



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا
Département de Biologie

Projet de fin d'étude
En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Option : Parasitologie

Thème

Etude épidémiologique du paludisme en Afrique : synthèse de travaux de recherche

Présenté par :

M^{lle} MESSAOUD Hadjer

M^{lle} TOUIL Fatma

M^{lle} ZENIHKRI Assala

Devant le jury composé de :

Président : M^{lle} GERZOU Ahlem Professeur - Univ .Djelfa

Promoteur : M^F BELKESSA Salem Maitre de conférences B - Univ .Djelfa

Examineurs : M^F OUNISSI Mourad Maitre de conférences B - Univ .Djelfa

Année Universitaire 2021/2022



Remerciements

En ces quelques lignes, nous tenons à exprimer nos remerciements à tous ceux qui ont trouvé le courage par leur présence, leur soutien, leur présence et leurs conseils pour rendre ce projet possible. Nous commençons en premier lieu à remercier notre promoteur Dr. Belkessa Salem, qui a eu l'honneur d'être le superviseur de ce projet. Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont de près ou de loin apporté leur aide et leur soutien.

Enfin, nous ne pouvons terminer ce projet sans exprimer notre gratitude à tous les enseignants du département des sciences de la nature et de vie de l'université de

Djelfa



Remerciements	I
Sommaire	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Liste des abréviations	V
Introduction	01
Chapitre 01 : Etude du paludisme	04
1. Historique de la découverte du paludisme	05
2. Evolution de la taxonomie de paludisme	06
2.1. Taxonomies du paludisme	06
2.2. Les cinq espèces du genre <i>Plasmodium</i>	06
3. Cycle de vie de paludisme	08
4. Morphologie	10
4.1. Structure des sporozoïtes	10
4.2. Structure des trophozoïtes	11
5. Épidémiologie	11
5.1. Répartition géographique des espèces de paludisme en Afrique	11
5.2. Saisonnalité	15
5.3. Paludisme chez les enfants	16
5.4. Paludisme chez les sujets immunodéprimés	16
5.5. Paludisme chez la femme enceinte	17
5.6.Épidémiologie moléculaire	17
6. Vecteur	18
6.1. Ecologie vectorielle (anophèle femelle)	19
7. Transmission	21
7.1. Transmission vectorielle	21
7.2. Transmission hydrique	21
7.3. Transmission par transfusion sanguine	22
7.4. Transmission zoonotique par une seule espèce	22
8. Pathogénie	23
9. Signes cliniques	25
10. Réponse immunitaire	26
11. Diagnostic	28
11.1. Frottis sanguin mince	28
12. Traitement	29
12.1. Chloroquine	30
12.2. Artémisinine	30
12.3. Amodiaquine	30
12.4. Artéméther	30
12.5. Dichlorhydrate de quinine	30
12.6. Artésunate	31
13. Prévention	31
13.1. Chimio prophylaxie du paludisme	31
13.2. Lutte contre les anophèles au stade adulte	31
13.3. Prévention endogène	31
13.4. Prévention exogène	32
13.5. Lutte contre les anophèles au stade larvaire	32
13.6. Prévention chez les femmes enceintes	33

Présentation des travaux de recherche
(Article 1)

1. Objectif	36
2. Matériel et méthodes	36
2.1. Préparation et conception de l'étude	36
2.2. Population à l'étude	37
2.3. Critères d'éligibilité	37
2.4. Collecte de données et contrôle de la qualité	37
2.5. Traitement et analyse des données	37
2.6. Approbation éthique	37
3. Résultats	38
3.1. Prévalence et tendance annuelle du paludisme pendant	38
3.2. Répartition du paludisme selon l'âge et le sexe	39
3.3. Répartition saisonnière du paludisme	41
4. Discussion	42

(Article 2)

1. Objectif	44
2. Matériel et méthodes	44
2.1. Conception et mise en place de l'étude	44
2.2. Détermination de la taille de l'échantillon	44
2.3. Processus de recrutement des participants	45
2.4. Analyse des données	46
2.5. Considérations éthique	46
3. Résultats	46
4. Discussion	57

(Article 3)

1. Objectif	62
2. Matériel et méthodes	62
2.1. Site d'étude	62
2.2. Plan d'étude	63
2.3. Enquêtes semestrielles par frottis sur la prévalence de l'infection à <i>Plasmodium falciparum</i>	64
2.4. Surveillance continue du paludisme non compliqué à <i>falciparum</i>	65
2.5. Prélèvement de moustiques et traitement des échantillons	65
2.6. Calcul de la prévalence et d'incidence	66
2.7. Analyse statistique	66
2.8. Considérations éthiques	67
3. Résultats	67
3.1. Densité et indice sanguin humain des moustiques anophèles	72
3.2. Taux moyen de morsure, taux d'infection, taux entomologique et taux d'inoculation dans <i>Anopheles gambiae s. l</i>	73
4. Discussion	74
4.1. Prévalence du paludisme asymptomatique chez la population étudiée	74
4.2. Saisonnalité du paludisme et incidence moyenne par âge du paludisme à Dangassa	75
4.3. Population de vecteurs du paludisme : densité, indice humain de morsure et taux d'inoculation entomologique	76
5. Limites	77
Conclusion	79
Références bibliographiques	80

Listes des figures

Figures	Intitulé	Pages
01	Frottis sanguins prélevés sur des patients de paludisme clinique. Grossissement x1000	08
02	Cycle de vie de paludisme	10
03	Frottis sanguins minces colorés au Giemsa. Barre d'échelle = 10 µm.	11
04	Estimation du nombre total de cas de paludisme en Afrique, 2017.	12
05	Carte géographique montrant le taux d'incidence de Malaria en 2019.	13
06	Prévalence selon l'âge des <i>Plasmodium</i> spp , 2014/2015.	15
07	Schéma des techniques et approches couramment utilisées pour générer des informations moléculaires dans le cadre d'enquêtes épidémiologiques.	18
08	Anophèle sur hôte humain	19
09	Modélisation de la transmission du paludisme <i>knowlesi</i>	23
10	Événements clés du programme dans le développement des spores dans les hépatocytes chez les rongeurs et les humains.	24
11	Représentation schématique de l'invasion des globules rouges par les mérozoïtes de <i>P. falciparum</i> .	25
12	Mécanismes médiés par les anticorps de l'immunité aux mérozoïtes	27
13	Représentation schématique d'un test de diagnostic rapide du paludisme.	28
14	Emplacement physique de la ville de Mojo.	36
15	Tendances annuelles de la prévalence du paludisme dans le centre de santé Mojo de 2016 à 2020.	38
16	Tendance annuelle des cas de paludisme par sexe dans le centre de santé de Mojo de 2016 à 2020.	40
17	Tendance annuelle des cas de paludisme par âge au centre de santé de Mojo de 2016 à 2020.	40
18	Tendance de la prévalence du paludisme avec les espèces de <i>Plasmodium</i> et le mois au centre de santé de Mojo 2016 à 2020.	41
19	Profil saisonnier de <i>P. vivax</i> , <i>P. falciparum</i> et les infections mixtes au centre de santé de Mojo de 2016 à 2020.	41
20	Raisons pour lesquelles les participants qui avaient des moustiquaires ne les ont pas utilisées la nuit précédant l'enquête.	49
21	Utilisation de médicaments antipaludiques pour la prophylaxie du paludisme.	50

22	Comparaison de la prévalence du parasite du paludisme à travers les mesures de prévention du paludisme.	57
23	Chronologie de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre le paludisme en cours à Dangassa au cours des 2 dernières décennies.	62
24	Plan du site d'étude	63
25	Variations saisonnières globales de la prévalence de l'infection à <i>P. falciparum</i> au début et à la fin de la transmission du paludisme de 2012 à 2020.	69
26	Infection palustre à <i>P. falciparum</i> spécifique à l'âge (nombre de frottis positifs/taille de la population par tranche d'âge au sein de la cohorte) au début et à la fin de la saison de transmission du paludisme de 2012 à 2020	70
27	Variations saisonnières globales du taux d'incidence mensuel du paludisme de 2013 à 2020.	71
28	Variation mensuelle moyenne des taux d'incidence du paludisme pour 1000 personnes-semaines à Dangassa de 2013 à 2020.	71
29	Moyenne par âge du taux d'incidence du paludisme de 2013 à 2020.	72
30	Densité moyenne mensuelle (MMD) et HBI d' <i>Anopheles gambiae s.l.</i> dans des habitations humaines à Dangassa.	73
31	Taux de piqûres mensuels d' <i>Anopheles gambiae s.l.</i> et variation du EIR de la transmission du paludisme de 2012 à 2019.	74

Liste des tableaux

Tableau	Intitulé	Page
01	Caractéristiques des espèces de <i>Plasmodium</i> dans un frottis sanguin mince coloré au Giemsa.	07
02	Profil épidémiologique du paludisme importé dans la province de Khemisset "Maroc"(2010).	14
03	Critères d'identification morphologique des Anopheles	20
04	Stratégies et matériels utilisés dans la prévention du paludisme.	33
05	Recommandations de prophylaxie antibiotique chez les enfants présentant une asplénie ou une hyposplénie.	34
06	Prévalence et tendances annuelles des cas de paludisme dans Le centre santé de Mojo.	39
07	Possession et utilisation de moustiquaires parmi les participants.	48
08	Autres méthodes étaient utilisées pour prévenir le paludisme.	51
09	Prévalence du paludisme parmi ceux qui avaient pris des médicaments antipaludiques.	53
10	Autres méthodes de prévention du paludisme et de la prévalence des parasites du paludisme.	55
11	Description sociodémographique de la population étudiée.	68

