethnique [29].

3.1.7.2. Immunité acquise :

L'immunité acquise joue incontestablement un rôle essentiel dans le paludisme. Cette immunité s'acquiert progressivement, lentement, en situation d'exposition continue. Cette immunité n'est pas stérilisante : elle n'empêche pas d'être de nouveau contaminé et ne permet pas de se débarrasser totalement du parasite. En revanche, elle empêche progressivement la survenue de formes cliniques graves. En raison des caractéristiques de cette protection, on utilise plus volontiers le terme d'état de prémunition ou de semi-immunité plutôt que d'immunité [29]. La prémunition est entretenue par les stimulations antigéniques dues aux piqûres infectantes que subit le sujet. Si le sujet est retiré de la zone d'endémie, il perd sa prémunition au bout d'un certain temps, et au moins partiellement [32].

3.1.8. Formes cliniques :

3.1.8.1. Accès palustre simple :

Accès de primo-invasion chez les sujets non immuns : le délai après la piqûre infectante est variable : classiquement de 11 jours (entre 7 et 14 jours) en fait peut être long chez le sujet sous chimioprophylaxie inadéquate (parfois supérieur à un an). Les signes cliniques les plus courants sont : fièvre > 39 °C, frissons, sueurs, céphalées, myalgies, malaise général, anorexie.

Chez les sujets immuns, le portage asymptomatique est fréquent dans les zones où la transmission est pérenne [33].

3.1.8.2. Accès palustre à fièvre périodique :

Il correspond à la description de la triade classique de l'accès palustre : « frissons, chaleur, sueurs » survenant tous les 2 jours (fièvre tierce pour *P. vivax* ou *ovale*) ou tous les 3 jours (fièvre quarte pour *P. malariae*). Il fait suite à un accès de primo-invasion non traité mais peut survenir longtemps après l'épisode fébrile initial : reviviscences précoces ou tardives (jusqu'à 2-5 ans pour *P. vivax* et *P. ovale* et jusqu'à 20 ans pour *P. malariae* après le retour de la zone d'endémie). Il n'existe pas de reviviscence pour les *P. falciparum* et *knowlesi* [34].

3.1.8.3. Le paludisme grave :

Le paludisme à *P. falciparum* du sujet non immun (jeune enfant en zone d'endémie, femme enceinte, expatrié, voyageur) est potentiellement mortel. Il est donc absolument fondamental de connaître les critères de gravité du paludisme à *P. falciparum* pour identifier les patients qui justifient d'une hospitalisation en urgence, si nécessaire dans une unité de soins intensifs. Un paludisme grave peut donc prendre différentes formes cliniques dont la plus importante est l'atteinte cérébrale. On regroupe sous le terme de neuropaludisme (accès pernicieux ou « cérébral malaria » chez les anglo-saxons) toutes les manifestations neurologiques conséquence de l'atteinte cérébrale au cours de l'accès palustre : troubles de la conscience, prostration et convulsions. Le début peut être progressif ou brutal. L'accès pernicieux à début progressif est marqué par l'installation d'une fièvre irrégulière, d'un syndrome algique diffus, associé à des troubles digestifs. L'examen clinique peut déjà révéler une composante neurologique faisant évoquer l'évolution vers un paludisme grave [22,29].

Le neuropaludisme à début brutal se traduit par une triade symptomatique (fièvre, coma, convulsions) à laquelle s'ajoute fréquemment une détresse respiratoire. A la phase d'état la fièvre est le plus souvent très élevée et le tableau neurologique se complète pouvant associer des Troubles de la conscience (allant de la simple obnubilation au coma profond), Convulsions, Troubles du tonus [22,29].

3.1.8.4. Autres formes cliniques :

Plusieurs formes cliniques ont été également décrites par divers auteurs : paludisme de la femme enceinte, paludisme viscéral évolutif, paludisme transfusionnel, le paludisme d'importation, fièvre bilieuse hémoglobinurique [42, 36, 40].

3.1.9. Critères de gravité définis par l'OMS :

L'OMS a défini des critères de gravité du paludisme. La présence d'un seul de ces critères, clinique ou biologique, associé à la présence de *P.falciparum* dans le sang, fait porter le diagnostic d'accès palustre grave. Mais il est important de noter que ces critères, élaborés en zone d'endémie, n'ont pas été validés sur une population non-immune et notamment pas chez les enfants voyageurs [22].

Tableau I: Critères de gravité du paludisme

Critères	Valeurs
Trouble de la conscience	Glasgow \leq 9 chez l'adulte Blantyre \leq 2 chez le petit enfant
Convulsions répétées	\geq 2 / 24 heures
Prostration	Clinique (extrême faiblesse)
Détresse respiratoire	SPO2 < 90% à l'air ambiant ou FR > 32 cycles par mn
Ictère	Bilirubine > 50 μ mol/l
Hémoglobinurie macroscopique	Clinique (couleur des urines rouge foncé ou noire)
Collapsus circulatoire	TAS < 80 mm Hg chez l'adulte TAS < 50 mm Hg chez l'enfant
Anémie grave	Adulte Hb < 7 g/dl ou Hte < 20% Enfant Hb < 5 g/dl ou Hte < 15 %
Œdème pulmonaire	Radiologique
Hypoglycémie	Glycémie < 2,2 mmol/l
Acidose métabolique	Ph < 7,35 ou bicarbonates < 15 mmol/l
Hyperlactatémie	Lactates plasmatiques > 5 mmol/l
Hyperparasitémie	> 4 % chez un sujet non immun
Insuffisance rénale	Créatinémie > 265 μ mmol/l après réhydratation ou diurèse < 400 ml/ 24h chez l'adulte

3.1.10. Diagnostic du paludisme :

L'OMS recommande que dans tous les cas présumés de paludisme soit confirmé par un diagnostic basé sur la recherche des plasmodiums par microscopie ou test de diagnostic rapide (TDR) avant d'administrer un traitement [33].

3.1.10.1. Diagnostic :

✓ Goutte épaisse :

Cette technique, très ancienne, réalise une micro-concentration et reste la méthode de référence. C'est une excellente technique mais de réalisation un peu délicate et qui nécessite une bonne expérience pour la lecture ; en outre, le diagnostic d'espèces n'est pas toujours possible. Le nombre de parasites pour 200, 500 ou 1 000 leucocytes peut être compté. [29].

✓ Frottis mince :

La lame est colorée selon la méthode de May-Grünwald-Giemsa ou de 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. En revanche, la quantité de sang examinée est plus faible que sur une goutte épaisse et cette méthode peut être mise en défaut en cas de parasitémie faible, une sensibilité théorique dix à vingt fois moindre qu'avec la goutte épaisse. La parasitémie en pourcentage d'hématies parasitées doit être mesurée [24].

❖ Autres techniques :

Pour pallier les difficultés de lecture de la goutte épaisse et faciliter le diagnostic biologique du paludisme, d'autres techniques ont été développées.

✓ Tests de diagnostic rapide immunochromatographiques (TDR) :

Ces tests sont basés sur la détection d'histidine riche protéine 2 (HRP-2), du parasite lactate déshydrogénase et de l'aldolase. Ces tests ont une sensibilité entre 88 et 99% pour le *plasmodium falciparum* mais ont une mauvaise sensibilité pour les autres plasmodiums particulièrement le *plasmodium ovale* et le *plasmodium malariae*. Ils doivent toujours être confirmés par un frottis sanguin et une goutte épaisse. Il persiste particulièrement pour ceux qui utilisent l'histidine riche protéine 2 plus de 43 jours après le traitement [36]. Ils sont réalisés avec une goutte de sang déposée sur une bandelette et ne nécessitent aucun appareillage [37].

La positivité de cette recherche nécessite plus de 100 parasites par μl voire 300 parasites par μl de sang. Des faux-positifs ont été décrits en présence de facteurs rhumatoïdes. Des faux-négatifs pourraient être dus à des mutations du gène codant pour l'HRP2 ou à la présence d'anticorps anti-HRP2 [38].

Ils ne peuvent pas déterminer la quantité de parasites du paludisme présents dans le sang [39].

✓ **Quantitative Buffy Coat (QBC) :**

Le test de paludisme QBC est un test de diagnostic du paludisme basé sur la microscopie à fluorescence adopté par les utilisateurs du monde entier. Plus sensible que les gouttes épaisses il peut détecter aussi peu qu'un parasite par μL de sang et établir un diagnostic plus tôt que la goutte épaisse dans 47 % des cas de faible parasitémie (<10 parasites par μL) [40].

Le QBC Malaria test est d'apprentissage facile et de réalisation rapide ; il constitue actuellement le meilleur test de dépistage pour des biologistes non spécialisés et pour les structures traitant un grand nombre de recherches de Plasmodium. Malheureusement, son emploi nécessite un matériel et des réactifs coûteux ce qui limite son utilisation. Il ne permet pas non plus le diagnostic d'espèce et le calcul de la parasitémie [37].

✓ **Biologie moléculaire :**

Les techniques de biologie moléculaire (BM) sont les méthodes les plus sensibles et les plus spécifiques pour le diagnostic. Cependant, elles nécessitent une expertise et un appareillage particuliers. L'objectif est de détecter toutes les espèces plasmodiales par amplification de l'ADN par une réaction enzymatique. La technique de BM permet de poser le diagnostic de certitude notamment pour de très faibles parasitémies sous microscopiques de l'ordre de 1 à 5 parasites/microlitre de sang. Elle est très adaptée aux zones de pré-élimination où les parasitémies deviennent très faibles à rares [41].

En dépit de ses avantages, la biologie moléculaire ne peut remplacer les méthodes classiques de diagnostic du paludisme dans la pratique courante en raison du temps de réalisation relativement long, non compatible avec l'urgence du diagnostic du paludisme. Ses exigences en matériel et son coût font qu'elle soit encore réservée aux laboratoires spécialisés [37].

3.1.11. Traitement :

3.1.11.1. Traitement préventif :

✓ **Lutte anti vectorielle :**

- Les moustiquaires imprégnées d'insecticides,
- Les protections au niveau des maisons : grillages de fenêtres, rideaux imprégnés et autres fermetures des points d'entrée, ventilateurs, etc.,
- L'utilisation de répulsifs (en application cutanée et vêtements imprégnés),
- L'utilisation des serpentins, plaquettes, etc.,
- Les modifications de l'environnement pour réduire/éliminer les gîtes larvaires favorables,
- La lutte anti larvaire avec des larvicides chimiques ou des biopesticides,
- La lutte biologique contre les stades pré imaginaires,
- Les pulvérisations intra domiciliaires (pariétales) et extra domiciliaires (spatiales) [21].

✓ **Chimio prévention du paludisme saisonnier (CPS) :**

La CPS est recommandée dans les zones de forte transmission saisonnière dans toute la sous-région du Sahel. Un cycle de traitement complet par de la sulfadoxine pyriméthamine (SP) et de l'amodiaquine (AQ) doit être administré à des enfants âgés de 3 à 59 mois à intervalles d'un mois, à partir du début de la saison de transmission, jusqu'à un maximum de quatre cycles pendant la saison de haute transmission du paludisme (à condition que les deux médicaments conservent une efficacité antipaludique suffisante) [42].

✓ **Traitement Préventif Intermittent (TPI) des femmes enceintes des pays en développement :**

Le traitement préventif intermittent pendant la grossesse (TPIp) consiste dans l'administration intermittente et systématique d'antipaludiques : sulfadoxine-pyriméthamine (SP) chez les femmes enceintes à titre prophylactique. La chimioprophylaxie est recommandée par l'OMS pendant la grossesse, associée aux moustiquaires imprégnées, dans les zones de haute transmission d'endémie palustre. En 2012 l'OMS a recommandé une dose de SP à chaque consultation prénatale programmée à partir du deuxième trimestre de la grossesse, avec l'intervalle d'au moins un mois entre les doses successives [43].

✓ **Vaccination :**

Depuis octobre 2021, l'OMS recommande aussi une large utilisation du vaccin antipaludique RTS, S/AS01 chez l'enfant dans les zones à transmission modérée à forte du paludisme à *P. falciparum*. Il est démontré que le vaccin réduit considérablement la morbidité et la mortalité palustres chez le jeune enfant [2]. Il doit être administré selon un schéma à 4 ou 5 doses aux enfants à partir de l'âge de 5 mois pour réduire l'incidence du paludisme et la charge de morbidité associée [45].

3.1.11.2. Traitement curatif :

✓ Traitement du paludisme simple :

L'OMS recommande des combinaisons thérapeutiques à base d'artémisinine (CTA). Ces combinaisons thérapeutiques consistent à administrer simultanément au moins deux schizontocides sanguins ayant des mécanismes d'action différents, c'est-à-dire agissant sur des cibles indépendantes dans le parasite [46].

Il s'agit de combinaisons dans lesquelles l'un des médicaments est l'artémisinine ou l'un de ses dérivés (artésunate, artéméther, dihydroartémisinine). Les artémisinines entraînent une clairance parasitaire rapide et la prompt disparition des symptômes. Comme l'artémisinine et ses dérivés sont rapidement éliminés, un traitement de 7 jours est nécessaire lorsqu'ils sont administrés seuls ou en association avec des produits dont l'élimination est également rapide (tétracyclines, clindamycine). La durée de ce traitement peut être réduite si l'on associe les artémisinines à des antipaludiques à élimination lente.

✓ Paludisme grave :

Le principal objectif du traitement est d'éviter le décès du patient ; les objectifs secondaires sont la prévention d'une recrudescence, de la transmission ou de l'émergence d'une résistance, ainsi que la prévention des séquelles neurologiques. Les médicaments antipaludiques recommandés par l'OMS pour le traitement du paludisme grave :

- Chez l'adulte, l'artésunate à raison de 2,4 mg/kg de poids corporel en intraveineuse ou en intramusculaire, administré dès l'admission (temps zéro), puis au bout de 12 et 24 heures et ensuite une fois par jour, constitue le traitement recommandé [47,48].
- Pour les enfants de moins de 20kg : artésunate 3mg/kg de poids corporel conformément aux temps indiqués précédemment.

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati

L'artéméther ou la quinine sont des options acceptables si l'on ne dispose pas d'artésunate parentérale : artéméther à raison de 3,2 mg/kg de poids corporel en intramusculaire dès l'admission, puis de 1,6 mg/kg de poids corporel par jour ; pour la quinine : 20 mg de sels par kg de poids corporel dès l'admission (en perfusion intraveineuse ou répartie en plusieurs injections intramusculaires), puis à raison de 10 mg/kg de poids corporel toutes les 8 heures ; le débit de la perfusion ne doit pas dépasser 5 mg de sels par kg de poids corporel et par heure [36,49,50].

3.2. Etat nutritionnel et malnutrition :

3.2.1. Définitions :

L'état nutritionnel d'un individu est son état physiologique qui résulte de la relation entre la consommation alimentaire (en macro et micro nutriments) et les besoins, ainsi que de la capacité du corps à absorber et utiliser les nutriments [51].

Les nutriments : sont des éléments et composants organiques ou non-organiques qui constituent l'alimentation et qui peuvent être utilisés par l'organisme sans subir de transformations digestives pour être assimilés par les cellules. Il existe les macronutriments (les protéines, les glucides et les lipides) nécessaires pour le corps en grande quantité et disponibles pour être utilisés en énergie mais aussi des micronutriments (les vitamines et les minéraux essentiels) nécessaires pour le corps en de minuscules quantités tout au long de son cycle de vie [52].

La malnutrition se définit selon l'OMS par les carences, les excès ou les déséquilibres dans l'apport énergétique et/ou nutritionnel d'une personne [53].

3.2.2. Epidémiologie de la malnutrition :

On estime que 9,9 pour cent environ de la population était en situation de sous-alimentation en 2020, contre 8,4 pour cent en 2019. Plus de la moitié du nombre total de personnes sous-alimentées se trouve en Asie (418 millions de personnes) ; plus d'un tiers (282 millions) en Afrique ; et une proportion plus faible (60 millions) en Amérique latine et dans les Caraïbes. Toutefois, c'est l'Afrique qui a connu la plus forte poussée de la faim, avec une prévalence de la sous-alimentation estimée à 21 pour cent de la population, une proportion qui est plus du double de celle de toutes les autres régions [54]. Le nombre de Maliens souffrant de la faim a presque triplé en un an, principalement dans les régions de Ségou, Mopti et Tombouctou ayant plongé un nombre record de 1,2 million de personnes dans une crise alimentaire en 2021 [55].

3.2.3. Physiopathologie de la malnutrition :

C'est le cercle vicieux du risque nutritionnel qui associe :

- ✓ Une redistribution de la masse corporelle : la malnutrition entraîne un déficit des masses musculaires et graisseuses, une augmentation de l'eau totale et du capital sodé, une diminution du capital potassique,

- ✓ Une diminution du renouvellement de la synthèse des protéines, ce qui représente une épargne de la dépense d'énergie, mais qui entraîne trois conséquences nocives : une diminution de la synthèse de l'albumine (hypo albuminémie), une diminution de la synthèse enzymatique (malabsorption intestinale, diarrhée chronique), une diminution du potentiel immunitaire (infections) [56].

Les tissus liés au système immunitaire tels que le thymus ou les tissus lymphoïdes sont plus sensibles au déficit nutritionnel aussi bien que d'autres organes de notre corps. En cas de malnutrition en protéines, des modifications histomorphologiques apparaissent dans le thymus, telles sa réduction en taille et en poids, et son appauvrissement en lymphocytes et corpuscules cortico-médullaires. Une dégénérescence similaire se constate dans le système lymphoïde de la rate et des ganglions, les amygdales perdent aussi de leur volume. Les modifications décrites ci-dessus entraînent une diminution de la capacité et par là une sensibilité accrue aux maladies infectieuses [57]. Un cercle vicieux fait des épisodes de diarrhées et des infections entérales contribuant à une dénutrition qui fait baisser les défenses immunitaires et accroître la sensibilité aux infections et une baisse de l'activité physique.

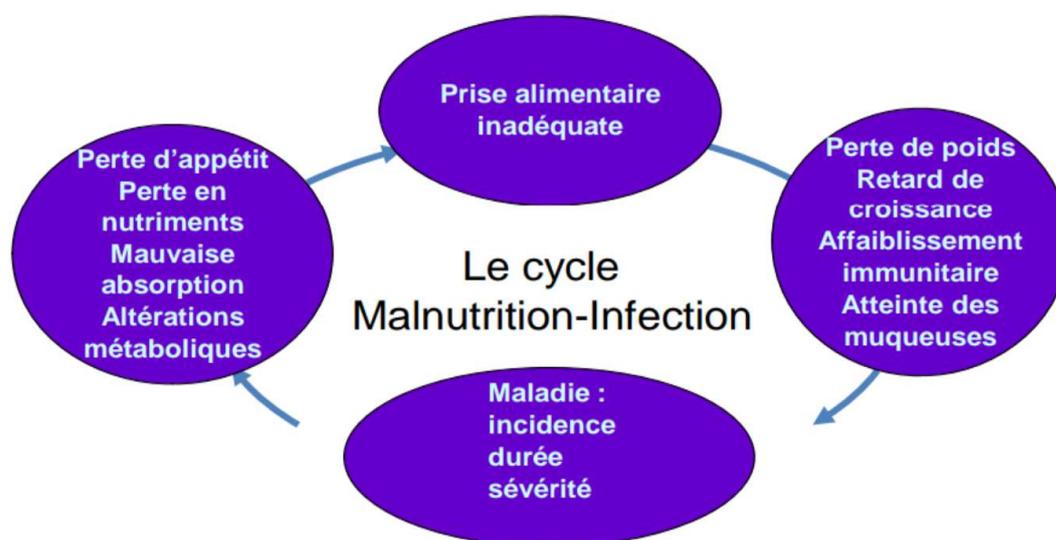


Figure 3: cercle vicieux de la dénutrition [58].

3.2.4. Les différentes formes de malnutrition :

Il existe trois formes de malnutrition : la malnutrition aiguë et la malnutrition chronique et l'insuffisance pondérale

3.2.4.1. La malnutrition aigüe ou Emaciation :

Un faible rapport poids/taille. Il est souvent le signe d'une perte de poids récente et grave due au fait qu'une personne n'a pas ingéré assez d'aliments et/ou qu'elle a été atteinte d'une maladie infectieuse, par exemple la diarrhée, qui lui a fait perdre du poids [53] .

Elle peut être modérée ou sévère ; les deux cas sévères de malnutrition aiguë sont :

- Le marasme est la forme la plus commune de malnutrition grave. Il résulte globalement d'un apport insuffisant en calories et en protéines.
- La kwashiorkor est moins fréquente et s'observe surtout chez les jeunes enfants dont l'alimentation est particulièrement déficiente en protéines.
- Il est fréquent de rencontrer des cas qui présentent des caractéristiques intermédiaires ou qui sont souvent difficiles à classer dans l'une ou l'autre catégorie. Ils sont qualifiés de kwashiorkor avec marasme. Ceci ne doit pas troubler outre mesure car le traitement est le même et chaque malade doit être soigné en tant qu'individu selon les signes cliniques qu'il présente [59].

Tableau II : Rappels symptomatiques du Kwashiorkor et du Marasme [60].

Kwashiorkor	Marasme
Œdèmes à divers endroits du corps	Envie permanente de manger
Décoloration et dépigmentation de la peau et des cheveux	Fonte musculaire extrême survenant après la fonte adipeuse (peau sur les os)
Visage bouffi	Absence d'œdèmes et de signes cutanés
Peau craquelée	Grande vivacité
Anorexie (n'a pas envie de manger)	
Apathie (ne réagit pas à ce qui se autour de lui)	

3.2.4.2. La malnutrition chronique ou Retard de croissance :

Le retard de croissance est un faible rapport taille/âge. Il résulte d'une sous nutrition chronique ou récurrente à laquelle sont habituellement associés plusieurs facteurs : des conditions socioéconomiques défavorisées, un mauvais état de santé et une mauvaise nutrition de la mère, des maladies fréquentes, et/ou une alimentation et des soins non adaptés du nourrisson et du

jeune enfant [53]. Le retard de croissance est caractérisé par des enfants rabougris (trop petit pour leur âge. Il apparaît au-delà de 24 mois et est irréversible [61].

3.2.4.3. L'insuffisance pondérale :

La malnutrition globale ou l'insuffisance pondérale est mesurée par l'indice poids/âge. Elle est caractérisée par un faible poids chez l'enfant par rapport à son âge et est utilisée en consultation pour le suivi individuel de l'enfant [61].

3.2.4.4. Le surpoids et l'obésité :

Une personne est en surpoids et/ou obèse lorsque son poids est trop élevé par rapport à sa taille. Une accumulation anormale ou excessive de graisse peut entraîner des conséquences néfastes pour la santé. Ils découlent d'un déséquilibre entre l'énergie consommée (excès) et l'énergie dépensée (déficit) [53].

3.2.5. Les causes de la malnutrition :

Il existe de nombreuses causes possibles à la sous nutrition dont beaucoup ont un impact à la fois sur la sous nutrition aigue et chronique. Ces causes sont en général analysées à trois niveaux : immédiat, sous-jacent et fondamental.

Les causes immédiates : concernent l'apport alimentaire insuffisant et la présence de maladies.

Les causes sous-jacentes : elles comprennent trois catégories l'insécurité alimentaire des ménages (manque d'accès à de l'alimentation saine et adaptée tout au long de l'année), les soins pour les enfants et les femmes inadéquates (nutrition maternelle, soins infantiles et maternels, habitudes alimentaires) l'environnement malsain et manque des services de santé (quantité et qualité de l'eau, hygiène et assainissement, accès et utilisation limite des services de santé).

Les causes fondamentales : comprennent une variété de facteurs qui oppèrent aux niveaux provincial, national et international depuis la disponibilité des ressources naturelles jusqu'aux environnements socio-économiques et aux contextes politiques [62].

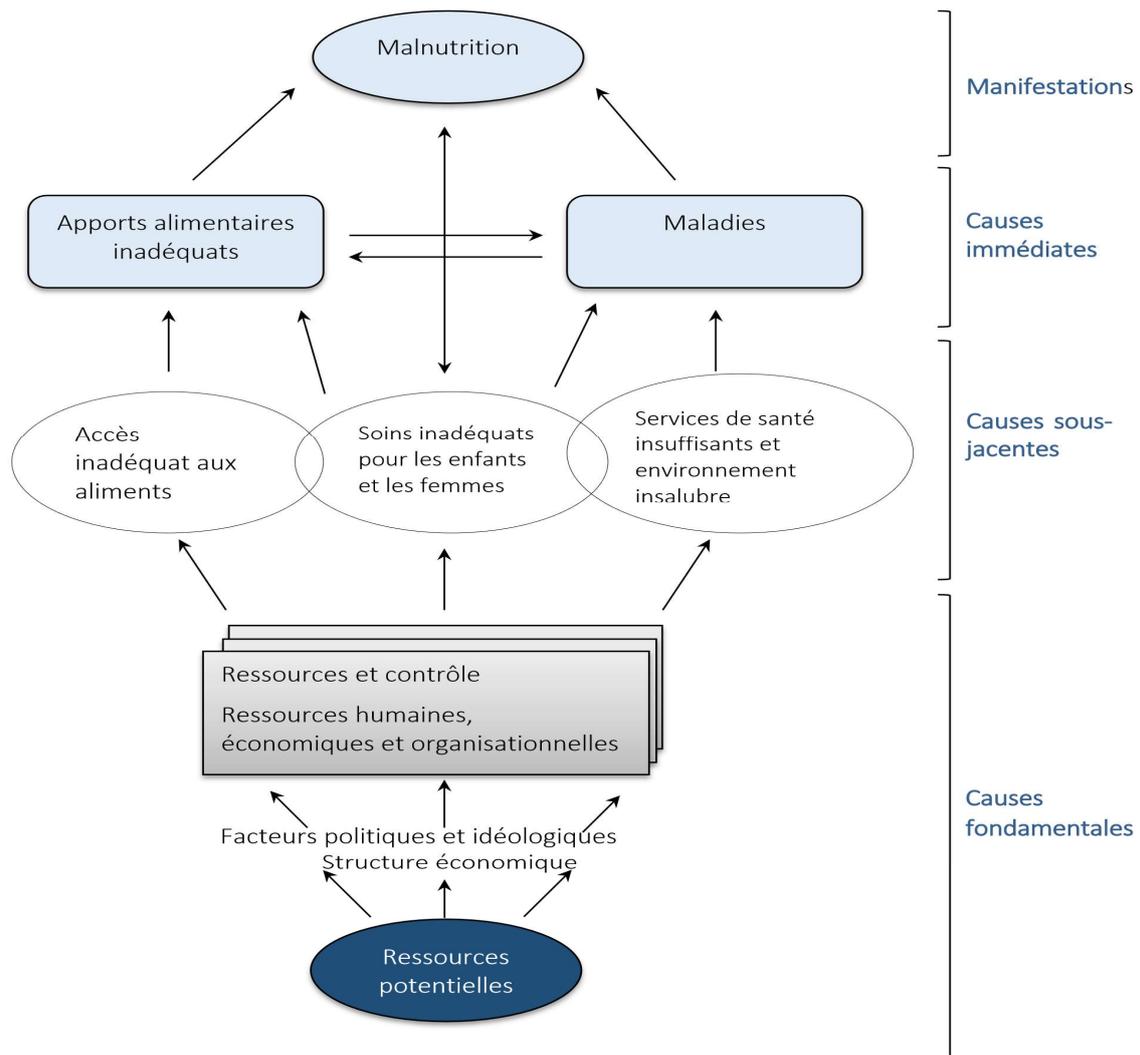


Figure 4 : Causes de la malnutrition adaptée de l'UNICEF [59]

3.2.6. Indices anthropométriques :

3.2.6.1. Indice poids pour taille (P/T) :

Le P/T est l'indice d'évaluation nutritionnelle le plus couramment utilisé dans les centres de santé. Il est un indicateur de malnutrition aiguë qui permet de déceler un enfant trop maigre par rapport à sa taille. Il reflète les pertes ou gain de poids récents = Amaigrissement ou Emaciation "WASTING. L'indice P/T doit être interprété à l'aide de la table unisexe Poids/Taille selon le Z-score. Il est mesuré chez les enfants de 6 à 59 mois [59].

Selon la classification de l'OMS 1995, un taux de prévalence de l'émaciation compris entre, 5 et 9 est jugé moyen mais constituant déjà un problème de santé publique, élevé entre 10 et 14 et très élevé s'il est ≥ 15 [10].

3.2.6.2. Indice taille pour âge (T/A) :

Le T/A permet d'apprécier le retard de croissance "STUNTING". Il est l'indice d'évaluation de la malnutrition chronique. Il est également mesuré chez les enfants de 6 à 59 mois [59]. Selon la classification de l'OMS 1995, un taux de prévalence de retard de croissance inférieur à 20 est jugé faible, moyen entre 20 et 29, élevé entre 30 et 39 et en fin très élevé s'il est ≥ 40 [10].

3.2.6.3. Indice poids pour âge (P/A) :

Cet indice est peu précis, mais il est sensible et prend toute sa valeur quand il est représenté sur une courbe de poids documentée régulièrement. Il est un indicateur de l'insuffisance pondérale traduisant à la fois la malnutrition aiguë et la malnutrition chronique. On parle de "dénutrition". L'indice P/A doit être interprété à l'aide de la courbe selon le sexe de l'enfant. Il est mesuré chez les enfants de 0 à 6 mois [59]. Selon la classification de l'OMS 1995 ; un taux de prévalence d'insuffisance pondérale <10 est faible, moyen entre 10 et 19, élevé entre 20 et 29 et très élevé s'il est ≥ 30 [10].

Tableau III : Valeurs limites utilisées pour définir les différents types de malnutrition [10].

Formes	Malnutrition aiguë Poids/Taille (P/T)	Malnutrition chronique Taille/Âge (T/A)	Insuffisance Pondérale Poids/Âge (P/A)
Globale	< -2 ET et/ou œdèmes	< -2 ET	< -2 ET
Modérée	< -2 ET ≥ -3 ET	< -2 ET et ≥ -3 ET	< -2 ET et ≥ -3 ET
Sévère	< -3 ET et/ou œdèmes	< -3 ET	< -3 ET

3.2.6.4. Périmètre brachial (PB) :

C'est l'indicateur le plus indiqué pour dépister la malnutrition aiguë au niveau communautaire. Chaque couleur de la bande de Shakir (instrument de mesure du PB) correspond à un état nutritionnel :

- Vert : enfant en bon état nutritionnel ou $PB \geq 125$ mm
- Jaune : enfant malnutri modéré ou $PB \geq 115$ et < 125 mm
- Rouge : enfant malnutri sévère ou $PB < 115$ mm [63].