Liste des abréviations

ACT	Thérapies combinées à base d'artémisinine
ADCI	Inhibition cellulaire dépendante des anticorps
ADN	Acide désoxyribonucléique
AgG	Antigen G
An	Anopheles
APC	Antigen Present cellule
ASAQ	L'artésunate-amodiaquine
CD4	Groupe de différenciation4
CD8	Groupe de différenciation8
CFA	Le franc africain
CPS	Chimio prophylaxie saisonnière du paludisme
CSP	Circumsporozoïte protein
CQ	La chloroquine
DEET	N,N-diethyl-m-tolumaide
EIR	Taux dinoculation entomologique ER
GMPD	Geometric mean parasite density
HBI	Indice sanguin humain
HLC	Captures d'atterrissage humain
HRP-II	Plasmodium riche histidine
IC	Insuffisance cardiaque
ICF	International coach federation
IFAT	Test d'anticorps anti-immunofluorescence
IFN γ	Interféron γ
IRB	Institutionnel Commission d'examen
IRS	Intra-domiciliaire à effet rémanent
IPTI	Thérapie préventive intermittente du nourrisson
ITN	Moustiquaires imprégnées d'insecticide
Kg	Kilogramme
M	Male
Mg	Milligrammes
MHBR	Taux moyen de piqûres humaines
MID	Membre inférieur droit
MII	Moustiquaires imprégnées d'insecticide
MILD	Moustiquaires insecticides longue durée
MMD	Densité moyenne mensuelle
NBS	National bureau statistique
NMPC	National programme de lutte contre le paludisme
NPC	National population commission
OMS	Organisation Mondiale de la Santé

PCD	Diagnostic passif des cas
PCR	Polymerase chain reaction
PFEMP	<i>Plasmodium falciparum</i> erythrocyte membrane protein
PMI	Protection maternelle et infantile
PNLP	Programme national de lutte contre le paludisme
PSC	Captures de pulvérisation de pyréthre
PV	Parasitophorous vacuole
RBC	Cellules globules rouge
RCI	République de Côte d'Ivoire
RDC	République Démocratique du Congo
SM	Sphingomyéline
SP	Sulfadoxine-pyriméthamine
SPSS	Statistique pour sciences sociales
TDR	Tests de Détection Rapide
TNF-alpha	Facteur de nécrose tumorale alpha
TPI	Traitement préventif intermittent
TPIP	Thérapie préventive intermittente pendant la grossesse
U	Urbain
VIH	Virus de l'immunodéficience
VK	Kappa-chain variable
μl	Microlètre



Introduction

Introduction

Le paludisme est l'une des maladies parasitaires les plus meurtrières et les plus complexes au monde (Aguilar & Gutierrez, 2020). Il s'agit d'une maladie tropicale qui est transmise par un moustique anophèle femelle (Varo et al., 2020). Il est réparti dans 91 pays du monde. De plus, Sur 120 espèces de *Plasmodium* infectant les mammifères, les oiseaux et les reptiles, seules six sont connues pour infecter régulièrement les êtres humains (Elizabeth et al., 2018) et spécifiquement il y a deux espèces à savoir : *Plasmodium falciparum* et *Plasmodium vivax*, ces deux derniers ont un impact significatif sur la santé publique (Migliani et al., 2014) et qui sont transmises par les moustiques anophèles (Mikolajczak et al., 2015).

Le paludisme reste aujourd'hui l'un des plus grands problèmes de santé mondiaux, avec des centaines de millions de nouvelles infections et près d'un demi-million de décès chaque année (Bowman et al., 2020) et la transmission du parasite du paludisme est très hétérogène avec une transmission élevée et permanente dans les forêts côtières et humides (Christophe et al., 2019). Le paludisme nuit à l'hôte infecté en raison de l'infection au stade sanguin. La maladie résulte des réponses de l'hôte à cette infection et de la destruction accrue des érythrocytes infectés et non infectés (White, 2017).

Les symptômes du paludisme se développent une fois que le cycle érythrocytaire produit une parasitémie au-dessus d'un certain seuil (environ 100 parasites par μl). Les périodes d'incubation sont généralement de 10 à 14 jours pour *P. falciparum* ou *P. knowlesi*, de 2 à 3 semaines pour *P. vivax* et *P. ovale*, et de 18 jours ou plus pour *P. malariae*; cependant, il y a des variations, par exemple certaines souches de *P. vivax* ont une période d'incubation primaire de 3 à 6 mois (Elizabeth et al., 2018). En plus le paludisme importé est une maladie potentiellement mortelle et l'issue dépend en grande partie d'un diagnostic et d'un traitement rapides (Maltha et al., 2013). Cette revue met en évidence les développements récents dans notre compréhension de la physiopathologie du paludisme et sa traduction dans de nouveaux aspects de la prise en charge.

L'avantage des vaccins complets multiples est qu'ils stimulent les réponses immunitaires contre de nombreux antigènes. Le développement d'un vaccin est devenu très difficile à cause des parasites du paludisme. Des progrès ont récemment été réalisés avec l'achèvement d'un essai de phase 3 du vaccin candidat (RTS,S /AS01), qui avait été examiné par l'Agence européenne des médicaments et l'Organisation Mondiale de la Santé (Nevagi et al., 2021). Il n'existe actuellement aucun vaccin disponible dans le commerce contre le paludisme, plus de 20 autres vaccins combinés sont actuellement évalués dans des essais cliniques ou en développement préclinique avancé (Nevagi et al., 2021).

Introduction

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence l'importance du paludisme et son impact sur la santé publique en Afrique à travers une synthèse des travaux de recherche portant sur les données épidémiologiques dans trois pays Africains, l'Éthiopie, le Nigeria et le Mali, où la maladie est plus fréquente, et aussi discuter les facteurs de risque qui favorisent la transmission et l'acquisition de cette maladie. Les études ont porté sur les différentes méthodes utilisées et leur efficacité dans la prévention du paludisme chez les personnes et les enfants vivant dans une communauté rurale de la région de Mojo en Éthiopie et au sud-ouest du Nigeria et leur impact sur la propagation du paludisme, et analyse de l'évolution du paludisme chez l'homme dans la région de Dangassa au Mali, qui met en évidence les indicateurs de transmission entre les vecteurs du paludisme en relation avec la mise en œuvre des stratégies de contrôle et de prévention dans la région.

Ce travail est divisé comme suit : Une partie bibliographique dans laquelle nous avons donné un aperçu sur l'historique de la découverte de cette parasitose, son cycle de vie et des voies de transmission de l'infection avec ses vecteurs, ainsi que des risques et des complications de la maladie, comme nous avons également abordé les mesures préventives et thérapeutiques pour limiter la propagation de la maladie.

Une autre partie dans laquelle nous avons présenté trois travaux de recherche récents menés dans les pays susmentionnés qui ont déjà fait l'objet de publications, dans lesquelles nous avons discuté de l'analyse des données recueillies à l'aide de statistiques descriptives et examiner les différentes méthodes utilisées et leur efficacité dans la prévention du paludisme et leur impact sur la prévalence du paludisme et la mise en place des stratégies pour contrôler et prévenir le paludisme chez les humains dans les pays concernés.

Enfin, une conclusion générale dans laquelle nous avons fait un petit récapitulatif des résultats obtenus à travers ces travaux de synthèse.



**CHAPITRE 01 : ETUDE DE
PALUDISME**

1. Historique de la découverte du paludisme :

Le paludisme est l'une des maladies humaines les plus anciennes et les plus répandues (Loufouma Mbouaka et al., 2021). En plus des fièvres périodiques mortelles et une splénomégalie ont été mentionnées dès 2700 av. J.-C. dans les écrits Egyptiens et chinois (Garcia, 2010).

De 850 à 400 av. J.-C. environ. Les Grecs, y compris Homère et Empédocle d'Agrigente et d'Hippocrate, étaient bien conscients de la mauvaise santé. Surtout après l'apparition de cas de fièvre paludéenne et d'hypertrophie de la rate chez les personnes vivant à proximité des marécages (Francis EG, 2010). Il est bien connu que le mot Malaria est à l'origine un mot Italien signifiant air gâté, bien que cela ait été contesté (Rich & Ayala, 2003).

Le paludisme est arrivé à Rome vers 200 avant JC, s'est répandu dans toute l'Europe au XIIe siècle et est arrivé en Angleterre au XIVe siècle. On suppose que les explorateurs Européens, les conquistadors et les colons ont importé *Plasmodium malariae*, *Plasmodium vivax* aux Amériques. L'arrivée de *Plasmodium falciparum* a coïncidé avec l'importation d'esclaves Africains et, au début des années 1800, le paludisme a été découvert dans le monde entier (Garcia, 2010).

En 1880, les études scientifiques sont devenues possibles qu'après la découverte des parasites eux-mêmes par Charles Louis Alphonse Laveran, et l'incrimination des moustiques comme vecteurs (Migliani et al., 2014).

Ces dernières années, l'infection paludisme, qui a été diagnostiquée comme une espèce connue pour infecter les humains, a été identifiée comme un parasite du singe, *Plasmodium knowlesi*. Cette espèce a fait l'objet d'une enquête majeure sur l'évolution de la culture continue des stades érythrocytaires du parasite du paludisme humain, en 1976 (Butcher & Mitchell, 2018). L'Organisation Mondiale de la Santé est également actuellement confrontée à des défis importants, dans des pays africains lourdement touchés comme la République Démocratique du Congo. Ils comprennent l'émergence de souches de *Plasmodium* résistantes aux dérivés de l'artémisinine (Mikolajczak et al., 2015).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

2. Evolution de la taxonomie du genre *Plasmodium* :

2.1. Taxonomie : Le paludisme est une maladie parasitaire causée par des protozoaires du :

Embranchement: Apicomplexa (Escalante & Pacheco, 2019). **Classe :** Haemosporidae,

Ordre : Haemosporida **Famille :** Plasmodiidae

Genre: *Plasmodium* (Wotodjo, 2010).