3.2.6.5. Œdèmes nutritionnels :

Leurs caractéristiques sont : **SIMBA**

- Symétriques
- Indolores
- Mous
- Bilatéraux
- Ascendants

Tableau IV: Sévérité des œdèmes [64]

Œdèmes légers : 2 pieds	+
Œdèmes modérés : des 2 pieds et la partie inférieure des 2 jambes, ou les 2 mains et la partie inférieure des 2 avant-bras. Intermédiaire entre le degré d'œdèmes légers et sévères	++
Œdèmes sévères : généralisés soit incluant les 2 pieds, jambes, mains, bras et le visage	+++

3.2.7. Traitement de la malnutrition :

La prise en charge se fait selon le degré de sévérité et en fonction du type de la malnutrition. Il existe 3 unités de prise en charge qui sont :

- ✓ URENAM : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Ambulatoire Modérée pour la malnutrition aigüe modérée.
- ✓ URENAS : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Ambulatoire Sévère pour la malnutrition aigüe sévère sans complications médicales.
- ✓ URENI : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Intensive pour la malnutrition aigüe sévère avec complications médicales.

3.2.7.1. Prise en charge à l'URENAM :

Elle est assurée au niveau communautaire et au niveau des structures de santé par le personnel soignant. Les aliments de suppléments utilisés sont à base des farines industrielles

améliorées (super céréale plus), des farines locales enrichies (Misola) et des aliments supplémentaires prêts à l'emploi (PlumpySup). Le déparasitage avec l'Albendazole 200 mg chez les enfants de 1-2 ans et 400 mg chez les enfants de plus de 2 ans ; la supplémentation en fer –acide folique (100 mg de fer et 20 mg d'acide folique) par semaine chez les enfants de moins de 10 kg et (200 mg de fer et 40 mg d'acide folique) par semaine chez les enfants de plus de 10 kg ; la prévention de la carence en vitamine A par 100000 UI de vitamine A chez les enfants de 6 à 11 mois et 200000 UI chez les enfants de 12 à 59 mois [64,65].

3.2.7.2. Prise en charge à l'URENAS :

Elle est basée sur les ATPE, qui peuvent être conservés en toute sécurité pendant plusieurs jours après ouverture de l'emballage à condition d'être protégés des insectes et des rongeurs. La quantité d'ATPE à donner par jour et par semaine aux patients est en fonction du poids à ce que les enfants les plus gros consomment environ 170 kcal/kg/j et les plus maigres recevront plus par kilo de poids corporel jusqu'à 200 kcal/kg/j. Aucun autre nutriment ne doit être donné en même temps que les ATPE car contiennent déjà tous les nutriments requis pour traiter le patient malnutri. L'antibiothérapie systématique par de l'amoxicilline en raison de 50-100 mg /kg/j (deux fois par jour). Le traitement antipaludéen est systématique avec le COARTEM (Artéméther-luméfantrine) en fonction du poids. Le déparasitage avec l'Albendazole et la prévention de la carence en vitamine A. Administrer le vaccin contre la rougeole au cours de la 4ème visite pour tous les enfants âgés de plus de 9 mois et n'ayant pas de carte de vaccination ; donner une deuxième injection aux patients transférés de l'URENI ayant déjà reçu une première injection à URENI. Ne pas vacciner les patients admis directement à l'URENAS, il est fort peu probable qu'ils aient la rougeole et ne seront pas exposés aux infections nosocomiales [64].

3.2.7.3. Prise en charge à l'URENI :

Les principes de Prise En Charge (PEC) de la Malnutrition Aiguë Sévère (MAS), quel que soit le type de programme, comprend trois phases (Phase Aiguë ou Phase 1, Phase de Transition, Phase 2) :

- La Phase Aiguë ou Phase 1 :

Les patients anorexiques avec ou sans complications médicales majeures sont admis en structure hospitalière (URENI) durant la Phase Aiguë du traitement. Le produit thérapeutique utilisé durant cette phase (le F75), permet d'amorcer le rétablissement des fonctions

métaboliques et rétablir l'équilibre nutritionnel électrolytique. Un gain de poids rapide à ce stade est dangereux, c'est pourquoi le F75 est formulé de façon que les patients ne prennent pas de poids durant cette période.

- La Phase de Transition :

La Phase de Transition est introduite pour éviter au patient de prendre une trop grande quantité de nourriture brutalement, avant que ses fonctions physiologiques ne soient restaurées : en effet ceci peut être dangereux et conduire à un déséquilibre électrolytique et au « syndrome de ré nutrition ». Durant cette phase, les patients commencent à prendre du poids avec l'introduction du F100 ou d'ATPE. Ceci augmente de 30 % l'apport énergétique du patient et son gain de poids doit atteindre environ 6 g/kg/jour. La quantité énergétique et le gain de poids attendu sont moins élevés qu'en Phase de Réhabilitation (phase 2).

- Phase de 2 à URENAS (exceptionnellement à URENI) :

Dès que les patients ont un bon appétit et ne présentent plus de complications médicales majeures, ils reçoivent des ATPE et sont transférés vers l'URENAS. Ces produits sont faits pour favoriser un gain de poids rapide (à raison de 8 g/kg/jour et plus). Les tables par classe de poids peuvent être utilisées quel que soit le poids et l'âge des patients. Le traitement adjuvant continue avec COARTEM ou L'Artémether (si la GE positive), de l'Albendazole, du fer, de la vitamine A et du vaccin anti rougeoleux à partir de 9 mois pour tous les enfants SANS CARTE de vaccination rougeole à l'admission (une seconde dose de vaccin doit être faite à la 4^{ème} semaine en URENAS uniquement pour ces enfants qui ont été vaccinés à l'URENI) [59,64,66].

La relation entre le paludisme et l'état nutritionnel :

Ce sujet a fait l'objet de plusieurs études, même si l'impact du paludisme sur l'état nutritionnel n'est pas encore bien défini.

Certaines études ont rapportées une association entre l'état nutritionnel et l'impaludation [91,95]. D'autres auteurs ont plutôt eu une association protectrice [96] ; mais certains contredisent cette hypothèse [101]. Pour certains aucun lien [73,102]

Cette relation est controversée et complexe ; des associations synergiques entre la malnutrition et la morbidité et la mortalité dues au paludisme ont été suggérées, ainsi que le fait que la malnutrition protège contre l'infection alors que d'autres études n'ont trouvé aucune association [97].

4. Matériels et méthodes :

4.1. Cadre et site d'étude :

Situé à 46 km de Bamako dans le cercle de Kati, région de Koulikoro, le village de Kalifabougou nous a servi de cadre d'étude. Il est situé au nord-ouest de la ville de Bamako, dans une zone sahélienne avec une transmission saisonnière du paludisme. La population d'environ 4796 habitants est à majorité Bambara [67].

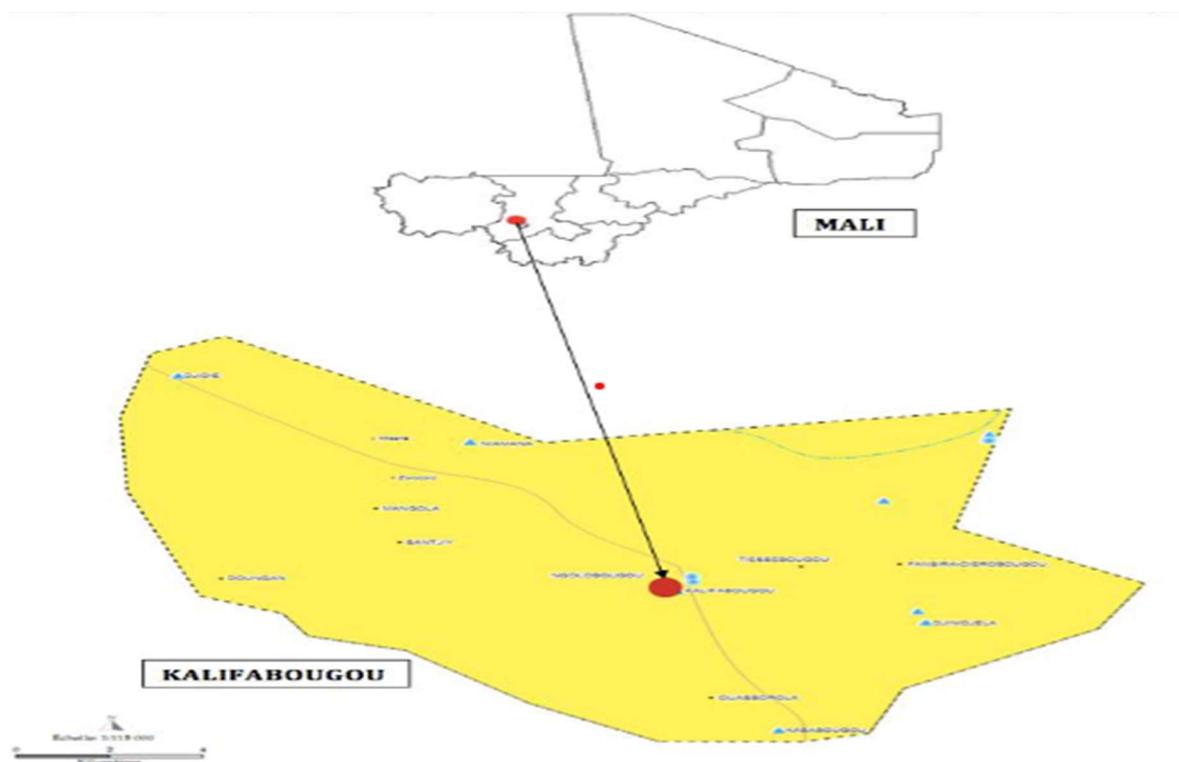


Figure 5 : Localisation géographique du site (source Programme de Développement Economique, Social et Culturel 2005-2009).

Ce village a été sélectionné comme site d'étude selon les critères suivants :

- Sa proximité par rapport au laboratoire du MRTC au Point G (< 60km) et son accessibilité géographique en toutes saisons ;
- L'intensité élevée de la transmission à *P. falciparum* ;
- Son isolement et la concentration des habitations (<2 km²)
- La stabilité relative de sa population ;
- Un degré d'exposition aux moustiques uniforme dans le village ;
- Source d'approvisionnement unique aux antipaludiques ;

- L'existence d'un centre de santé communautaire ayant une pharmacie ;
- Habitations et espaces similaires ;
- Absence d'études antérieures.

❖ **Historique du village de Kalifabougou :**

La commune rurale de Kalifabougou a pris le nom de son chef-lieu de commune. Le nom Kalifabougou vient du mot bambara « Kalifa » qui veut dire « confier », c'est-à-dire qu'il y a plusieurs centaines d'années que les familles Konaré et Diarra sont venues se confier aux esprits du site et s'y sont installés. On y rencontre d'autres noms de famille comme les Traoré, les Doumbia, les Coulibaly etc. L'ethnie prédominante est le Bambara qui cohabite avec les peulhs et les Sarakolés. Le village de Kalifabougou érigée en commune rurale par la loi n° 96-059 du 04 Novembre 1996 portant création des communes en République du Mali, appartient à l'arrondissement central du cercle de Kati.

❖ **Situation géographique :**

La commune de Kalifabougou est située au nord-ouest du cercle de Kati, à environ 35 km de la ville de Kati. Ces autres limites sont :

- A l'Est, la commune rurale de Yelekebougou ;
- Au Sud-est, la commune rurale de Kambila ;
- Au Sud, la commune rurale de Diago ;
- Au Sud-ouest, la commune rurale de Dio-gare ;
- A l'Ouest, la commune rurale de Bossofala ;
- Au Nord-ouest, la commune rurale de Tjiba ;
- Au Nord, la commune rurale de Diedougou.

❖ **Démographie :**

La commune rurale de Kalifabougou compte une population d'environ 18972 habitants en 2020, avec une densité de 47 habitants au km². La population est très jeune, dont plus de 45 % ont moins de 15 ans. Le taux de natalité est d'environ 53 pour 1000, le taux de mortalité est de 9,2% et le taux d'accroissement est d'environ 4,4%. La religion dominante est l'islam avec 95% de la population, que côtoient des chrétiens et des animistes qui représentent 5% [Mairie de Kalifabougou].

❖ **Ressources naturelles :**

- ✓ Sol : il a une superficie de 241,29 km² avec 8000 ha de terres cultivables, dont 4000 ha exploitées ;
- ✓ Eau : la commune compte quelques marigots et mares constituant des gîtes larvaires qui tarissent très tôt après l'hivernage ;
- ✓ Forêt et faune : la végétation est en perpétuelle dégradation suites aux coupes abusives et aux feux de brousse incontrôlés. Cependant, on y rencontre quelques arbres tels que : karité (*Butyrospermum parkii*), Néré (*Parkia biglobosa*), Zaban (*Saba senegalensis*), Pekou (*Lanea microcarpa*) ou le Raisin africain, Baobab (*adansonia digitata*), Caïlcédrat (*Khaya senegalensis*) etc. Les animaux sauvages se font très rares dans la zone, on y rencontre quelques lapins, pintades et perdrix etc....
- ✓ Carrière : la commune possède une carrière semi-industrielle dans le village de Kababougou qui est exploitée pour l'entretien de la piste principale Kati-Faladié (N'Tjiba) et pour les chantiers de Kati et Bamako.

❖ **Infrastructures et équipements :**

- Sanitaires : l'aire de santé de Kalifabougou comprend en plus du village lieu, les villages suivants distants de :
 - Djelibougou: 3 Km,
 - Djinidadjela: 4 Km,
 - Fansira – Djerobougou : 4 Km,
 - Tiessebourgou: 4 Km,
 - Wassorola: 4 Km,
 - Wessamabougou: 4 Km,
 - Banthy : 6 Km,
 - Mangola: 6 Km,
 - Mindjourou: 6 Km,
 - Niamana : 7 Km,
 - Kababougou: 8 Km,
 - Sananfalani: 10 Km,
 - Dougan: 11 Km,
 - Bassibougou- Sikoro: 15 Km,
- Un C.S.COM à Kalifabougou,

La commune dispose également de maternités à Dougan, Kababougou, Niamana, Djinidadjela, Mangola, Djidiè, Tiècorobougou (qui est un des hameaux). Le centre de santé communautaire de Kalifabougou comprend : deux salles de consultation générale, deux salles d'observations, deux salles de garde, une salle de chaîne de froid, une salle de soins, une pharmacie, une salle de stérilisation, un bureau pour le DTC, une salle pour le gardien, trois magasins, huit toilettes et une maternité (une salle d'accueil, une salle de consultation prénatale, une salle d'accouchement, une salle pour les suites de couche). Le personnel du centre se compose d'un Technicien Supérieur de Santé faisant fonction de Directeur Technique du Centre (DTC), d'un infirmier d'Etat, d'une sage-femme, deux matrones, d'un aide-soignant, d'un gérant de pharmacie et d'un gardien. L'équipe de recherche du MRTC se compose d'une coordinatrice clinique, sept (09) investigateurs cliniques, cinq (08) investigateurs de laboratoire, trois (07) internes et de cinq (05) guides.

- Scolaires : se composent de trois (03) écoles publiques, de cinq (5) écoles communautaires, d'un (01) lycée privé et d'une (01) école professionnelle privée.
- Hydraulique : il existe 22 puits à grand diamètre et 34 forages.
- Administration : le siège de l'administration est la mairie.

❖ **Activités socio-économiques et culturelles :**

- Agriculture : elle est pratiquée par la quasi-totalité de la population, cette agriculture est de 2 ordres : Une agriculture sèche : mil, sorgho, maïs et les cultures de rentes (coton, arachide etc.) et le maraichage : il s'agit surtout de la pomme de terre, des patates, des choux, des tomates etc.
- Elevage : il y est peu développé et c'est essentiellement un élevage de subsistance.
- Foresterie : une partie des revenus financiers et de l'alimentation proviennent de l'exploitation des produits forestiers par les femmes (karité, Zaban, néré,). On produit beaucoup de bois et du charbon dont une partie pour la consommation domestique et l'autre partie vendue sur place.