2.2. Les cinq espèces du genre *Plasmodium* :

- ***P. falciparum*** : Ils sont nécessaires à la transmission du parasite de l'hôte humain au moustique (Gebru et al., 2017). C'est la seule espèce fréquente qui tue (99% des cas de paludisme en Afrique (Jr, 2018).
 - ***P. vivax*** : Est l'agent infectieux responsable de 80 à 300 millions de cas annuels de paludisme (Anderson et al., 2015). Il se propage plus rapidement que *Plasmodium falciparum* : présent dans les Amériques (75% des cas) (Aubry & Gaüzère, 2021).
 - ***P. ovale*** : Il est moins dangereux et rare que *Plasmodium falciparum* et les parasites actifs, et peut rester dormant dans le foie jusqu'à ce qu'il retrouve son activité de vigueur de *Plasmodium*. Il a un comportement similaire à *Plasmodium vivax* , il n'a pas besoin de l'antigène du groupe sanguin Duffy pour envahir les globules rouges (Jr, 2018).
 - ***P. malarie*** : Il comporte le cycle de vie le plus long par rapport aux autres espèces par conséquent, les symptômes cliniques durent plus longtemps chez le patient, le niveau d'infection diminue et la réponse immunitaire devient plus forte en raison du cycle de vie du parasite (Gonçalves et al., 2016).
 - ***P. knowlesi*** : C'est un parasite zoonotique du paludisme (Nevagi et al., 2021) situé dans les pays d'Asie du Sud-Est et qui est responsable du paludisme du singe, *P. knowlesi* (Escalante & Pacheco, 2019; White, 2017).
- Le tableau suivant représente les caractéristiques des espèces de *Plasmodium* dans un frottis sanguin mince coloré au Giemsa (Tableau 01)

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

Tableau 01: Caractéristiques des espèces de *Plasmodium* dans un frottis sanguin mince coloré au Giemsa (Garcia, 2010).

Espèce	Temps de cycle	Couleur du cytoplasme	Trophozoïte mature	Schizonte mature
<i>P.vivax</i>	44-48h	Décoloré, pâle	Masse amiboïde irrégulière ; 1 ou plusieurs petites vacuoles conservées jusqu'au stade schizonte ; remplit presque toute la cellule ; pigment brun fin	Mérozoïtes, 16 (12–24) chacun avec chromatine et cytoplasme, remplissant tout le globule rouge, à peine visible
<i>P.malariae</i>	72h	Normal	Les vacuoles disparaissent tôt ; cytoplasme compact, ovale, en forme de bande ou presque rond presque rempli de cellules ; la chromatine peut être masquée par un pigment brun foncé grossier périphérique	8 (6–12) mérozoïtes en rosettes ou amas irréguliers remplissant des cellules de taille normale, à peine visibles ; disposition centrale du pigment brun-vert
<i>P.falciparum</i>	36-48h	Parfois une couleur bleuâtre normale	Non observé dans le sang périphérique (sauf dans les infections graves) ; les phases de développement qui suivent la forme de l'anneau se produisent dans les capillaires des viscères	Non vu dans le sang périphérique
<i>P.Ovale</i>	48h	Décoloré, pâle	Compact ; les vacuoles disparaissent; pigment brun foncé, moins que chez <i>P.malariae</i>	Trois quarts des cellules occupées par 8 (8–12) mérozoïtes en rosettes ou en grappes irrégulières
<i>P.knowlesi</i>	24h	Normal	Formes de bandes de cytoplasme plus denses (légèrement amiboïdes) observées ; peu ou pas de pigment du paludisme (grains bruns fins dispersés).	Taille normale des globules rouges ; globules rouges déformés/fimbriés très rares ; occuper tout cellules globules rouge (RBC) ; maximum de 16 mérozoïtes ; pas de rosettes ; grappes de raisin.

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

Il existe des parasites du paludisme aviaire, qui ont servi de modèle expérimental pour comprendre le paludisme chez l'homme (Francis EG, 2010) y compris des parasites sanguins associés qui sont également présents (*Haemoproteus*, *Leucocytozoon* et *Fallisia*) et qui appartiennent à l'ordre Haemosporida (Apicomplexa) (Lark, N.J et al., 2017) à la famille des Plasmodiidae, Haemoproteiidae, Leucocytozooiidae et Garnidae, chacune contenant un genre : *Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Leucocytozoon* et *Fallisia*, respectivement et forment un groupe mondial de parasites (Figure 01) (Fecchio et al., 2020).

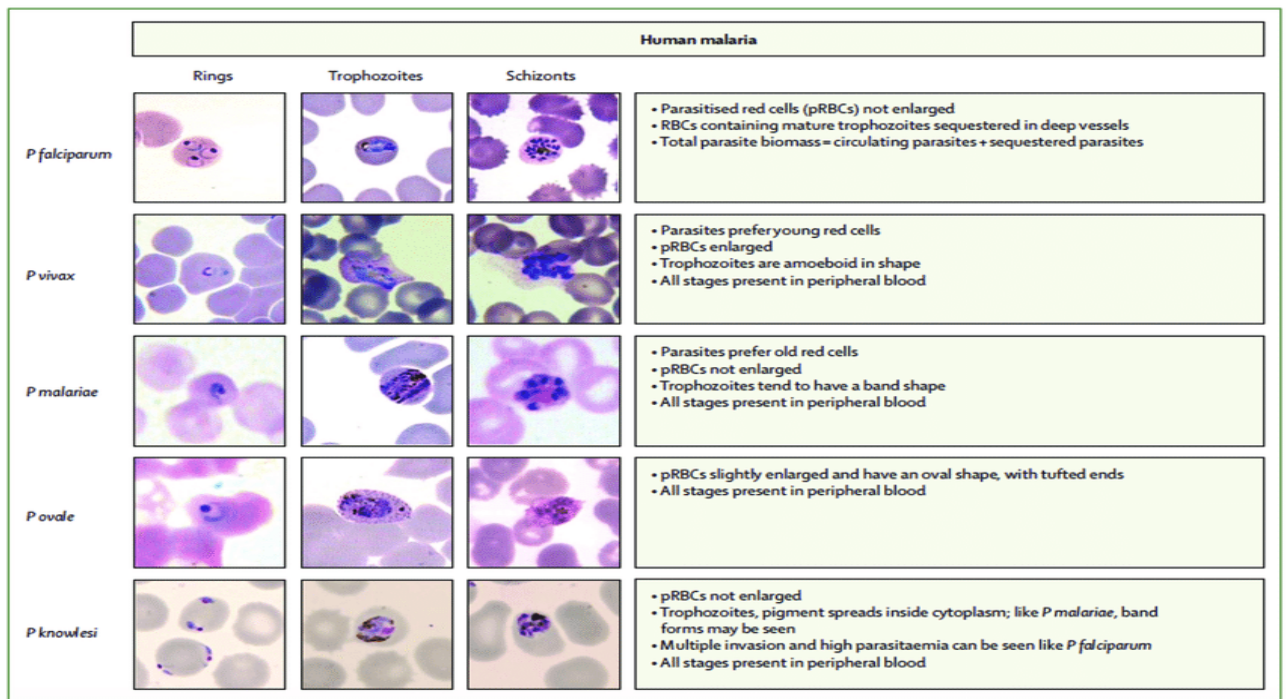


Figure 01 : Frottis sanguins prélevés sur des patients de paludisme clinique. Grossissement x1000 (Elizabeth et al., 2018).

3. Cycle de vie du paludisme :

Le cycle de vie du paludisme comprend deux hôtes (Bowman et al., 2020).

- ❖ **Phase asexuée chez l'homme** (hôte intermédiaire) : dans laquelle le cycle asexué se produit chez l'homme.
- ❖ **Phase sexuée chez l'anophèle femelle ou sporogonie** (hôte définitif): dans laquelle le cycle sexuel se produit chez les moustiques, où la maturité est atteinte (Aguilar&Gutierrez,2020). Par la piqûre d'un moustique anophèle femelle infecté par

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

Plasmodium, le paludisme est transmis à l'homme, lors du repas de sang, et les spores des glandes salivaires du moustique sont transférées dans le derme de la peau humaine (Figure 2) (Nevagi et al., 2021). Ils migrent ensuite vers le foie via la circulation sanguine où la fusion des gamètes, la méiose et la recombinaisons asexuée se produisent dans le sang (Li et al., 2019). Un certain pourcentage de parasites asexués au stade sanguin se développe par hasard en gamétocytes. Les formes immatures (stade I et IV) dans les organes internes pendant 12 jours maximum, avant de se développer en gamétocytes matures (stade V) qui apparaissent dans la circulation périphérique et peuvent être captées par un moustique suceur de sang anophèle femelle (Gebbru et al., 2017). Au cours de la phase sanguine du cycle de vie du parasite. Certains parasites font la différence entre les mâles et les femelles Gamétophyte responsable de la transmission des parasites. Les cellules placentaires subissent une gamétogénèse dans l'intestin moyen des moustiques pour former des gamètes mâles et femelles, qui sont fécondés dans œuf fécondé. Les zygotes se développent en ookinetes qui traversent l'épithélium de l'intestin moyen pour la formation des ovocytes (Vijayan & Chitnis, 2019). Chaque œuf sécrète des milliers de sporozoïte qui sont transférées aux glandes salivaires pour compléter le cycle de vie du parasite (Figure 02) (Delves et al., 2012).