❖ **Le climat :**

Kalifabougou a un climat tropical avec une pluviométrie répartie entre deux saisons, la saison sèche et la saison pluvieuse qui durent chacune environ six mois. La pluviométrie est généralement plus intense au mois d'août et nulle en janvier. La pluviométrie moyenne sur les quatre saisons de notre étude était d'environ 910,125 mm³ de pluie par an avec un maximum de 992,2 mm³ en 2016.

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati

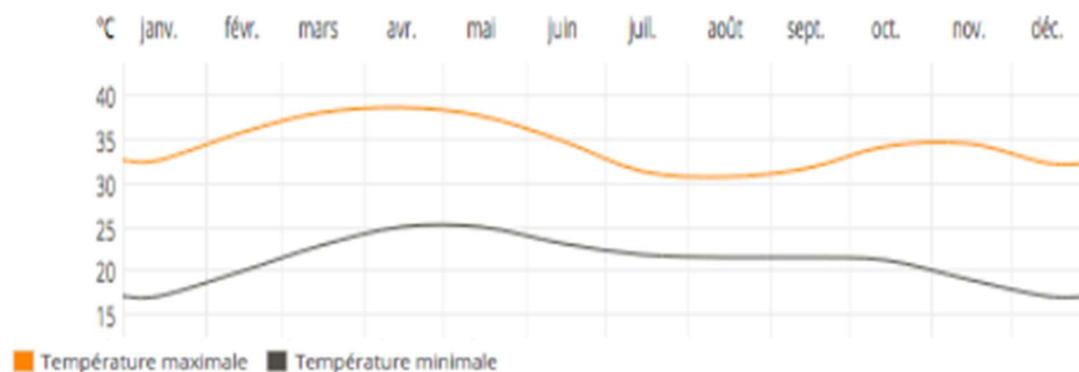


Figure 6: Courbe de température de Kalifabougou

Source : Office de la Haute Vallée du Niger (OHVN)

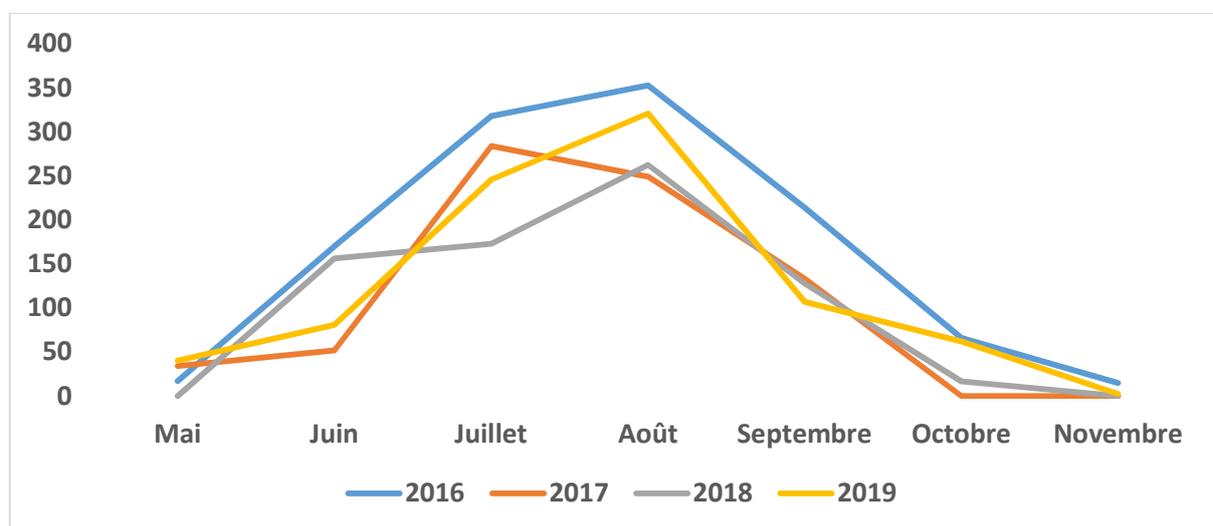


Figure 7: Pluviométrie de Kalifabougou (Source : OHVN)

4.2. Type et période d'étude :

Il s'agissait d'une étude longitudinale rétrospective faisant partie intégrante d'une cohorte initiée en 2011 à Kalifabougou allant de la période de mai 2016 à avril 2020 dans le village de Kalifabougou. Il s'agit d'une cohorte dynamique au cours du quelle les volontaires sont reconduit d'année en année s'ils répondent toujours aux critères d'inclusions.

4.3. Population d'étude :

Notre étude concernait les enfants de 6 mois à 59 mois.

4.4. Critères d'inclusion :

- Résider à Kalifabougou pendant la durée de l'étude.
- Être âgé de 6 mois à 59 mois.
- Avoir le consentement éclairé des parents ou des tuteurs.
- Accepter que les échantillons de sang soient gardés pour des études futures

4.5. Critères de non-inclusion :

N'étaient pas éligibles à notre étude les personnes qui :

- Ne figuraient pas dans le fichier de recensement du MRTC/DEAP.
- Refusaient de donner leur consentement.
- Avaient la malnutrition sévère.

4.6. Taille de l'échantillon :

Notre étude est partie intégrante de la cohorte de Kalifabougou, initiée en mai 2011. En effet, cette cohorte a initialement concerné 695 volontaires âgés de 3 mois à 40 ans.

Cette taille d'échantillon a été calculée par le logiciel de microarray (PASS 8.0) en utilisant une estimation relative de l'expression des gènes dans le village de Kambila (Crompton et al.2010) ; En tenant compte d'une déviation standard de 1,5 ; d'une puissance de 90% pour chaque gène et un facteur de risque de 0,05. Etant donné que la malnutrition constitue un facteur de morbidité chez les enfants de moins de 5ans, nous avons inclus dans ce présent travail de façon exhaustive tous les enfants de 6 à 59 mois qui ont été enrôlé de 2016 à 2019.

4.7. Procédures de l'étude :

4.7.1. Définitions techniques :

- **Infection palustre** : présence d'au moins un trophozoïte dans le sang par la goutte épaisse associée à la présence d'au moins un symptôme palustre.
- **Malnutrition** : Z-score inférieur à - 2 écarts-type obtenu à partir du rapport taille/âge (malnutrition chronique), poids/âge (insuffisance pondérale) et poids/taille (malnutrition aiguë) ;
- **Malnutrition modérée** : Z-score entre - 3 et -2 écarts-type obtenu à partir du rapport taille/âge, poids/âge et poids/taille ;
- **Anémie** : taux d'hémoglobine <11 g/dl quel que soit l'âge ou le sexe.

4.7.2. Dépistage et enrôlement :

Premier contact entre le participant et les investigateurs cliniques après consentement communautaire, le travail consistait à identifier les participants à travers un cahier de recensement. L'investigateur clinique avait les tâches suivantes :

- Expliquer l'étude et la procédure de consentement à chaque parent/tuteur de chaque participant ;
- S'assurer que le parent ou tuteur a signé le consentement libre et éclairé. Tous les parents/tuteurs recevaient une copie du consentement ;
- Après obtention d'un consentement éclairé le volontaire passait pour les examens cliniques et biologiques comme décrits ci-dessous (évaluation clinique et biologique) ; s'il était jugé éligible à participer à l'étude ; une carte d'identification lui était attribuée sur laquelle sont inscrits le numéro de recensement, le nom et prénom et le numéro d'enrôlement. Cette carte était soigneusement gardée par le participant durant toute la durée de l'étude, à chaque visite le participant est identifié par sa carte.

4.7.3. Evaluation clinique :

Elle était basée sur l'interrogatoire et l'examen physique avec la prise systématique des constantes et paramètres (température, tension artérielle, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, poids et la taille) ainsi que le périmètre brachial mais aussi la recherche d'une splénomégalie selon la classification de HACKETT.

➤ **Matériels cliniques :**

Ils étaient constitués de : thermomètre électronique (Spengler®), tensiomètre électronique enfant (Spengler®), stéthoscope, pèse-personne (Seca®), les dossiers individuels des volontaires, torche, lit d'examen, abaisse-langue, chronomètre et la toise.

➤ **Mode opératoire :**

Nous avons procédé à :

- L'interrogatoire : Il consistait à un interrogatoire orienté du volontaire ou son accompagnant à la recherche de signes et ou des symptômes palustres. L'examen physique : la prise de la température, de la fréquence respiratoire, de la tension artérielle, de la fréquence cardiaque, de la taille, du poids, du périmètre brachial et de l'indice d'une splénomégalie.

La température axillaire était prise à l'aide d'un thermomètre électronique placé dans le creux axillaire, elle était exprimée en degré Celsius. Toute élévation de la température supérieure ou égale à 37,5 degrés Celsius non corrigée était considérée comme fièvre.

La fréquence respiratoire était prise chez tous les participants à l'aide d'un chronomètre et un stéthoscope. La tension artérielle et la fréquence cardiaque étaient prises chez la plupart des participants à l'aide d'un tensiomètre électronique pour enfant. Le poids on utilisait un pèse-personne pour la prise de poids des volontaires de façon individuelle ou par le double pesé.

La taille on utilisait la toise (les enfants de moins de 87cm étaient mesurés coucher et les plus de 87 cm debout). La palpation de la rate était faite chez l'enfant en position debout. La splénomégalie était évaluée selon la classification de Hackett, 1944.

Classification de Hackett

- ✓ 0 = rate non-palpable même en inspiration profonde ;
- ✓ 1 = rate palpable en inspiration profonde ;
- ✓ 2= rate palpable en respiration normale sur la ligne mamelonnaire gauche ne dépassant pas une ligne horizontale passant à égale distance entre le rebord costal et l'ombilic ;
- ✓ 3=rate descendant au dessous de cette ligne, sans dépasser la ligne horizontale passant par l'ombilic ;
- ✓ 4= rate dépassant cette dernière ligne mais ne franchissant pas l'horizontal passant à égale distance entre l'ombilic et la symphyse pubienne ;
- ✓ 5 = rate descendant en dessous de cette ligne [68].

Recherche des œdèmes ils sont évalués comme suit :

- On exerçait une pression normale avec le pouce sur les deux pieds pendant au moins trois secondes.
- Si l'empreinte du pouce persistait sur les deux pieds, alors l'enfant présente des œdèmes nutritionnels [69].

Le travail était organisé comme suit :

Surveillance active pour l'infection symptomatique et asymptomatique à *P. falciparum* :

Tous les participants étaient convoqués de façon coordonnée toutes les 2 semaines pour des évaluations cliniques et biologiques. Au cours de ces visites programmées, la procédure était la suivante :

Interrogatoire orienté du participant sur l'histoire de sa maladie.

Examen physique orienté incluant la prise de la température axillaire, du poids, de la tension artérielle, de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire, du périmètre brachial de l'indice splénique selon Hackett.

Collecte de sang à l'aide d'une seule piqûre du doigt avec des vaccinostyles (à usage unique) pour réaliser :

- Des gouttes épaisses pour la détection des espèces de plasmodies par microscopie (1-2 gouttes de sang). Ces gouttes épaisses étaient lues plus tard et non au moment de la confection si le volontaire ne présentait pas de symptômes palustres.
- Des confettis pour la détection des espèces de plasmodies par PCR (1 à 2 gouttes de sang) pour des analyses futures. Ces analyses étaient réalisées plus tard et non au moment de la confection des confettis.
- La mesure du taux d'hémoglobine à l'aide d'un hémoglobinomètre portable, HEMOCUE 301 (1-2 gouttes de sang).
- La taille des volontaires était prise uniquement au moment de l'enrôlement avant le début de la saison de transmission du paludisme. Aussi dans ce présent travail, seule la prévalence de l'état nutritionnel à l'enrôlement a été évaluée.

Surveillance passive pour l'infection symptomatique à *P.falciparum* :

La surveillance passive est une visite imprévue au cours de laquelle, tout volontaire suspect d'être atteint de paludisme se présente lui-même au centre de santé pour y recevoir une évaluation clinique par les investigateurs de l'étude. Ainsi, au moment des cas de paludisme suspect à travers la surveillance passive, une collecte de sang à l'aide d'une piqûre au doigt était effectuée pour réaliser une GE, un confetti et un dosage du taux d'hémoglobine. Dans le cas échéant, le volontaire était traité selon le protocole usuel.

4.7.3. Evaluation biologique :

Après l'évaluation clinique chaque participant a fait l'objet d'un prélèvement d'échantillon sanguin pour la confection de la goutte épaisse (la lecture était faite ultérieurement si le

volontaire ne présentait pas de symptômes palustres), du confetti et de la détermination du taux d'hémoglobine.

Matériels : Lames porte-objet, vaccinostyles stériles, gants stériles, alcool, coton hydrophile, microscopes, marqueurs indélébiles, boîtes de collection type OMS, bacs de coloration, solution de giemsa, eau distillée tamponnée, éprouvettes graduées, papier confettis, minuterie, HemoCue® 301.

- Pour cette étude, les prélèvements sanguins étaient effectués à l'aide du même point de piqûre.

➤ **Technique de la goutte épaisse :**

- Toujours mettre des gants. Désinfecter l'annulaire (Pour le tout petit enfant on peut utiliser le gros orteil ou le talon)
- Laisser sécher l'alcool
- Piquer avec un vaccinostyle
- Déposer 1 grosse goutte (ou 3 petites gouttes) de sang au milieu de la lame
- A l'aide du coin d'une lame, étaler le sang sous forme d'un cercle d'un centimètre de diamètre en tournant avec des mouvements circulaires.
- Laisser sécher en position horizontale, à la température ambiante, à l'abri des mouches et de la poussière
- Coloration avec du GIEMSA dilué à 10%
- La lecture consistait à identifier et à quantifier par champ microscopique les différents stades parasitaires sur 300 leucocytes. La lecture est faite à l'aide d'un microscope optique binoculaire en immersion à l'objectif 100 [70].

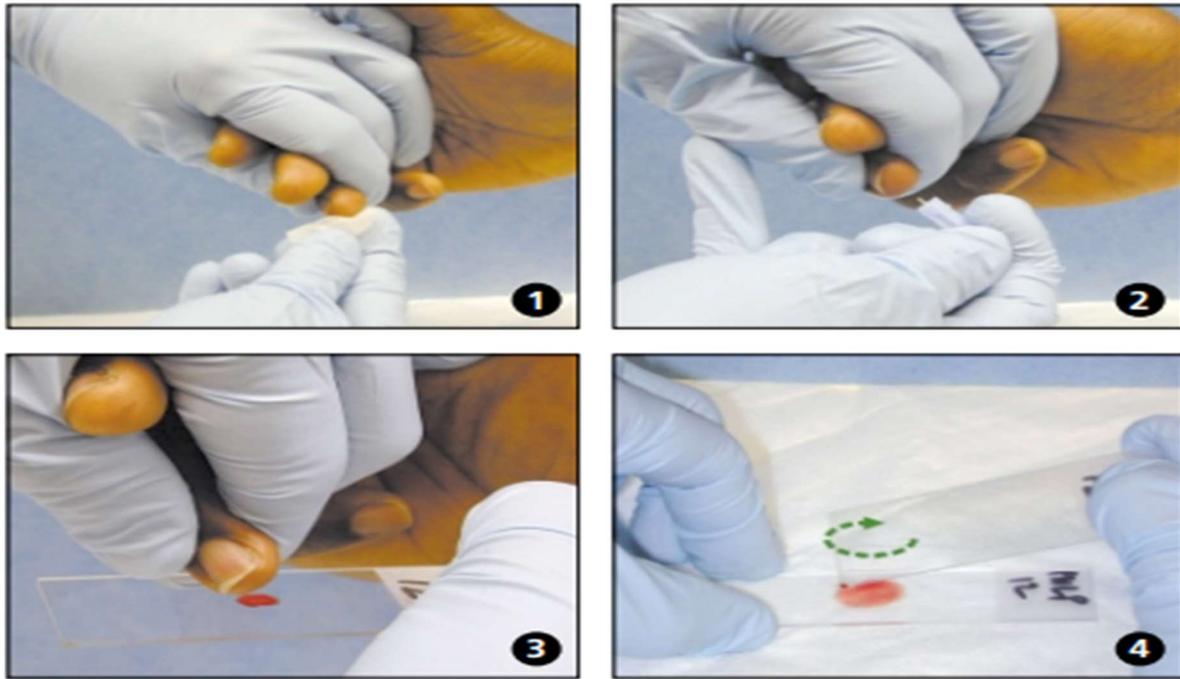


Figure 8: technique de la goutte épaisse[70].

La parasitémie est quantifiée suivant la méthode quantitative leucocytaire, les parasites sont comptés en même temps que les leucocytes sur lames. Lorsque le nombre de 300 leucocytes est atteint, le compte est arrêté. La parasitémie est obtenue par la formule suivante :

$$P = (N \times 7500) / 300$$

$P = 25 \times N$ parasites/mm³ ; P= parasitémie ; N=nombre de parasites comptés au microscope ; 300=nombre de leucocytes comptés ;7500= moyenne leucocytaire par mm³ de sang

➤ **Technique de la mesure du taux d'hémoglobine à l'HemoCue 301 :**

- Allumer l'HemoCue et tirer la porte cuvette en position d'insertion
- Attendre l'affichage des trois traits clignotant sur l'écran
- Nettoyer le majeur ou l'annulaire avec du coton imbibé
- Piquer à l'aide d'un vaccinostyle au niveau de la pulpe du doigt
- Essuyer les trois premières gouttes de sang
- Recueillir la quatrième goutte jusqu'à remplir la microcuvette
- Essuyer l'extérieur de la microcuvette
- Placer la microcuvette dans la position de lecture
- Remettre la porte cuvette dans la position d'insertion
- Le résultat s'affiche après un bip sonore

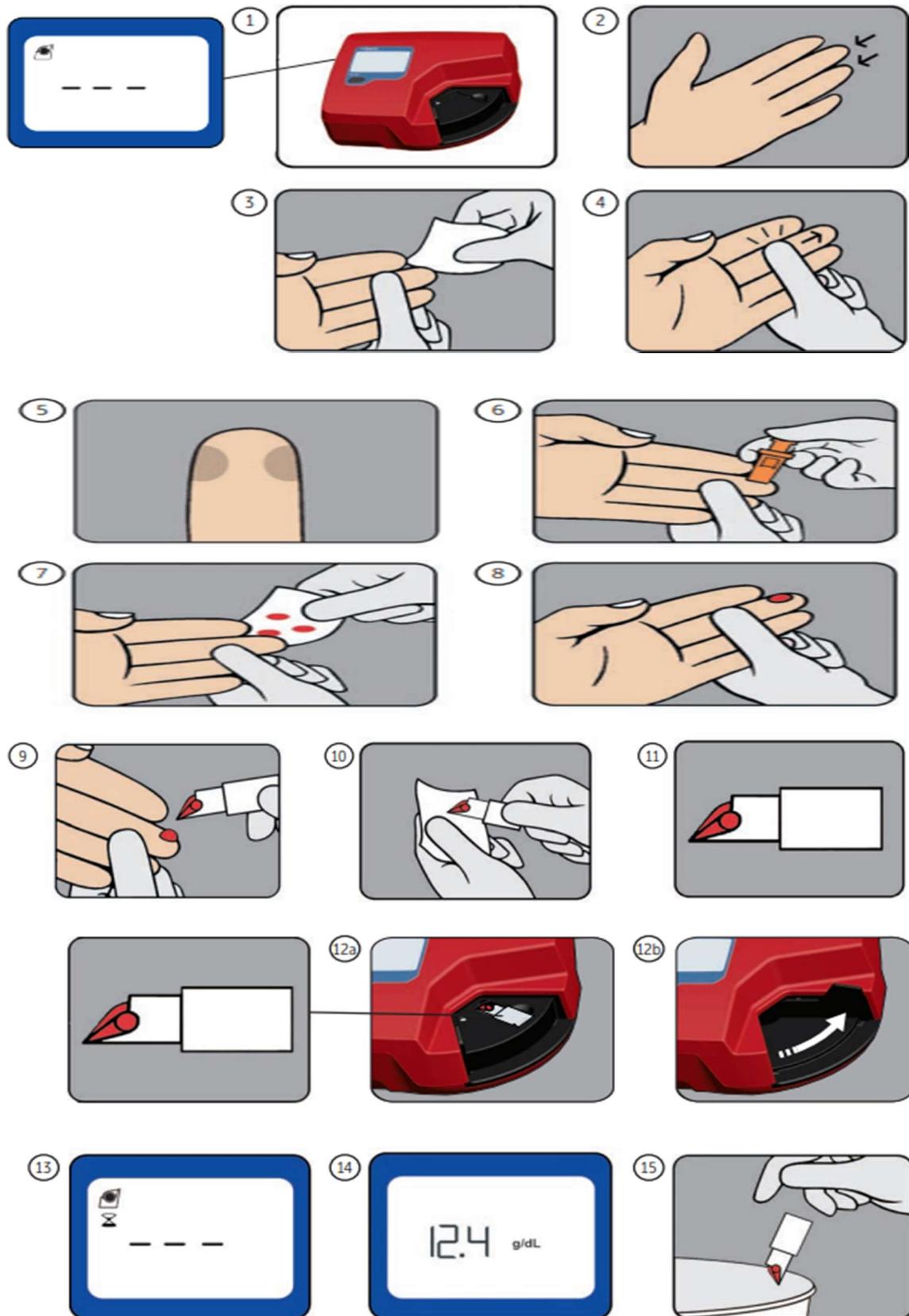


Figure 9: Technique de la mesure du taux d'hémoglobine[71].

❖ **Prise en charge des participants :**

La prise en charge était étiologique que symptomatique. Tout participant ayant une goutte positive avec des manifestations cliniques était traité par des antipaludiques notamment les Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artémisine (Atéméther-luméfantrine) pour le paludisme simple ou par de l'Artéméther injectable pour le paludisme grave selon les recommandations du PNLP du Mali. Les autres diagnostics étaient également pris en charge au cas où ceux-ci nécessitaient une prise en charge spécialisée, le participant était référé d'urgence par les véhicules de notre unité accompagné d'un investigateur jusqu'au service indiqué.

4.8. Considérations éthiques :

Avant de commencer, cette étude a été préalablement soumise à l'IRB (Institutional Review Board) du NIAID/NIH des Etats-Unis d'Amérique (Instituts Nationaux de Santé des Etats-Unis d'Amérique) et approuvé sous le numéro 11-I-N126. Elle a également été approuvée par le comité d'éthique de l'USTTB, suivant la lettre numéro 2011_37 du 3 Mai 2011. Tous les amendements successifs ont fait l'objet de soumission et d'approbation préalable du CE.

La permission communautaire a été obtenue avant le début de l'étude. Le consentement éclairé individuel était obtenu au dépistage. Les participants et leurs parents ou les personnes en charge des participants étaient informés des objectifs de l'étude, de la méthodologie et des risques et bénéfices potentiels. Chaque parent pouvait discuter, en présence du témoin, avec les investigateurs cliniques en charge de l'administration du consentement et avait l'opportunité de poser des questions avant de signer tout document de consentement. L'anonymat et la confidentialité ont été garantis par l'attribution de numéro d'identification. Les dossiers ont été rangés dans des armoires à clé accessibles aux seuls investigateurs de l'étude.

4.9. Collecte et analyse des données :

Les données ont été collectées dans les cahiers d'observations ou Case Report Form (CRF). Une série de monitoring interne et externe ont été instaurés pour une qualité des données. Le logiciel DATAFAX a été utilisé pour la saisie des données et l'analyse a été faite par le logiciel STATA 14.0. Le taux d'incidence a été calculé par année et par groupe d'âge.

Le test CHI 2 a été utilisé pour comparer les proportions et la régression de COX pour la recherche des facteurs associés à l'incidence du paludisme. Le seuil de signification était une probabilité $p \geq 0,05$.

5. Résultats :

5.1. Résultats descriptifs :

Tableau V : Répartition de la population d'étude en fonction de la tranche d'âge

Tranche d'âge	Années de visite			
	2016	2017	2018	2019
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
6 mois -23 mois	140 (99)	298 (89,76)	516 (93,65)	68 (97,14)
24mois-59 mois	1 (0,71)	34 (10,24)	35 (6,35)	2 (2,86)
Total	141 (100)	332 (100)	551 (100)	70 (100)

Dans notre étude la tranche d'âge de 6 mois -23 mois était la plus représentée en 2016, 2017, 2018 et 2019 avec respectivement 99% ; 89,76% ; 93,65% et 97,14%.

Tableau VI : Répartition de la population d'étude en fonction du sexe

Sexe	Années de visite			
	2016	2017	2018	2019
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Masculin	86 (60,99)	195 (58,73)	334 (60,62)	47 (67,14)
Féminin	55 (39,01)	137 (41,27)	217 (39,38)	23 (32,86)
Total	141 (100)	332 (100)	551 (100)	70 (100)

Le sexe masculin était le plus représenté en 2016, 2017, 2018 et 2019 avec respectivement un sexe ratio de 1,56 ; 1,42 ; 1,54 et 2,04 en faveur du sexe masculin.

Tableau VII : Répartition de la population d'étude en fonction de l'ethnie

Ethnie	Années de visite			
	2016	2017	2018	2019
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Bambaras	118 (83,69)	288 (86,75)	493 (89,47)	61 (87,14)
Sarakolés	23 (16,31)	41 (12,35)	46 (8,35)	6 (8,57)
Autres	0 (0)	3 (0,9)	12 (2,18)	23 (4,29)
Total	141 (100)	332 (100)	551 (100)	70 (100)

Les bambaras étaient majoritaires durant toute la durée de notre étude.

Tableau VIII: Incidence du paludisme en fonction des tranches d'âge.

Classe d'âge	Taux d'incidence	Temps d'exposition au risque
6 mois-23 mois	0,025	3787,3
24 mois-59 mois	0,026	260,83
Total	0,05	4048,13

Le cumul de l'incidence du paludisme en fonction des tranches d'âge était de 0,025 cas-personne-mois chez les enfants de 6 à 23 mois et de 0,026 cas-personne-mois chez les enfants de 24 à 59 mois.

Tableau IX : Prévalence annuelle de l'émaciation dans la population d'étude à l'inclusion.

Emaciation	Années de visite			
	2016	2017	2018	2019
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Oui	4 (2,84)	10 (3,01)	6 (1,09)	1 (1,43)
Non	137 (97,16)	322 (96,99)	545 (98,91)	69 (98,57)
Total	141 (100)	332 (100)	551(100)	70 (100)

La prévalence de l'émaciation était en 2016 de 2,84% de la population d'étude ; de 3,01% en 2017 ; de 1,09% en 2018 et de 1,43% en 2019.

Tableau X : Prévalence annuelle de la malnutrition chronique dans la population d'étude à l'inclusion.

Retard de croissance	Années de visite			
	2016	2017	2018	2019
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Oui	3 (2,13)	2 (0,60)	5 (0,91)	0 (0)
Non	138 (97,87)	330 (99,40)	546 (99,09)	70 (100)
Total	141 (100)	332 (100)	551 (100)	70 (100)

La prévalence du retard de croissance était de 2,13% en 2016 ; 0,60% en 2017 et 0,91 en 2018.

Tableau XI: Prévalence annuelle de l'Insuffisance pondérale dans la population d'étude à l'inclusion.

Insuffisance pondérale	Années de visite			
	2016	2017	2018	2019
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Oui	6 (4,26)	25 (7,53)	20 (3,63)	0 (0)
Non	135 (95,74)	307 (92,47)	531 (96,37)	70 (100)
Total	141 (100)	332 (100)	551 (100)	70 (100)

La prévalence de l'insuffisance pondérale était respectivement en 2016,2017 et 2018 de 4,26% ; 7,3% et 3,63%.

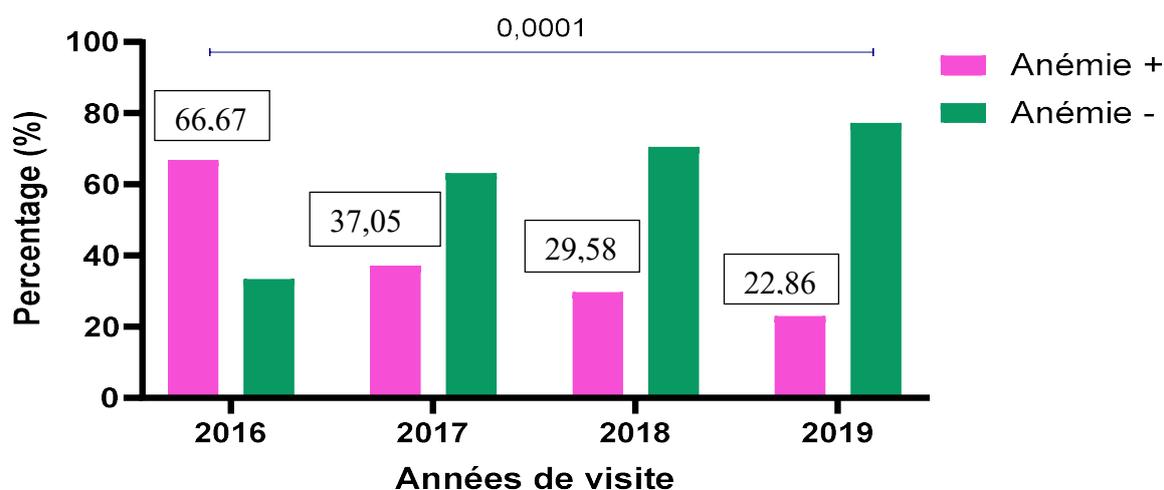


Figure 10: Prévalence annuelle de l'anémie dans la population d'étude à l'enrôlement par année.

La prévalence de l'anémie de 2016 à 2019 était respectivement de 66,67% ; 37,05% ; 29,58% et 22,86% dans la population d'étude. Le test est statistiquement significatif ($p=0,0$).

5.2. Résultats analytiques :

Tableau XII : Facteurs associés à l'incidence du paludisme selon la régression de Cox

Variables	HR	P>z	IC
Tranche d'âge 24-59 mois	1,19	0,64	[0,55-2,59]
Emaciation	4,05	0,004	[1,55-10,56]
RC	5,51	1	
IP	1,15	0,67	[0,58-2,59]
Anémie	1,99	0,001	[1,34-2,96]

La tranche d'âge de 24-59 mois, le RC et l'IP n'apparaissent pas être associés à la survenue du paludisme respectivement $p=0,64$; $p=1$ et $p=0,67$. Cependant l'émaciation et l'anémie sont des facteurs de risque associés à la survenue du paludisme de façon statistiquement significative avec respectivement $p=0,004$ et $0,001$ selon le modèle de Cox.