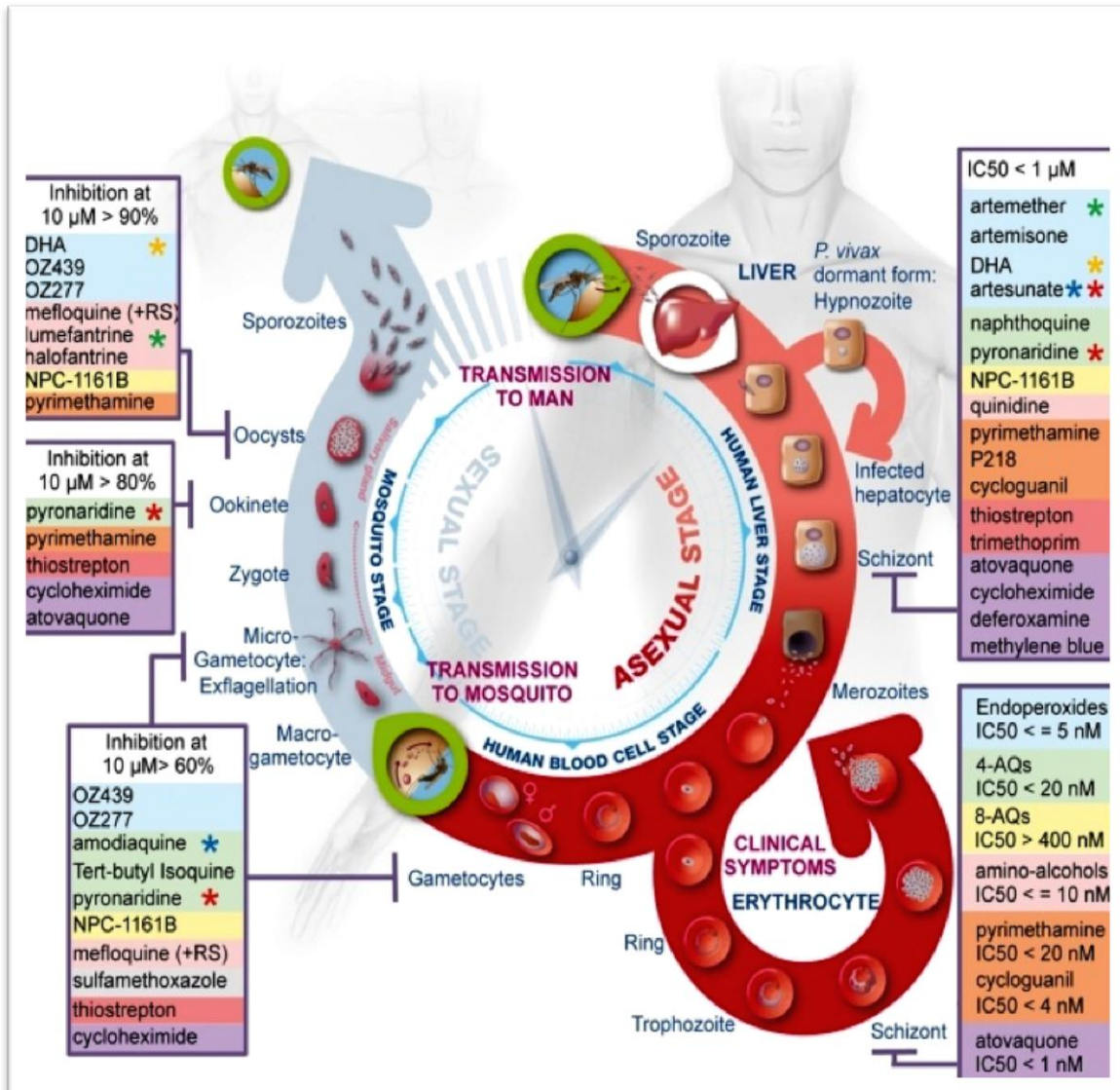


Figure 02 : Cycle de vie de *Plasmodium* (Delves et al., 2012).

4. Morphologie :

4.1. Structure des sporozoites :

La sporogonie de *Plasmodium*, est une phase extracellulaire de la réplication asexuée, se produit chez les moustiques anophèles (Frischknecht & Matuschewski, 2017). Ils se transforment et se développent en oocystes sous la lame basale entourant le tube digestif des moustiques anophèles (John C. Beier, 1998; Frischknecht & Matuschewski, 2017). Les sporozoites migrent via l'hémolymphe du moustique et envahissent la glande salivaire, décantant ainsi les sporozoites lors des repas sanguins ultérieurs des moustiques. Ensuite, un petit nombre de sporozoites sont injectées dans la peau de l'hôte et pénètrent dans la circulation sanguine par laquelle elles atteignent le foie en infectant les cellules hépatiques (Silvia et al., 2021).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

4.2. Structure des trophozoïtes : (Figures 03 a, d) se développent principalement dans les érythrocytes matures (Figure 03 b, d), mais parfois aussi dans les érythrocytes polychromatiques (Figure 03 a, c). Les premiers trophozoïtes sont généralement de forme irrégulière, souvent de contour amibien (Figure 03 a, b), les trophozoïtes prennent progressivement la place des noyaux dans les globules rouges infectés latéralement. Les trophozoïtes avancés possèdent des noyaux et un cytoplasme proéminents, mais manquent de vacuoles (Figure 03 c, d) ; ils sont souvent attachés aux noyaux des cellules hôtes (Figure 03 d), qui sont légèrement décalé. Les granules de pigment sont arrondies, petites ($< 0,5 \mu\text{m}$), peu nombreuses, brun foncé et généralement regroupées (Valkiunas et al., 2018).

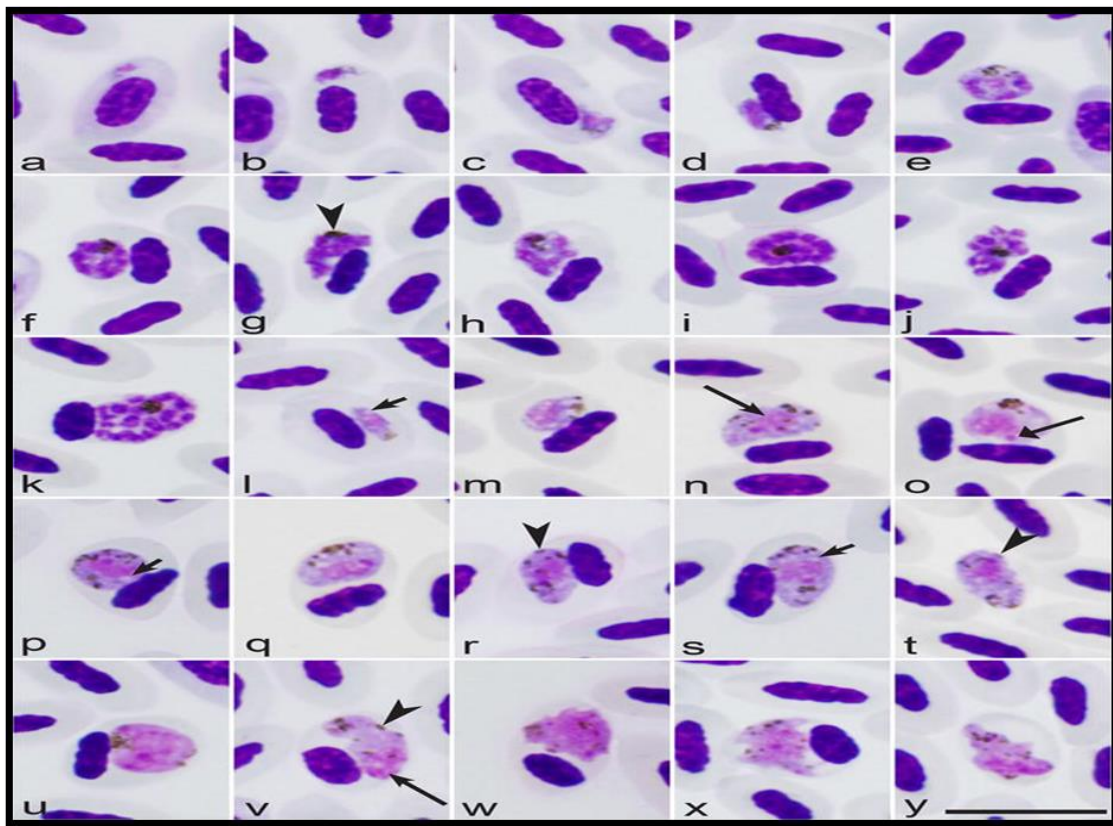


Figure 03: Frottis sanguins minces colorés au Giemsa. Barre d'échelle = $10 \mu\text{m}$ (Valkiunas et al., 2018).

5. Épidémiologie :

5.1. Répartition géographique des espèces de paludisme en Afrique :

Le paludisme est l'une des causes principales de la mortalité infantile en Afrique (Rich & Ayala, 2003) et est transmis par la piqûre d'un moustique anophèles femelle. La cause de la

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

propagation du paludisme dans les régions tropicales et subtropicales est l'environnement favorable aux vecteurs locaux, en termes d'altitude, de climat et de couverture végétale, et elle est étroitement liée à la pauvreté, aux ressources naturelles, catastrophes et guerres. Les modes de transmission moins courants sont de la mère à l'enfant ou par transfusion sanguine (Elizabeth et al., 2018).