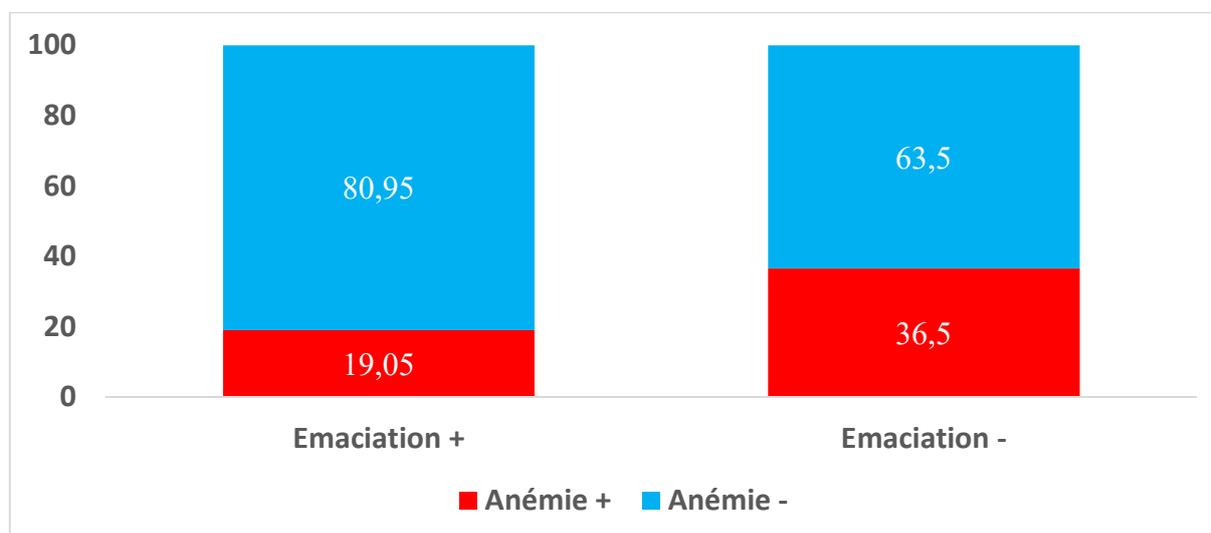


Figure 11: Relation entre l'émaciation et l'anémie de 2016 à 2019.

Les enfants présentant une émasciation étaient anémiques dans 19,05% des cas, il n'existait pas de lien statistiquement significatif entre l'émasciation et l'anémie ($p=0,09$).

Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, cercle de Kati

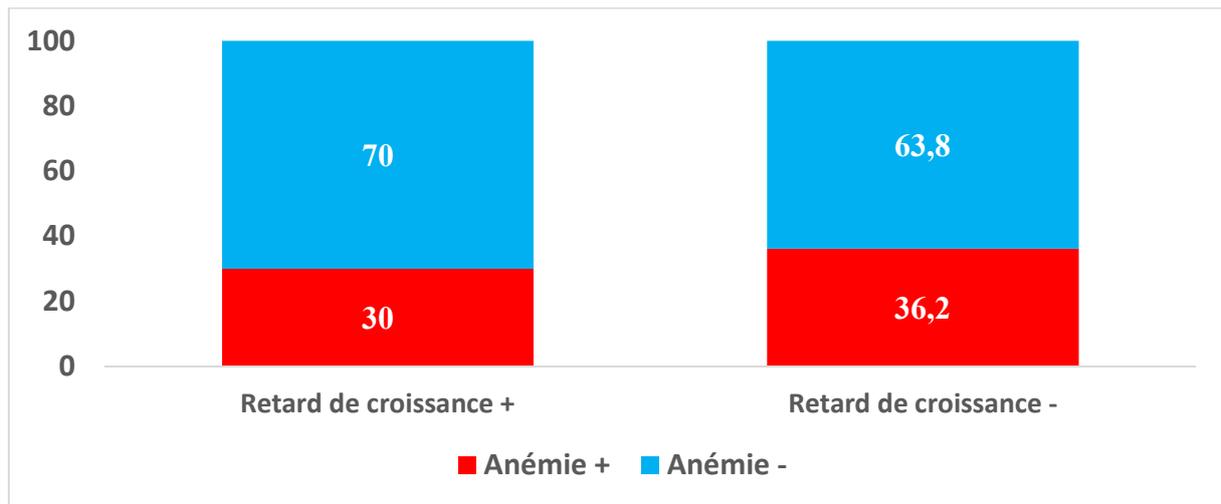


Figure 12: relation entre le retard de croissance et l'anémie de 2016 à 2019.

La prévalence de l'anémie chez les enfants présentant un retard de croissance était de 30% ; nous n'avons pas trouvé de lien statistique significatif $p= 0,68$.

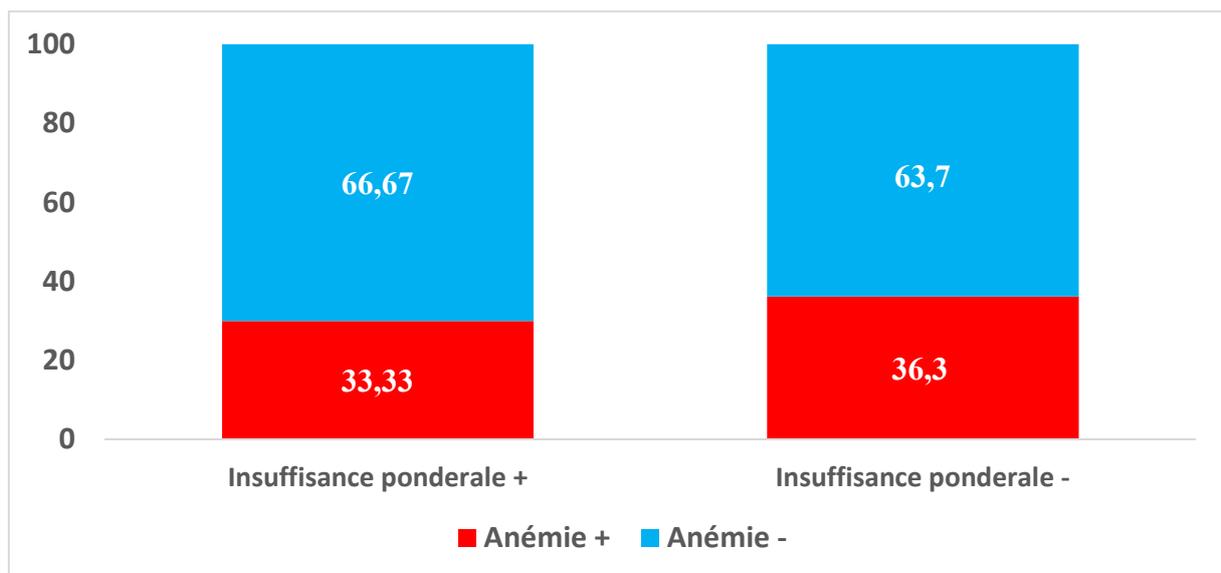


Figure 13 : Relation entre l'insuffisance pondérale et l'anémie de 2016 à 2019.

La prévalence de l'anémie chez les insuffisants pondéraux était de 33,33%, il n'y a pas de lien statistique significatif ($p=0,66$).

6. Commentaires et Discussion :

Il s'agissait d'une étude longitudinale rétrospective faisant partie intégrante d'une cohorte initiée en 2011 à Kalifabougou allant de la période de mai 2016 à avril 2020 dans le village de Kalifabougou dans le but d'évaluer la relation entre l'incidence du paludisme et l'état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans.

6.1. Données sociodémographiques :

Notre travail a porté sur 141, 332, 551 et 70 enfants âgés de 6 mois à 59 mois respectivement en 2016, 2017, 2018 et 2019. La classe d'âge la plus représentée était celle de 6 mois-23 mois de 2016 à 2019 avec plus de 90%, similaire à celle de K. Koné en 2015 à Bamako chez qui les 6 mois -23 mois étaient aussi majoritaires [72]. Par contre, L. Denou en 2020 à Koila avait plus d'enfants âgés de 24 mois-59 mois avec 72,1% [73].

Le sexe ratio était en faveur du sexe masculin de 2016 à 2019. De 2016 à 2018 le sexe ratio était respectivement 1,56, 1,42 et 1,54 ; ces résultats étaient largement supérieurs à ceux de nombreux auteurs A. Traore en 2019, A. Oureiba en 2021 et D. Diarra en 2022 à Kalifabougou qui avaient trouvé respectivement 1,24 , 1,02 et 1,03 [1,74]. Cette différence au sein de la même cohorte s'explique probablement par l'échantillonnage car ces auteurs avaient les enfants de tout âge dans leurs études. Notre résultat était différent de ceux de A. Balam en 2010 à Doneguebougou et de A.Traoré en 2020 à Kalifabougou qui avaient trouvés respectivement 1,80 et 1,2 en faveur du sexe masculin [75, 76], et de celui de M .Kaloga en 2008 à Bamako chez qui le sexe féminin était majoritaire [77]. En 2019, le sexe ratio était de 2,04, résultat similaire à celui de F.ARRA en 2022 à Bamako qui a trouvé un sexe ratio de 2,03 [78] ; Notre résultat en 2019 reste inférieur à celui de F. Coulibaly en 2022 à Bamako qui a trouvé 2,7 en faveur du sexe masculin [79].

Les bambaras étaient majoritaires avec 83,69% ; 86,75% ; 89,47% et 87,14% respectivement en 2016, 2017, 2018 et 2019. Ces résultats étaient similaires à ceux de A. Bangoura en 2013 à Kalifabougou avec 90,9% et S. Dia à Kambila chez qui les bambaras étaient aussi majoritaires[80,81]. En revanche notre résultat était différent de celui de B. Traoré à Donéguebougou et Sirababougou en 2021 chez qui les Sarakolés étaient majoritaires [82].

6.2. Incidence du paludisme :

L'incidence cumulée du paludisme en fonction des tranches d'âge était de 0,025 cas-personne-mois chez les enfants de 6 mois à 23 mois et de 0,026 cas-personne-mois chez les enfants de

24 mois à 59 mois. Nos résultats étaient similaires à ceux de A.Dembele qui avait trouvé dans les tranches 6 mois-23 mois et 24 mois-59 mois respectivement 0,8 et 0,12 cas-personne-année à Bandiagara en 2011 [84]. Ils étaient inférieurs à ceux de I. Kalossi qui avait trouvé 0,094 cas-personne-mois ; 0,087 cas-personne-mois et 0,081 cas-personne-mois respectivement en 2014, 2015 et 2016 chez les enfants de moins de 5 ans au sein de la même cohorte [83]. Ceci pourrait s'expliquer par l'adhésion de plus en plus importante des populations aux mesures préventives chez les enfants de moins de 5ans à la CPS et l'utilisation des moustiquaires imprégnées ; en effet les statistiques nationales du district de Kati auxquelles appartient l'aire sanitaire de Kalifabougou, avaient rapportées un taux de 73 % de CPS chez les enfants de moins de 5ans en 2019 [85]. Nos résultats étaient également inférieurs à ceux de plusieurs auteurs dont J.Dara à Doné guebougou en 2021 qui était de 642,1 pour mille chez les enfants de 1an à 4 ans et B.Hajar au Maroc en 2019 qui était de 3,9% [86,87].

6.3 La prévalence des types de Malnutrition :

La prévalence de l'émaciation était de 2,84% ; de 3,01% ; de 1,09% et de 1,43% respectivement en 2016, 2017, 2018 et 2019. Nos résultats de 2016 et 2017 étaient similaires à celui de F. Konaté qui avait trouvé une prévalence de 2,7% [88]. Nos résultats étaient inférieurs à ceux obtenus par L. Denou en 2020 à Koila et de K.koné en 2015 à Bamako qui avaient obtenu respectivement 10,7% et 13,8% [72,73]. En revanche, tous nos résultats étaient largement en dessous de ceux trouvés par N. Sakwe et al en 2019 au Cameroun [89], et de l'ENSAN en 2016 à Ségou [90] qui étaient respectivement de 34,8% et de 9,2%.

La prévalence du RC était de 2,13% en 2016 ; 0,60% en 2017 et 0,91 en 2018. Nos résultats étaient nettement inférieurs à ceux trouvés par N. Sakwe et al en 2019 au Cameroun et L. Denou à Koila qui étaient respectivement de 56,9% et 40,8% [73,89]. Ils étaient légèrement inférieurs à celui obtenue par C. Ndumbi en 2015 à Lubumbashi en République Démocratique du Congo 6,32% [91]. Notre résultat en 2017, 0,60% était comparable à celui trouvé par O. Diarra en 2021 à Kita et à Bafoulabé qui avait eu 0,66% [92].

L'insuffisance pondérale était le type de malnutrition le plus représenté dans notre population d'étude 4,26% en 2016 ; 7,53% en 2017 et 3,63% en 2018. En 2016 et 2018 nos prévalences étaient similaires à celle trouvée par O. Diarra en 2021 à Kita et à Bafoulabe qui était de 4,52% [92]. Mais elles restent inférieures aux données de ENSAN en 2020 qui était 13,6% [14]. Nos prévalences étaient inférieures à celle trouvée W. Mariken et al en 2015 au Mali qui était de 30,5% [93] ; mais également inférieure à celle de l'enquête SMART 2018 qui était de 18,6%

[10]. La faible prévalence des différents types de malnutrition dans notre étude pourrait s'expliquer en partie par le fait que l'un des critères de non-inclusion dans notre étude de cohorte était la malnutrition sévère. Par ailleurs les volontaires participant à l'étude de cohorte bénéficiaient également d'un suivi actif et passif avec une prise en charge gratuite ; aussi la qualité des soins pourrait être une autre explication possible du taux faible de malnutrition dans notre étude. Enfin, une autre raison serait la taille des échantillons relativement supérieure des autres études comparativement à la nôtre. La région de Koulikoro est également une des zones au Mali où le taux de malnutrition est moindre [10].

6.4. Relation entre l'incidence du paludisme et les types de malnutrition :

La tranche d'âge de 24 mois-59 mois était 1,19 fois plus à risque de faire le paludisme que la tranche d'âge de 6 mois-24mois mais il n'existait pas de lien statistiquement significatif entre l'incidence du paludisme et les tranches d'âges IC [0,5-2,4].

L'émaciation était significativement associée à l'incidence du paludisme qui était comparable à celle de W. Mariken et al en 2021 au Mali qui avait aussi trouvé un lien significatif entre l'émaciation et l'incidence du Paludisme (IC [-1,5 ;0,1]) [93]; mais différent de celle de C. Donovan et al au Kenya en 2021 qui n'avait pas eu de lien statistique significatif entre le paludisme et l'émaciation[97]. En 2009, au Sénégal F. Fillol et al ont plutôt eu une association protectrice entre l'émaciation et l'incidence du paludisme avec $p = 0,02$ et un IC [0,13-0,81] [98].

Le retard de croissance n'était pas associé au paludisme incident similaire à celui à F. Fillol et al en 2009 au Sénégal [98]. En revanche C. Donovan et al en 2021 au Kenya avait trouvé un lien significatif entre le paludisme incident et le retard de croissance (IC [1,09-1,69])[95]).

Les insuffisants pondéraux ont 1,30 fois plus de risque de faire le paludisme que ceux qui n'en ont pas, mais il n'existait pas de lien statistique significatif entre l'insuffisance pondérale et le paludisme Ce résultat se trouve dans la même tendance que ceux de O. Diarra à Kita et à Bafoulabé en 2021, de L. Denou à Koila en 2020 [73,92] par contre A. Marica dans la région amazonienne en 2015 avait trouvé un lien significatif [99].

L'incidence du paludisme et l'anémie étaient associées, ces résultats étaient similaires à ceux de nombreux auteurs dont : C. Ndumbi en 2015 à Lubumbashi en République Démocratique du Congo [91], D. Cissouma en 2022 à Guelelenkoro (Yanfolila) et de N. Sakwe et al en 2019 qui avait également trouvé un lien significatif entre ces variables [89,100].

6.5. Prévalence de l'anémie et types de malnutrition :

On a constaté une diminution de la prévalence de l'anémie de 2016 à 2019 de façon statistiquement significatif ($p = 0,0$), ceci s'explique par la régularité des visites mensuelles et une supplémentation systématique en fer/acide folique en cas d'anémies dépistés lors des passages transversaux mensuels.

Nous n'avons eu de lien statistique significatif entre les différents types de malnutrition et l'anémie, ce résultat se trouve dans la même tendance que celui de N. Sakwe et al en 2019 au Cameroun qui n'avait trouvé de lien ($p=0,59$) [89]. Cependant L. Denou en 2021 à Koila a pu mettre en évidence que l'anémie était associée à la survenue du retard de croissance ($p=0,001$) et de l'insuffisance pondérale ($p=0,001$) [82]. Également O. Diarra en 2021 à Kita et à Bafoulabé avait trouvé que l'émaciation était un facteur de risque de l'anémie($p=0,00$) [92].

Limites : Un des facteurs limitant à notre étude était la faiblesse des effectifs des différents types de malnutrition dans notre cohorte, voire l'absence de certains types au cours de certaines années (le retard de croissance et l'insuffisance pondérale en 2019), mais aussi l'exclusion des cas de malnutrition sévère de la population d'étude.

7. Conclusion :

Notre étude a montré une baisse progressive du taux d'incidence du paludisme chez les enfants de 6 mois à 23 mois et chez les enfants de 24 mois à 59 mois respectivement 0,025 cas-personne-mois et 0,026 cas-personne-mois ainsi que de l'anémie chez les enfants de 6 mois à 59 mois de 2016 à 2019. L'incidence du paludisme était associée à la présence de l'anémie de façon statistiquement significative ; de même, nous avons trouvé une relation statistiquement significative entre l'incidence du paludisme et l'émaciation par contre, il n'existait pas de lien statistique significatif entre l'incidence du paludisme et les autres types de malnutrition (retard de croissance, et insuffisance pondérale).

8. Recommandations :

❖ Aux autorités politiques :

- Continuer et renforcer La mise à disposition gratuite des intrants (moustiquaires imprégnées d'insecticides, chimio-prévention du paludisme saisonnier, diagnostic et la prise en charge du paludisme) chez les moins de 5 ans.
- Renforcer la sensibilisation et le dépistage des cas de malnutrition.
- Promouvoir les moyens de lutte contre l'anémie chez les moins de 5 ans.

❖ Aux chercheurs :

- Mener d'autres études plus approfondies sur la relation entre le paludisme et la malnutrition incluant les cas de malnutrition sévère.

❖ A la population :

- Continuer à adhérer aux mesures de prévention du paludisme chez les enfants. .
- Amener les enfants aux centres de santé en cas de suspicion de paludisme pour assurer une prévention de la malnutrition et éviter les complications.

9. Références :

- [1] Oureiba A. Evaluation du paludisme chez les enfants de 0 à 5 ans au CSCOM de Kalifabougou (KATI) MALI. Thèse USTTB 2021. Consulté le 14/07/2022 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/4611/21M63.pdf>
- [2] OMS. World-malaria-report-2020-briefing-kit-fre2020. Consulté le 14/07/2022 <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/malaria/world-malaria-report-2020-regional-briefing-kit-eng.pdf>
- [3] OMS. Paludisme : une maladie plus meurtrière qu'escomptée selon l'OMS 2021. Consulté le 17/12/2021 <https://afrique.tv5monde.com/information/paludisme-une-maladie-plus-meurtriere-qu'escomptee-selon-loms>
- [4] OMS. Paludisme : l'OMS appelle d'urgence à la solidarité internationale pour améliorer l'accès au vaccin 2021. Consulté le 17/12/2021 <https://www.topsante.com/medecine/sante-et-voyage/paludisme/oms-appel-international-aide-paludisme-afrique-647386>
- [5] OMS. Paludisme 2023. Consulté le 30/11/2023 <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
- [6] OMS. PALUDISME : Plus de 1 700 décès enregistrés au Mali en 2020. Consulté le 13/06/2022 <https://malivitrine.com/paludisme-plus-de-1-700-deces-enregistres-au-mali-en-2020>
- [7] Enquête Démographique et de Santé au Mali, 2018 EDSM_VI. Consulté le 12/07/2021 <https://dhsprogram.compdf>
- [8] UNICEF. Les différentes formes de malnutrition Unicef France juillet 2011(1). 2011pdf. Consulté le 15/07/2022 https://www.unicef.fr/sites/default/userfiles/Les_diff%C3%A9rentes_formes_de_malnutrition_Unicef_France_juillet_2011.pdf
- [9] Rice A L, Sacco L, Black R.Eand Hyder A. La malnutrition : cause sous-jacente des décès de l'enfant par maladies infectieuses dans les pays en développement 14 2001. Consulté le 14/07/2022 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/74843/RA-2001-4-97-110-fre.pdf>
- [10] Enquête Nationale Nutritionnelle Anthropométrique et Mortalité Rétrospective suivant la méthodologie SMART 2018.pdf. Consulté le 01/12/2023 <https://www.unicef.org/mali/media/2326/file/SMART>
- [11] UNICEF. Nouveau rapport : Un enfant de moins de 5 ans sur trois souffre de malnutrition 2019UNICEF Fr. Consulté le 14/12/2021 <https://www.unicef.fr/article/nouveau-rapport-un-enfant-de-moins-de-5-ans-souffre-de-malnutrition>
- [12] UNICEF. Nutrition *Pour chaque enfant, une chance égale de survivre et de s'épanouir* 2019. Consulté le 29/12/2021 <https://www.unicef.org/mali/nutrition>

- [13] Worldwide Antimalarial Resistance Network La malnutrition et le paludisme chez les enfants : comment cela affecte-t-il les résultats du traitement ? 2017. *Worldw. Antimalar. Resist. Netw.* Consulté le 16/12/2021 <https://www.wwarn.org/fr/actualite/la-malnutrition-et-le-paludisme-chez-les-enfants-comment-cela-affecte-t-il-les-résultats-du-raitement>
- [14] Système d'Alerte Précoce. SAP : Rapport définitif de l'enquête Nationale sur la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle, Février 2020 (ENSAN MALI) | Food Security Cluster. 2020. Consulté le 17/12/2021 <https://fscluster.org/mali/document/sap-rapport-definitif-de-lenquete>
- [15] Worldwide Antimalarial Resistance Network 2018 Paludisme et malnutrition – Évaluation des risques pour les jeunes enfants 2018 *Worldw. Antimalar. Resist. Netw.* Consulté le 13/12/2021 <https://www.wwarn.org/fr/actualite/paludisme-et-malnutrition-evaluation-des-risques-pour-les-jeunes-enfants>
- [16] Mitangala P.N, Hennart P, D'Alexandro U, Donnen P, Porignon D, Bisimwa G.B, Dramaix M.W. Malnutrition proteino-énergétique et morbiditéE liée au paludisme chez les enfants de 0-59 ans dans la région.2008.pdf. Consulté le 14/07/2022 <https://www.jle.com/en/MedSanteTrop/2008/68.1/051-057>
- [17] Zekar L and Sharman T. *Plasmodium Falciparum Malaria* (StatPearls Publishing) 2021. Consulté le 02/02/2022 <https://www.ncbi.nlm.gov/books/NBK555962/>
- [18] Ambroise-THOMAS P, BASCO L.K, BAUOON B, CAMUS D, CARNEVALE P, CHARMOT G, DEI-CAS E, GENTILINIP M, GUIGUEMDE T.R, LAGARDERE B, LE BRAS J, MAZIER D, NOZAIS J.P, RrCHARD-LENOBLE D, WERY M, WOLFF M. *Paludisme* (Paris: Ellipses) 1991
- [19] Thomas P.A. La petite et la grande histoire du paludisme – Académie nationale de médecine | Une institution dans son temps 2007. Consulté le 01/02/2022 <https://www.academie-medecine.fr/la-petite-et-la-grande-histoire-du-paludisme-academie-nationale-de-medecine>
- [20] Brabin B. Analysing malaria events from 1840 to 2020: the narrative told through postage stamps 2021 *Malar. J.* **20** 399. Consulté le 02/02/2022 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8506090/pdf/12936-2021-Article-3932.pdf>
- [21] Carnevale P, Robert V, Manguin S, Corbel V, Fontenille D, Garros C and Rogier C. Les anophèles : biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti vectorielle 2009. Consulté le 31/01/2022 <https://www.researchgate.net/profile/Sylvie-Manguin/publication>
- [22] Paludisme (ANOFEL) Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie 2014. Consulté le 12/02/2022 <https://campus.cermes.fr/parasitologie/enseignement/paludisme/site/html/1.html>
- [23] OMS. Rapport 2021 sur le paludisme dans le monde, Principaux messages 24 2021. Consulté le 04/02/2022 <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/malaria/world-malaria-report-2021-regional-briefing-kit-eng.pdf>

- [24] Paludisme (ANOFEL) Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie 2016. Consulté le 11/02/2022 <https://fr.readkong.com/page/paludisme-association-française-des-enseignants-de-6695706>
- [25] Doumbo O, Koïta O.A, Traoré S.F, Sangaré O. Les aspects parasitologiques de l'épidémiologie du paludisme dans le sahara malien. 1991. Consulté le 11/02/2022 <https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleinstextes>
- [26] Programme Nationale de Lutte contre le Paludisme, 2013 Plan stratégique de lutte contre le paludisme 2013-17PNLP_0.pdf
- [27] Togola D. *Evaluation des signes cliniques dans le diagnostic du paludisme dans une zone à transmission stable, Kalifabougou, cercle de Kati*. Thèse USTTB 2013. Consulté le 02/12/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/1702/13M281.pdf>
- [28] Pages F, Orlandi-Pradines E and Corbel V. Vecteurs du paludisme: biologie, diversité, contrôle et protection individuelle 2007 *Médecine Mal. Infect.* **37** 153–61 Consulté le 10/04/2022 <https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleinstextes>
- [29] Dei-Cas E, Maurois P, Vernes A. Physiopathologie du Paludisme.
- [30] Wikipédia, OMS, Malaria Atlas project. Paludisme Généralités.2020 pdf
- [31] Combemorel P. Le cycle de vie de Plasmodium falciparum 2019 *Planet-Vie*. Consulté le 21/04/2022 <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/microiologie/eucaryotes-unicellulaires/le-cycle-de-vie-de-plasmodium-falciparum>
- [32] Mouchet J. *Biodiversité du paludisme dans le monde* 2004 (Montrouge: Libbey [u.a.]). Consulté le 10/04/2022 <https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleinstextes>
- [33] Chelsea M, Petri W.A. Paludisme 2022.pdf
- [34] Egmann G, André N, Tattevin P. Accès Palustres: diagnostic et traitement 2014.pdf
- [35] Bruneel F Prise en charge du paludisme grave de l'adulte - Management of severe malaria in adults 2006 *M Ise Au Point* 7. Consulté le 22/04/2022 <https://www.edmark.fr/Front/frontpost/getfiles/12773.pdf>
- [36] Yombi J.C, Olinga U.N LA MALARIA : ASPECT CLINIQUE ET THÉRAPEUTIQUE | Louvain Médical 2015. Consulté le 02/03/2022 <https://www.louvainmedical.be/fr/article/la-malaria-aspect-clinique-et-therapeutique>
- [37] Siala E, Abdallah R B, Bouratbine A and Aoun K ACTUALITES DU DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE DU PALUDISME CURRENT BIOLOGICAL DIAGNOSIS OF MALARIA 5 2010. Consulté le 17/07/2022 https://www.infectiologie.org.tn/pdf_ppt_docs/revues/1-2010/actualite-paludisme.pdf

- [38] De Pina J J, Garnotel E, Hance P, Vedy S, Rogier C and Morillon M. Diagnostic du paludisme d'importation en France.2007 *Médecine Mal. Infect.* **37** 710–5. Consulté le 17/07/2022 https://www.ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Moavenatha/MBehdashti
- [39] OMS, USAID, URC. Comment utiliser les tests diagnostiques rapides (TDR) : un guide pour la formation au niveau du village et du district. generic-pf-rdt-training-manual-FR-compr.pdf
- [40] Clendennen T.E et al. QBC and Giemsa-stained thick blood films: Diagnostics performance of laboratory technologists
- [41] PNLN. GUIDE-NATIONAL-DE-DIAGNOSTIC-BIOLOGIQUE-DU-PALUDISME au Sénégal.2022 pdf. Consulté le 15/07/2022 <https://www.pnlp.sn/wp-content/2018/02/GUIDE-NATIONAL-DE-DIAGNOSTIC-BIOLOGIQUE-DU-PALUDISME>
- [42] OMS. Chimio-prévention du paludisme saisonnier par administration de sulfadoxine-pyriméthamine et d'amodiaquine aux enfants: guide de terrain 2013. Consulté le 18/07/2022 <https://www.who.int/fr/publications-detail/9789241504737>
- [43] Kayentao K, Doumbo O, Mihigo J, Sadou A, Florey L and Eckert E, Koné D, Doumbia A.K. Evaluation de l'Impact des Interventions de Lutte Contre le Paludisme sur la Mortalité Toutes Causes Confondues chez les Enfants de moins de Cinq Ans au Mali de 2000 à 2012. Consulté le 14/07/2022 <https://d1u4sg1s9ptc4z.cloudfront.net/uploads/2021/03/evaluation-of-the-impact-of-the-scale-up-of-malaria-control-interventions-mortality-in-children-under-five-years-in-mali-2000-2012-full-report-french-1.pdf>
- [44] OMS. Paludisme 2020. Consulté le 04/02/2022 <https://www.mesvaccins.net/web/news/16794-paludisme-situation-mondiale-2020-organisation-mondiale-de-la-sante>
- [45] OMS. Questions-réponses sur le vaccin antipaludique RTS,S 2022 . Consulté le 18/07/2022 <https://www.who.int/fr/news-room/questions-and-answers/sites/item/q-a-on-rts-smalaria-vaccine>
- [46] Organisation mondiale de la Santé - 2015 - Approche épidémiologique de la lutte contre le pal.pdf. Consulté le 28/02/2022 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/153917>
- [47] UNITED NATIONS/ Département of operational support 2019: Diagnostic, traitement et prévention du paludisme (directive pour le personnel médical de l'organisation des nations-unies)
- [48] Rogeaux O. 20^e Journées Nationales d'Infectiologie Paludisme en 2019.pdf. Consulté le 15/07/2022 <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/jni/2019-paludisme-orogeaux.pdf>
- [49] Organisation mondiale de la Santé 2014 *Module de formation à la lutte antipaludique : prise en charge du paludisme* (Genève: Organisation mondiale de la Santé). Consulté le 28/02/2022 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/112845>