- L'Afrique est la région la plus touchée par le paludisme, d'après les données du rapport mondial sur le paludisme 2018, il y a une diminution marquée du nombre de cas de paludisme dans le monde contre 239 millions de cas en 2010. Sur les près de 219 millions de cas en 2017, 92 % se trouvaient dans la région Africaine de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). La figure 04 représente les cas de paludisme dans les pays Africains (Mbacham et al., 2019).

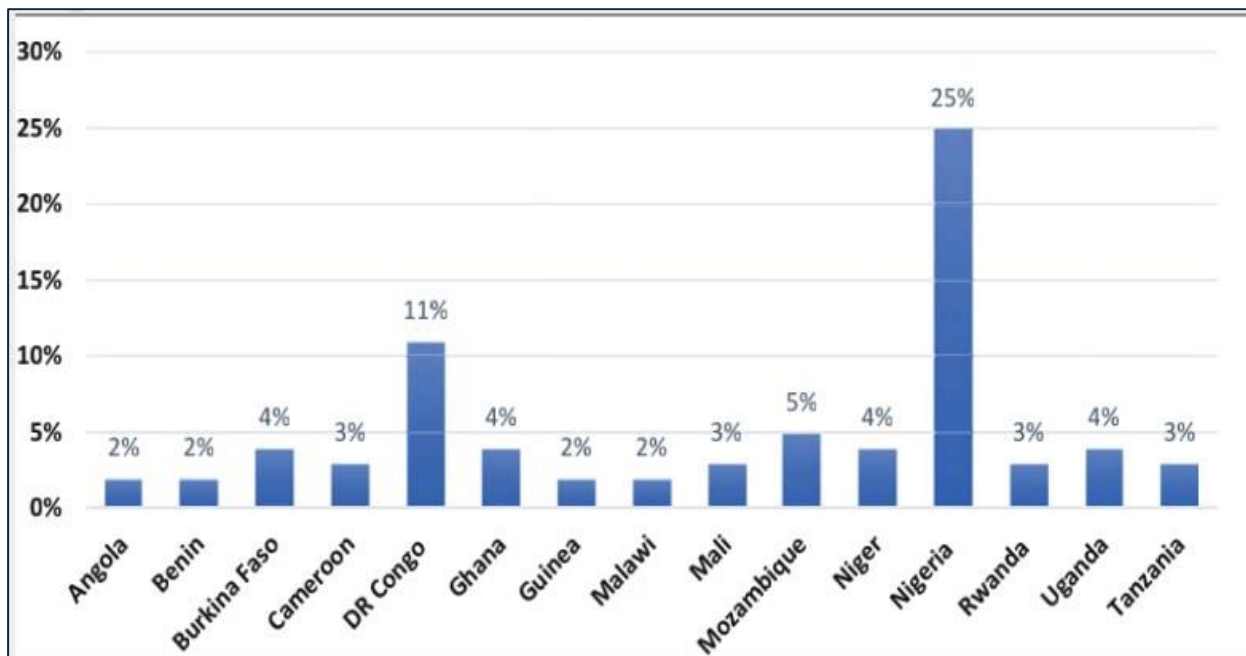


Figure 04: Estimation du nombre total de cas de paludisme en Afrique, 2017 (Mbacham et al., 2019).

- Des études ont été menées en Afrique subsaharienne où des données ont été collectées (Figure 05) ont été collectées avec des enregistrements géo-spatiaux sur des sites d'intensités de transmission variables pour détecter les espèces du paludisme (Mogeni et al., 2017).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

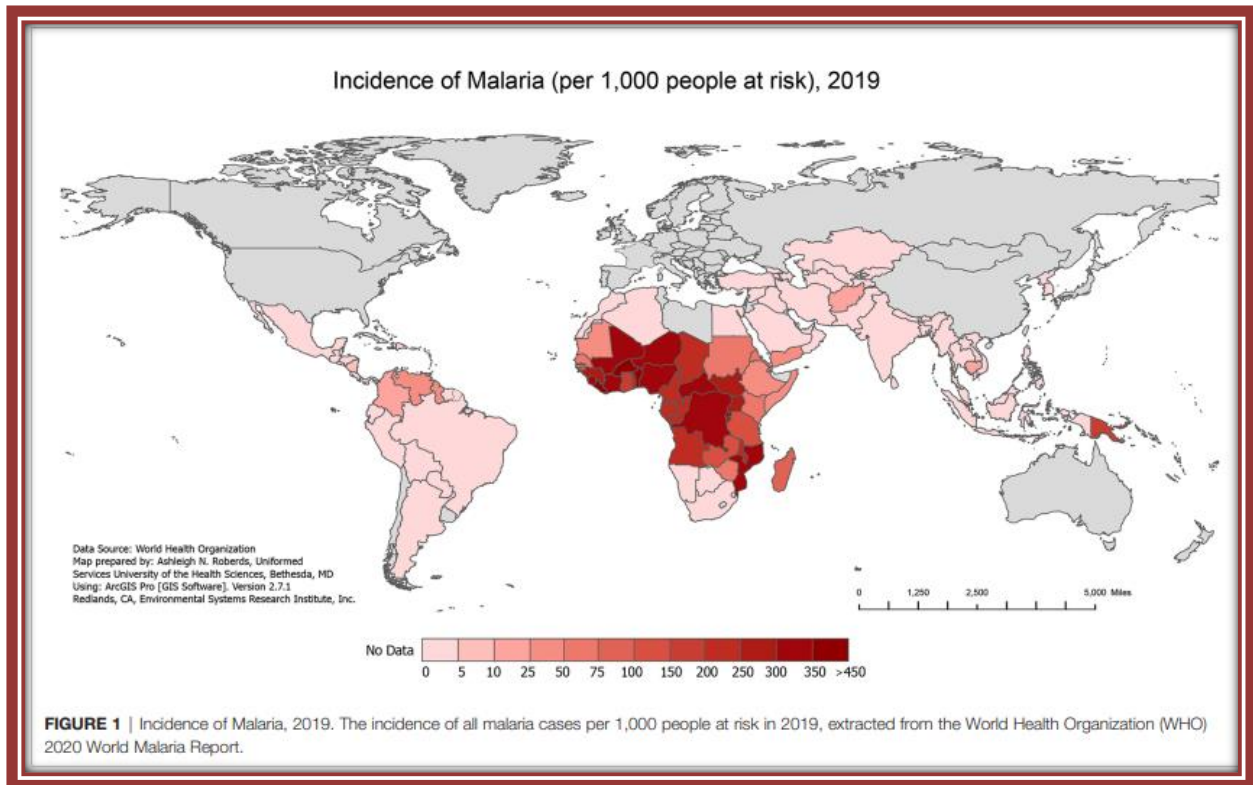


Figure 05: Carte géographique montrant le taux d'incidence des cas de Malaria en 2019 (Roberds et al., 2021).

Une association entre le paludisme et l'infection à *R. felis* en ce qui concerne la répartition géographique a été récemment démontrée par des analyses menées au Centre Hospitalo-Universitaire d'Oran en Algérie et à l'Institut Pasteur de Casablanca au Maroc, cela a conduit à la connaissance de la transmission de l'infection bactérienne commune en Afrique Sub-Saharienne (Vour'h et al., 2021). En Algérie, en 1968, une campagne d'éradication du paludisme a stoppé la transmission de *P. falciparum* et aucun cas de *P. falciparum* n'a été signalé depuis 1975. La dernière épidémie de *P. vivax* a été signalée en 1991. Depuis lors, aucun cas n'a été signalé. Peu de cas ont été rapportés aux frontières sud, en raison du flux frontalier des échanges commerciaux (Bouiba et al., 2016).

En 2010, le paludisme était l'une des plus grandes épidémies endémiques connues au Maroc, qui a connu une large propagation. Il existe quatre types de parasites humains qui causent la maladie : *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale* et *Plasmodium falciparum* sont les plus terrifiants surtout dans les pays tropicaux et subtropicaux avec des éperons saisonniers, en revanche, il ne se produit que pendant la période chaude et humide (température > 18°C). Le tableau 02 représente les cas des deux pays Africains à l'origine de

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

ces cas de paludisme dans la province de Khemisset (Maroc) : République Démocratique du Congo (RDC) et République de Côte d'Ivoire (RCI) (Larhballi et al., 2014).

Tableau 02 : Profil épidémiologique du paludisme importé dans la province de Khemisset "Maroc"(2010) (Larhballi et al., 2014)

Années	Nb de cas positive	Sexe	Age (ans)	Milieu	Origine	Espèce trouvée
2000	2	M	32	-	RDC	<i>P.falciparum</i>
2001	1	M	30	-	RDC	<i>P.falciparum</i>
2002	1	M	31	-	RDC	<i>P.falciparum</i>
2003	4	M	30 à 39	2 U, 2 R	RDC	<i>P.falciparum</i>
2004	2	M	32 et 44	2 U	RDC	<i>P.falciparum</i> et <i>P.Ovale</i>
2005	0	-	-	-	-	-
2006	2	M	30 et 45	1 U, 1 R	RDC, RCI	<i>P.falciparum</i>
2007	0	-	-	-	-	-
2008	1	M	23	U	RCI	<i>P.falciparum</i>
2009	0	-	-	-	-	-
2010	1	M	33	U	RDC	<i>P.falciparum</i>
2009	0	-	-	-	-	-
2010	1	M	33	U	RDC	<i>P.falciparum</i>

- M: male, U : urbain, R : rural, RCD: République Démocratique du Congo, RCI : République de Côte d'ivoire.

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

5.2. Saisonnalité :

En infectant les moustiques anophèles à une certaine période de temps, les cellules porteuses contribuent à la propagation de la maladie (Galatas et al., 2016). Ces périodes peuvent être la saison des pluies à Korhogo, plus précisément deux mois après l'irrigation des rizières à Kaédi. par conséquent, le traitement des vecteurs de maladies infectieuses Antigen Present Cellule (APC) dans les zones endémiques peut réduire le taux de cas cliniques dans les deux sites enquêtés (Figure 06) (Gbalégba et al., 2018).

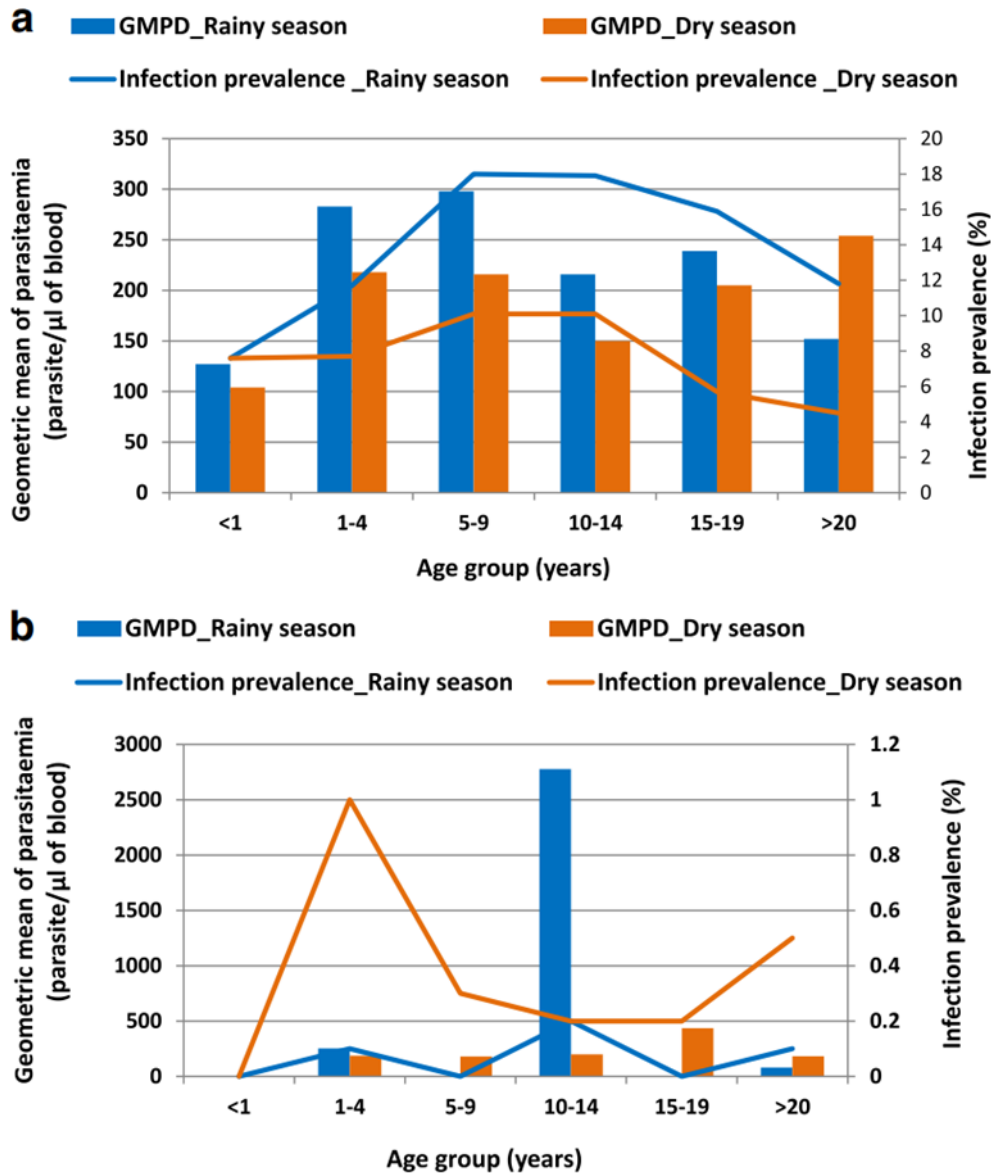


Figure 06 : Prévalence selon l'âge des *Plasmodium* spp, 2014/2015 (Gbalégba et al., 2018).

Les infections paludéennes ont suivi des variations saisonnières. Cependant, alors qu'à Korhogo, le paludisme présentait la prévalence la plus élevée pendant la saison des pluies, l'inverse a été observé à Kaédi où la prévalence de l'infection était la plus élevée pendant la

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

saison sèche. A Korhogo, la forte prévalence du paludisme pendant la saison des pluies est probablement due à l'abondance des moustiques anophèles pendant cette période. Les précipitations créent des sites de reproduction plus productifs pour la régénération des populations de vecteurs et, par conséquent, la transmission du paludisme augmente. De plus, pendant la période des pluies, de plus grandes quantités de vecteurs de cellules placentaires sont générées. Les observations à Kaédi ne correspondent pas à ce modèle commun et diffèrent par rapport à la région sud de la Mauritanie (Gbalégba et al., 2018).

Il a été constaté que la prévalence du paludisme est plus élevée pendant la saison des pluies (White, 2018) par rapport à la saison sèche « froide ». Ce résultat contradictoire peut être dû à la période des investigations de terrain et à la plus faible abondance des vecteurs du paludisme durant cette période. Une étude précédente rapportait une prévalence de 16,6 % en Avril-Mai 2003. A Nouakchott, l'environnement socio-économique et les caractéristiques géographiques de la ville semblent influencer la transmission et la sévérité du paludisme. La densité des vecteurs et les taux de spores influencent également le taux de pollinisation par les insectes (Gbalégba et al., 2018).

5.3. Paludisme chez les enfants :

Les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes sont considérés comme les plus exposés aux effets indésirables du paludisme, tels que le paludisme grave. Les manifestations les plus courantes du paludisme grave chez les enfants sont le paludisme cérébral ou l'anémie palustre grave (Thomas et al., 2021).

En 2019, 67 % de tous les décès dus au paludisme ont été estimés chez les enfants Africains de moins de Cinq ans (Mohammad et al., 2021).

5.4. Paludisme chez les sujets immunodéprimés :

L'épidémiologie mondiale du virus de l'immunodéficience (VIH/SIDA) et du paludisme chevauche parce qu'un nombre important d'individus infectés par le VIH vivent dans des régions où les niveaux de transmission du paludisme sont différents. Bien que les conséquences de la coïnfection par le VIH et les parasites du paludisme ne soient pas entièrement comprises, les preuves disponibles suggèrent que les infections agissent de manière synergique et entraînent ensemble de moins bons résultats (Skinner-Adams et al., 2008).

5.5. Paludisme chez la femme enceinte :

Chez la femme enceinte, l'infection à *Plasmodium falciparum* augmente le risque d'anémie maternelle, de fausse couche, de mort naissance, de retard de croissance fœtale, de faible poids à la naissance, de prématurité et de mortalité néonatale (Thomas et al., 2021).

Les femmes enceintes sont un groupe particulièrement vulnérable car le paludisme l'infection peut entraîner une perte de grossesse, une anémie sévère, un œdème pulmonaire et une hypoglycémie (Plewes et al., 2019). La mortalité chez les femmes enceintes atteintes de Sphingomyéline (SM) peut atteindre 50 % et est plus susceptible de survenir au cours des 2e et 3e trimestres, en particulier lors de la première grossesse. De plus, les femmes enceintes courent un risque plus élevé d'échec thérapeutique. Au premier trimestre de la grossesse, il est recommandé d'utiliser la quinine et la clindamycine par voie orale, pendant 7 jours (Varo et al., 2020). Les médicaments recommandés au cours des 2e et 3e trimestres de la grossesse sont les thérapies combinées à base d'artémisinine (ACT) qui se sont avérés sûrs et efficaces et on s'attend à ce qu'ils soient également indiqués dans un proche avenir au cours du premier trimestre (Dellicour et al., 2017).

Le paludisme congénital est rare dans les pays d'endémie où les mères ont un niveau élevé d'anticorps qu'elles transmettent à leur fœtus, mais cette complication doit être prise en considération lorsque des femmes enceintes naïves sans aucune immunité contre le paludisme se rendent dans des zones d'endémie et y sont infectées. Le paludisme congénital chez les nouveau-nés se comporte comme une maladie systémique et doit figurer dans le diagnostic différentiel de la septicémie néonatale (Varo et al., 2020).

5.6. Épidémiologie moléculaire :

En l'absence de données épidémiologiques et cliniques, il devient très important de détecter le matériel génétique du parasite du paludisme (Dalmat et al., 2019) en ciblant les gènes exprimés que dans les cellules placentaires (Escalante & Pacheco, 2019). Compte tenu de la large application des technologies moléculaires dans l'épidémiologie du paludisme (Figure 07). Les méthodes couramment utilisées sont discutées en lien avec les questions de biologie et de génétique des populations lorsque ces liens sont pertinents. La figure 07 montre un schéma reliant les techniques moléculaires dans le cadre de problèmes couramment abordés.