- [51] Solal-Céliney A. Division de la Nutrition et de la Protection des Consommateurs (AGNA) FAO, Rome Evaluation et Analyse de l'Etat Nutritionnel des Populations p 55. Consulté le 10/03/2022 https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/doc-training/bk-1a.pdf
- [52] Action Contre la Faim L-ESSENTIEL des clés pour comprendre la nutrition-santé et le positionnement de l'ACF_FR. 2019 pdf. Consulté le 15/07/2022 <https://www.actioncontre-la-faim.org/wvp-content/uploads/2008/01/L-ESSENTIEL-FR.pdf>
- [53] OMS. Malnutrition 2021. Consulté le 16/12/2021 <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
- [54] Organisation des Nations unies 2021, Nouveau rapport des Nations Unies. L'année de la pandémie est marquée par une hausse de la faim dans le monde *IFAD. Article. Consulté le 19/07/2022* <https://www.ifad.org/fr/web/latest/-/sofi-2021-1>
- [55] ACF. Une crise alimentaire sévère plonge 1,2 million de Maliens dans la faim *Action Contre Faim. Article 2021 Consulté le 19/07/2021* <https://actionagainsthunger.ca/fr/crise-alimentaire-maliens/>
- [56] Aubry P, Gaüzère B.A. Malnutrition protéino-énergétique Actualités 2021 Mise à jour le 7/04/2022. Article. Consulté le 11/04/2022 <https://medecinotropical.free.fr/cours/malnut.pdf>
- [57] Lunn P.G. Nutrition, immunité et infection *Ann. Démographie Hist.* **1989** 111–24. Consulté le 24/07/2022 <https://www.persee.fr/doc/adh-0066-2062-1989-num-1989-1-1734>
- [58] Rakatoarimanana R. Nutrition et infection 2009 *Rev. Med. Suisse. Article. Consulté le 21/07/2022* <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse-220/nutrition-et-infection>
- [59] ministère de la Santé et l'hygiène publique. MODULE 1 GENERALITES SUR LA NUTRITION 346.2017. Article. Consulté le 19/03/2022 <https://pdf.usaid.gov/docs/PA00TB.pdf>
- [60] Kameli Y, Gartner A. Mesures anthropométriques pour l'évaluation de l'état nutritionnel d'un individu et la situation dans une communauté à Ouagadougou .2006 pdf
- [61] Sylla F. Sécurité alimentaire et nutritionnelle des enfants de 6 à 59 mois et les femmes en âge de procréer dans le cercle de Nara en 2012. Thèse USSTB 2014.
- [62] Union Européenne, Répondre à la sous nutrition en situation d'urgence septembre 2013 *nutrition_thematic_policy_document_fr.pdf. Article*
- [63] Programme National de Nutrition en Côte d'Ivoire, 2017 Module 2 Diagnostic de la malnutrition. Consulté le 15/07/2022 <https://www.fantaproject.org/sites/default/files/ressources/Cdl-Module-2-DIAGNOSTIC-May2017.pdf>
- [64] Protocole de Prise en Charge Intégrée de la Malnutrition Aiguë au Mali Version révisée 2017.pdf. Consulté le 15/07/2022 <https://www.unicef.org/mali/media/2301/file>

- [65] Programme National de Nutrition au Maroc en 2018. Consulté le 15/07/2022 <https://www.sante.gov.ma/Documents/2019/06/Programme%20National%20de%20Nutrition.pdf>
- [66] [Republic_of_Chad_Ministry_of_Public_Health_Social_Action_and_National_Solidarity_National_protocol_for_management_of_acute_malnutrition_2014.pdf](#)
- [67] Recensement général de la population et de l'habitat _rgph 2009.pdf. Consulté le 15/07/2022 <https://www.instat-mali.org/laravel-filemanager/files/shares/rgph/rkou096rgph.pdf>
- [68] Thera P M A, Niare M D S, Traore M K, Kone M A K and Coulibaly A D Splénomégalias Parasitaires 11. Consulté le 23/03/2022 <https://fmos.usttb.edu.ml/cours/pluginfile.php/19597/mod-ressource/content/1/Splenomegalie%2019Oct20.pdf>
- [69] Programme Nationale de Nutrition 2020: Dépistage et diagnostic de la malnutrition par les mères ,Stratégie périmètre brachial familial .pdf
- [70] UNICEF, PNUD, Banque Mondiale, OMS. Microscopie pour la détection, l'identification et la quantification des parasites du paludisme sur frottis sanguins ou gouttes épaisses colorées dans les environnements de recherche.2020 .Consulté le 13/12/2023 <https://iris.who/handle/10665/331144pdf>
- [71] Dacie and Lewis, Operationnal manual of HemoCue Hb301. Consulté le 15/07/2022 <https://sdwic.org/wp-content/uploads/2.15DAppendixCHb301Manual/pdf>
- [72] Koné K. Étude de la malnutrition des enfants de 06-59 mois dans la commune II du district de Bamako 2015. Thèse USTTB102
- [73] Denou L H. *Relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan, une zone d'endémie palustre au Mali* Thesis (Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako) 2020
- [74] Diarra D. Prévalence de l'infection palustre et signes associés dans l'aire du centre de santé communautaire de Torodo, Kati, 2020. Thèse USTTB 2022 Consulté le 20/03/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/5406/22M52.pdf>
- [75] Balam A. Epidémiologie du paludisme chez les scolaires de Doneguebougou durant l'année scolaire 2007-2008. Thèse USTTB Consulté le 23/03/2023 <https://www.keneya.net/fmpos/theses/2010/med/pdf/10M394.pdf>
- [76] Traoré A. Etude épidémiologique du paludisme en 2019 dans une cohorte de volontaires à Kalifabougou, Mali. Thèse 2019USTTB. Consulté le 04/12/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/8825/09M222.pdf>

- [77] Kaloga M.A. ETUDE EPIDEMIO-CLINIQUE DU PALUDISME GRAVE DANS LE SERVICE DE REANIMATION ADULTES DE L'HOPITAL GABRIEL TOURE. Thèse USTTB 2008. Consulté le 23/03/2023 <https://www.keneya.net/fmpos/theses/2008/med/pdf/08M295.pdf>
- [78] Kanté P L, Karembé D B, Coulibaly P Y and Coulibaly D O M COMPLICATIONS DU TRAITEMENT TRADITIONNEL DES TRAUMATISMES FERMES DES MEMBRES EN CHIRURGIE PEDIATRIQUE AU CHU GABRIEL TOURE
- [79] Coulibaly F.N. Analyse des données de surveillance épidémiologique de la COVID-19, Commune III de Bamako, Mali, 26 Mars au 27 Août 2020. Thèse USTTB 2020. Consulté le 01/12/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/5390/22M48.pdf>
- [80] Bangoura A. Epidémiologie du paludisme en saison sèche à Kalifabougou, cercle de Kati, Mali. Thèse USTTB 2013. Consulté le 20/03/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/1823/13M97.pdf>
- [81] Dia S. Epidémiologie du paludisme dans une zone soudano-guinéenne du Mali Kambila cercle de Kati. Thèse USTTB 2011. Consulté le 11/12/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/5406/22M52.pdf>
- [82] Traore B. Evaluation de la sécurité et de la reactogénicité du vaccin PFS230D1M-EPA/AS01 chez les 5ans et plus à Donéguébougou et Sirababougou, Mali. Thèse USTTB 2021
- [83] Kalossi I. *INCIDENCE DU PALUDISME AU SEIN D'UNE COHORTE DANS UN CONTEXTE DE CPS A KALIFABOUGOU (KATI)* Thèse USTTB 2019.
- [84] Dembélé A.A. Incidence du paludisme chez les enfants de 0 à 6ans vivant à Bandiagara, Mali. Thèse USTTB 2011
- [85] Berthe P M A Evaluation de l'impact du projet paludisme et maladies tropicales négligées au sahel en utilisant la méthode « LQAS » deux ans après sa mise en œuvre dans 19 districts sanitaires du Mali en 2019
- [86] Dara J. Incidence du paludisme et portage asymptotique de parasite dans la cohorte du vaccin Pfs230DMI/AS01 à Donéguébougou et environs de 2019 à 2020. Thèse USTTB 2021. Consulté le 04/12/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/5138/21M385.pdf>
- [87] Hajar B. Le paludisme au CHU Mohamed VI de Marrakech. Thèse de médecine 2019
- [88] Konaté F I *Prise en charge des enfants en matière de nutrition dans les districts sanitaires couverts par le SASDE au Mali* thesis (Université de Bamako) 2005
- [89] Sakwe N, Bigoga J, Ngondi J, Njeambosay B, Esemu L, Kouambeng C, Nyonglema P, Seumen C, Gouado I and Oben J 2019 Relationship between malaria, anaemia, nutritional and socio-economic status amongst under-ten children, in the North Region of Cameroon: A cross-sectional assessment *PloS One* **14** e0218442

- [90] SAP: Rapport définitif de l'enquête Nationale sur la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle, Février 2016 (ENSAN MALI) | Food Security Cluster
- [91] Tshikonga C.N. Memoire Online - Evaluation de l'état nutritionnel des enfants de 0 à 5 ans, atteints de paludisme grave à Lubumbashi en République Démocratique du Congo 2021. Consulté le 15/12/2021 <https://www.memoireonline.com/03/17/97/Evaluation-de-letat-nutritionnel-des-enfants-de-0-à-5-ans-atteints-de-paludisme-gr.html>
- [92] Diarra O. Paludisme et malnutrition chez les enfants de 06 à 59 après campagne de chimioprévention du paludisme saisonnier à Kita et Bafoulabe, Mali. Thèse USTTB 2021. Consulté le 02/12/2023 <https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/4267/21M25.pdf>
- [93] de Wit M, Cairns M, Compaoré Y D, Sagara I, Kuepfer I, Zongo I, Barry A, Diarra M, Tapily A, Coumare S, Thera I, Nikiema F, Yerbanga R S, Guissou R M, Tinto H, Dicko A, Chandramohan D, Greenwood B and Ouedraogo J B Nutritional status in young children prior to the malaria transmission season in Burkina Faso and Mali, and its impact on the incidence of clinical malaria 2021 *Malar. J.* **20** 274
- [94] Hayat O. 2023 La prévalence de l'anémie chez l'enfant au Service d'hémo - oncologie pédiatrique. Thèse Maroc.pdf
- [95] Djiguiba S. Etude de la prévalence de l'anémie chez les nourrissons et enfants de 2 mois à 60 mois hospitalisés dans le service de pédiatrie du CSREF de la commune 2 du district de Bamako. Thèse USTTB 2020.
- [96] OMS. Anémie 2023. Consulté le 02/12/2023 <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/anemia>
- [97] Donovan C V, McElroy P, Adair L, Pence B W, Oloo A J, Lal A, Bloland P, Nahlen B, Juliano J J and Meshnick S Association of Malnutrition with Subsequent Malaria Parasitemia among Children Younger than Three years in Kenya: A Secondary Data Analysis of the Asembo Bay Cohort Study 2021. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **104** 243–54
- [98] Fillol F, Cournil A, Boulanger D, Cissé B, Sokhna C, Targett G, Trape J-F, Simondon F, Greenwood B and Simondon K B Influence of wasting and stunting at the onset of the rainy season on subsequent malaria morbidity among rural preschool children in Senegal 2009. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **80** 202–8
- [99] Alexandre M A A, Benzecry S G, Siqueira A M, Vitor-Silva S, Melo G C, Monteiro W M, Leite H P, Lacerda M V G and Alecrim M das G C The Association between Nutritional Status and Malaria in Children from a Rural Community in the Amazonian Region: A Longitudinal Study 2015. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **9** e0003743
- [100] Cissouma D. Evaluation de l'état nutritionnel des enfants âgés de 0 à 59 mois souffrant de paludisme dans le CSCOM de Guelelenkoro, cercle de Yanfolila, Mali. Thèse USTTB

2022. Consulté le 06/12/2023
<https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/5650/22M176.pdf>

[101] Mitangala P.N, Hennart P, D'Alexandro D, P.Donnen, Porignon D, Bisimwa G.B, Dramaix M.W, Nyarukweba D.Z, C.Mbiribindi. Infection palustre et état nutritionnel: résultats d'une cohorte d'enfants âgés de 6 à 59 mois au Kivu en République Démocratique du Congo 2012 <https://www.science-direct.com/science/article/avs/pii/S0398762013001247>

[102] Diarra K. Prévalence du paludisme chez les enfants de 0 à 59 mois atteints de la malnutrition aigüe sévère dans le service de pédiatrie de l'hôpital Somine Dolo de Mopti. Thèse USTTB 2021. Consulté le 30/01/2022
<https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789>

10. Annexes

11. Fiche signalétique

Nom : COULIBALY

Prénom : Massan

Email : masscool58@gmail.com

Titre : Incidence du paludisme et état nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans au sein d'une cohorte à Kalifabougou, Cercle de Kati

Année de soutenance : 2023

Ville de soutenance : Bamako

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Médecine et d'Odontomatologie et la Faculté de Pharmacie

Centre d'intérêt : Santé publique, Parasitologie, Nutrition

Résumé en français :

Introduction : La relation entre la malnutrition et le paludisme demeure controversée. L'objectif de ce travail était d'évaluer la relation entre l'incidence du paludisme et l'état nutritionnel des enfants de moins de 5 ans à Kalifabougou de mai 2016 à avril 2020.

Méthodologie : Il s'agissait d'une étude longitudinale rétrospective qui s'était déroulée de mai 2016 à avril 2020 à Kalifabougou et concernait les enfants de 6 mois à 59 mois. Les données ont été collectées sur les CRF et enregistrées sur DATAFAX. Le logiciel STATA 14.0 a été utilisé pour l'analyse des données selon le modèle de Cox avec un seuil de 0,05.

Résultats : Ont fait l'objet d'analyse, les données de 141, 332, 551 et 70 enfants âgées de 3-59 mois correspondant respectivement aux années 2016, 2017, 2018 et 2019. La tranche d'âge la plus représentée était celle de 6 mois -23 mois. L'insuffisance pondérale était le type de malnutrition le plus fréquent entre 2016 et 2018 avec 4,26% ; 7,3% et 3,63% respectivement. Le taux de retard de croissance était passé de 2,13% en 2016 à 0,91 en 2018. Le taux d'anémie était passé de 66,67% en 2016 à 22,86% en 2019. L'incidence du paludisme était de 0,026 cas-personne-année chez les 24 mois-59 mois. Les enfants émaciés avaient 4,31 fois plus de chance de faire le paludisme. Il n'existait pas de lien entre l'anémie et les différents types de malnutrition.

Conclusion : Les données ont mis en exergue une association entre le paludisme et l'émaciation.

Mots clés : Paludisme, état nutritionnel, Enfants, cohorte, Kalifabougou.

Summary

Introduction: The relationship between malnutrition and malaria remains controversial. The aim of this work was to assess the relationship between malaria incidence and nutritional status in children under 5 years of age in Kalifabougou from May 2016 to April 2020.

Methodology: This was a retrospective longitudinal study that took place from May 2016 to April 2020 in Kalifabougou and concerned children from 6 months to 59 months. The data was collected on the CRF and recorded on DATAFAX. STATA 14.0 software was used for data analysis according to the Cox model with a threshold of 0.05.

Results: Data from 141, 332, 551 and 70 children aged 3-59 months corresponding to the years 2016, 2017, 2018 and 2019, respectively, were analyzed. The most represented age group was 6 to 23 months. Underweight was the most frequent type of malnutrition between 2016 and 2018 with 4.26%; 7.3% and 3.63% respectively. Lagging growth rate down from 2.13% in 2016 to 0.91 in 2018. Anemia rate down from 66.67% in 2016 to 22.86% in 2019. The incidence of malaria was 0.026 cases-person-year in the 24 months-59 months age group. Emaciated children were 4.31 times more likely to contract malaria. There was no link between anemia and different types of malnutrition.

Conclusion: The data showed an association between malaria and wasting.

Mots clés : Malaria, nutritional status, children, cohort, Kalifabougou.

Serment d'Hippocrate

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

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

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

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

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

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

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 !