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

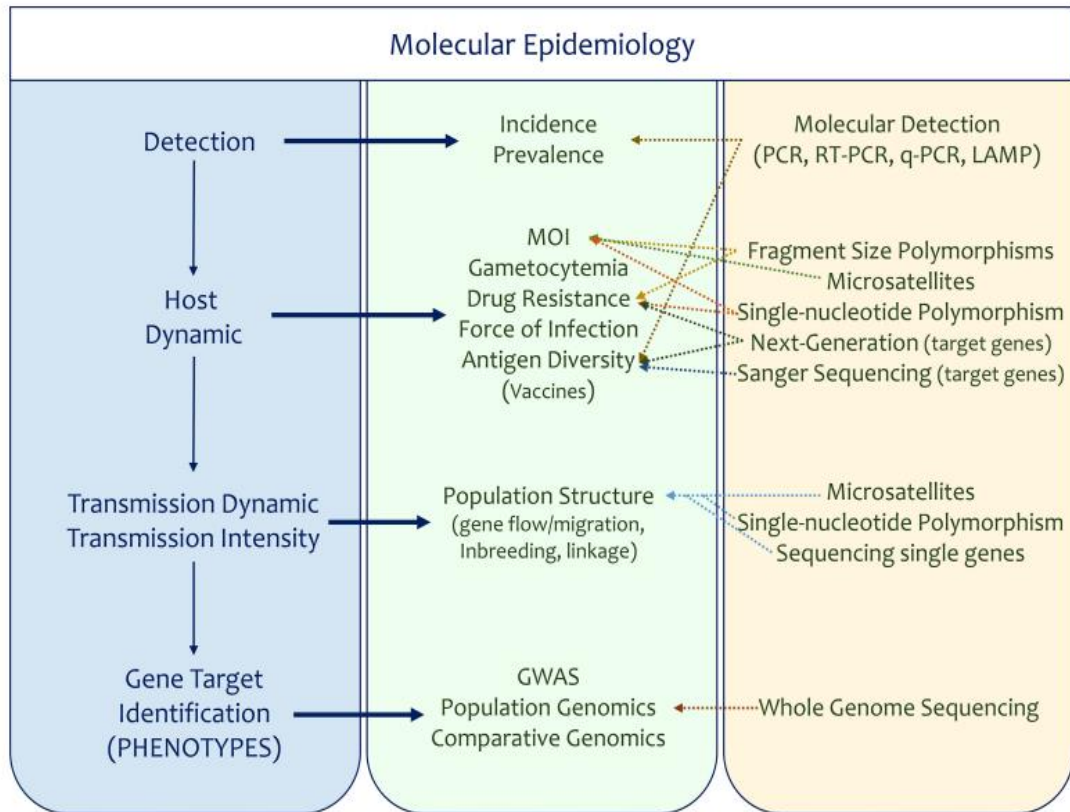


Figure 07 : Schéma des techniques et approches couramment utilisées pour générer des informations moléculaires dans le cadre d'enquêtes épidémiologiques (Escalante & Pacheco, 2019).

6. Le vecteur :

Le vecteur du paludisme est le moustique anophèle femelle, gorgé de sang, transmettant le parasite lors d'un repas de sang. c'est un moustique nocturne, au vol silencieux, à la piqûre indolore comme représenté dans la figure 08. Sa durée de conservation est d'environ 30 jours. Il existe de nombreuses espèces d' anophèles, mais les vecteurs du paludisme sont peu nombreux. Les deux types les plus courants sont : *An. gambiae* et *An. funeste* (Aubry & Gaüzère, 2021).

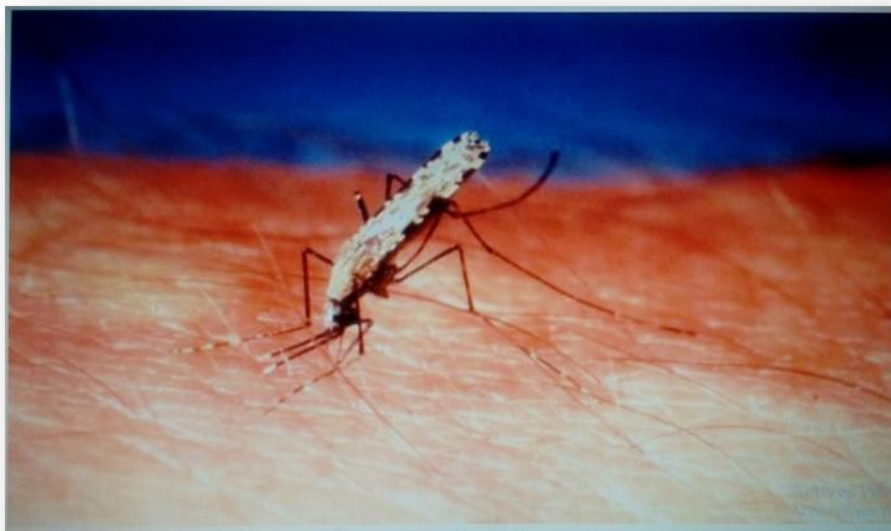


Figure 08: A nophèle sur hôte humain (Marquis et al., 2013).

6.1. Ecologie vectorielle (anophèle femelle) :

Les œufs d'anophèles mûrissent en mangeant des repas de sang, a une espérance de vie de 3 à 12 semaines, et reste proche de son lieu de naissance (<300 m) (Delaunay et al., 2012).

Les piqûres de moustiques se font généralement la nuit entre le coucher et le lever du soleil, vivent à l'intérieur ou à l'extérieur (endophiles/de plein air), préfèrent les humains ou les animaux (anthropophiles/amoureux des animaux), les moustiques sont plus fréquents à certains endroits qu'à d'autres (Aubry & Gaüzère, 2021). Longue vie et préférence pour les morsures humaines par rapport aux autres animaux, en particulier l'*An. gambiae*, est responsable de la mort plus de 90 % dus au paludisme en Afrique subsaharienne (Alies, N., & Chougourou, 2016).

- Quelques espèces prédominantes de moustiques anophèles en Afrique (Rossati et al., 2016).
- Les espèces d'anophèles en Afrique comprennent : *An. arabiensis*. *An. funestus*. *An. gambiae*. *An. melas.*, et *An. meru*.
- Le tableau suivant représente la morphologie des anophèles (Tableau 03).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

Tableau 03 : Morphologique des anophèles (Alies, N., & Chougourou, 2016).

Genre	Anophèles
Œufs	La couvée d'anopheles se compose généralement de 50 à 300 œufs, chacun mesurant 1/2 millimètre de long. Où les œufs d'anophèles de couleur blanche et brune sont pondus individuellement, en vol, à la surface de l'eau, et ils ont généralement des flotteurs latéraux, et se rassemblent parfois à leurs extrémités pour former des types d'étoiles (jusqu'à 6 œufs) sur l'eau.
Larves	Les larves d'anophèles sont reconnues parmi certaines des larves d'insectes aquatiques en raison de leur manque de pattes et d'un thorax relativement grand, au cours de son développement, la larve d'anophèle passe par quatre étapes ; Où chaque stade permet à la larve d'augmenter de taille au fur et à mesure que la nouvelle cuticule durcit. Au quatrième stade, il mesure de 12 à 15 mm et se compose de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.
Pupe	En fin de vie des larves la cuticule de la larve se divise longitudinalement pour faire place à la nymphe avec 4 caractéristiques : Nymphe céphalique thoracique, avec abdomen de 10 segments (dont 8 sont visibles), avec les palmes de natation, des contractions abdominales soudaines se produisent pour permettre le mouvement, il respire par deux cornes situées à l'extrémité de l'abdomen, s'écoulant à la surface de l'eau lorsque la nymphe est au repos. Il est dépourvu de nourriture.
Adultes	Les moustiques anophèles sont rapidement identifiables, par certaines morphologies : - Chironomidés, de même taille, ils volent abondamment le soir le long des étendues d'eau stagnante ou courante, et sont inoffensifs car dépourvus de toute partie nocive de la bouche, ils comportent trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen.

7. Transmission :

7.1. Transmission vectorielle :

Au tournant du 9^{ème} siècle, la découverte a conduit à la transmission du paludisme à l'homme par des moustiques du genre femelle anophèles, qui comprend 465 espèces officiellement reconnues dans le monde (Raymond et al., 2017). La transmission du paludisme nécessite une interaction entre l'hôte, le vecteur et le parasite. Il existe quatre types de parasites responsables du paludisme humain : *P. falciparum*, *P. ovale*, *P. malariae* et *P. vivax*. L'homme peut occasionnellement être infecté par plusieurs espèces de singes, comme *P. knowlesi*, reconnu en 2004 en Asie du Sud-Est. Alors que *P. falciparum* est responsable de la plupart des cas de paludisme, 8 % des cas estimés sont causés par *P. vivax*. Le cycle de vie de toutes les espèces de parasites du paludisme humain est caractérisé par un stade sexuel externe au cours duquel la reproduction a lieu chez plusieurs espèces de moustiques anophèles et un stade autotrophe chez l'hôte vertébré (Rossati et al., 2016). Le temps nécessaire au développement d'un œuf mature dans les glandes salivaires est assez variable (de 7 à 30 jours), caractéristique de chaque espèce et influencé par la température ambiante. La gravité de la transmission du paludisme dépend de la forte interaction entre l'homme, l'écosystème et le vecteur, il existe deux types de paludisme :

Paludisme instable : transmission brève, vie de l'anophèle brève, peu de prémunition, forte mortalité à tout âge.

Paludisme stable : transmission prolongée, circulation anophélienne pérenne, et à une espérance de vie longue, prémunition rapide, mais mortalité infantile importante. Le paludisme stable existe dans toute l'Afrique intertropicale (Aubry & Gaüzère, 2021).

7.2. Transmission hydrique :

Avec l'augmentation de la population et les menaces liées au changement climatique, la demande de stockage de l'eau devrait augmenter, en particulier dans les pays en développement. La construction de barrages est essentielle pour assurer la sécurité alimentaire et réduire la pauvreté en Afrique, mais le stockage de l'eau et la construction de barrages ont eu un impact négatif sur la santé publique due aux maladies à transmission vectorielle, en particulier le paludisme (Kibret et al., 2017). Une maladie qui cause entre 300 et 500 millions d'infections et environ 655 000 décès dans le monde chaque année. Le développement des projets d'irrigation en Afrique subsaharienne augmentait le risque de paludisme (Kibret et al., 2014). Sachant que les précipitations saisonnières sont à l'origine de la transmission du paludisme car les moustiques anophèles dépendent de l'eau stagnante

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

dans leurs habitats de reproduction (Bomblies, 2012). Il est étroitement lié à l'eau ou à sa carence. C'est une composante essentielle du cycle de vie des vecteurs de maladies transmises par morsure, comme le paludisme, et pour beaucoup d'entre eux constitue un maillon essentiel de la chaîne épidémiologique, les principales sources de déclin de la santé humaine. En effet, la mauvaise qualité de l'eau, la carence ou l'excès de disponibilité en eau sont autant de situations qui conduisent à la détérioration de la qualité de l'habitat et au développement de vecteurs de maladies. Ainsi, il existe une relation entre l'environnement et les risques sanitaires (Marquis et al., 2013).

7.3. Transmission par transfusion sanguine :

Le moyen le plus courant est la transmission du paludisme par des vecteurs. Cependant, le paludisme est rarement transmis de la mère à l'enfant pendant la grossesse et par transfusion sanguine. Il est présent et décrit dans les pays où le paludisme est endémique, en particulier pendant les saisons où la maladie est la plus fréquente. L'OMS a recommandé que le paludisme à diffusion hématogène est grave et souvent mortel chez les femmes enceintes, les enfants de moins de cinq ans et les personnes immunodéprimées (Iro et al., 2019). Bien que la transmission du paludisme par le sang soit rare, elle se produit toujours dans les pays non endémiques et fait l'objet d'une large publicité, ce qui est clairement quelque chose à prévenir. Les services de sang dans les pays non endémiques ont fait des efforts continus pour réduire le risque de transmission du paludisme (Garraud et al., 2008).

7.4. Transmission zoonotique par une seule espèce :

En 1965, les types de paludisme les plus dangereux et les plus mortels se sont propagés en Malaisie, qui s'est déplacée vers l'Asie du Sud-Est à la suite de la déforestation en Malaisie, où les macaques se sont déplacés de leur habitat naturel vers les villages, et de là l'épidémie a commencé (Noorazian et al., 2022). Cela indique que le parasite du paludisme du genre *Plasmodium knowlesi* infecte généralement les macaques à longue queue, transmis des singes aux humains par piqûre de moustique, et transmis d'homme à homme, par exposition au sang d'une personne infectée, car le parasite du paludisme infecte les globules rouges (Figure 09), et cette exposition comprend les éléments suivants : de la mère à son fœtus pendant la grossesse, par des transfusions sanguines ou le partage d'aiguilles utilisées dans l'injection de drogues et le taux d'infection chez les adultes est plus élevé que chez les enfants en raison de leurs déplacements dans le plein air où aucun insecte n'entre dans les maisons (Ahmed & Cox-Singh, 2015).

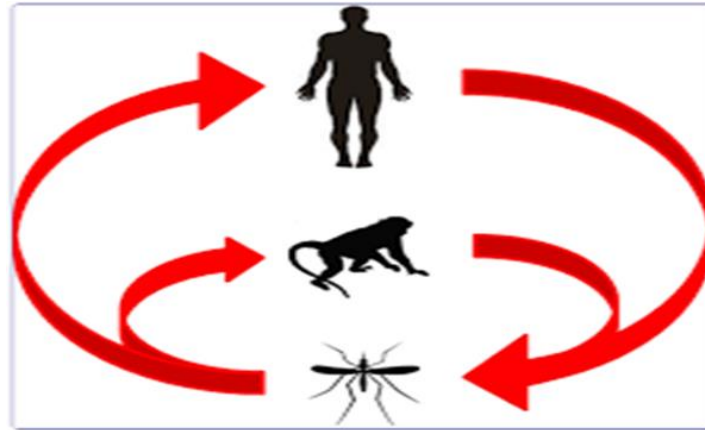


Figure 09 : Modélisation de la transmission du paludisme à *knowlesi* (Yakob et al., 2010).

8. Pathogénie :

Le parasite du genre *Plasmodium* cible et détruit les globules rouges, entraînant une anémie (hémolyse des globules rouges), en plus de provoquer une hypertrophie de la rate, également connue sous le nom de fièvre palustre (Haldar & Mohandas, 2009). Le parasite au stade sanguin asexué infecte les globules rouges matures, et ce stade d'infection sont responsables de tous les symptômes et maladies associés au paludisme. Le paludisme simple est associé à une fièvre et des frissons périodiques, dont la fréquence reflète la réplication dans les cellules sanguines (Haldar & Mohandas, 2009).

Une compréhension complète des mécanismes par lesquels *Plasmodium* envahit et provoque des maladies peut aider à découvrir de meilleurs traitements et méthodes d'immunisation (Wright & Rayner, 2014). Par conséquent, on s'est davantage appuyé sur la génomique, qui à son tour a stimulé une nouvelle compréhension des mécanismes cellulaires et moléculaires de l'infection et de l'immunité (David, 2015).

L'infection à *Plasmodium* se produit avant le stade érythrocytaire (Lindner et al., 2012) en injectant un sporozoïte dans la peau de l'hôte à partir de la pointe d'un moustique anophèle infecté (Sinnis & Zavala, 2012).

Les sporozoïtes migrent vers les cellules hépatiques pour les infecter et y provoquer une reproduction asexuée, donnant naissance à des dizaines de milliers de mérozoïtes infectieux dans les érythrocytes pour initier l'infection au stade sanguin (Figure 10) (Lindner et al., 2012). (Lindner et al., 2012)(Lindner et al., 2012)(Lindner et al., 2012) L'ensemble de ce processus prend 5 à 7 jours pour les parasites infectant les humains.

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

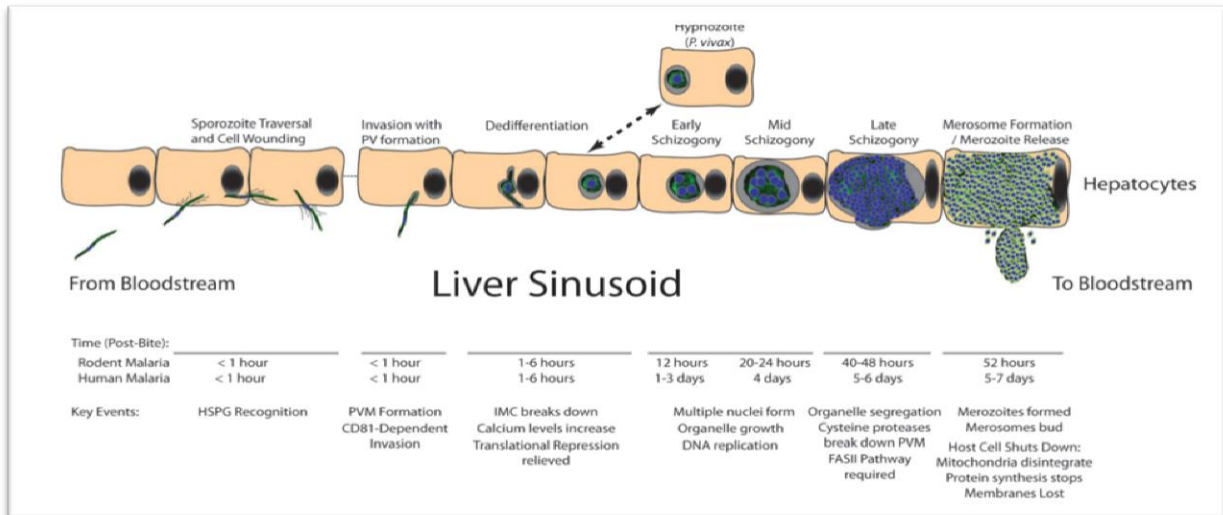


Figure 10 : Événements clés du programme dans le développement des spores dans les hépatocytes chez les rongeurs et les humains (Lindner et al., 2012).

Un sporozoïte hautement infectieux se déplace vers le foie en quelques minutes, où il traverse l'endothélium, blesse plusieurs hépatocytes sans les envahir et finalement envahit un hépatocyte. Lors de l'invasion, le parasite forme une vacuole parasite (grise) autour de lui, expulse/désassemble activement les organites liés à l'invasion et se différencie en un trophozoïte (Lindner et al., 2012). L'infection par *P. vivax* peut également produire une forme « hypnozoïte » dormante qui peut se réactiver après des mois ou des années plus tard (Beeson et al., 2016). Les parasites au stade hépatique consomment le contenu de l'hépatocyte et répliquent largement leur génome et leurs organites, qui sont séparés pendant la schizogonie en chacun des dizaines de milliers de mérozoïtes (Lindner et al., 2012).

Le parasite atteint une taille environ 10 fois supérieure à celle d'un hépatocyte non infecté. Dans la schizogonie, la membrane de la vacuole parasitophore (PV) se décompose et les mérozoïtes sont enfermés dans des vésicules appelées mérosomes, qui se forment à partir de la membrane plasmique de l'hépatocyte. Les mérosomes sont libérés dans la sinusoïde du foie, pénètrent dans la circulation et finissent par éclater dans la microvasculature pulmonaire pour libérer les mérozoïtes (Lindner et al., 2012).

Les protéines situées à la surface des mérozoïtes ou au sein des organites appelées rhoptries et micronèmes à l'apex des mérozoïtes jouent un rôle important dans l'invasion des RBC (Bannister & Mitchell, 2009) car il contribue à l'adhésion des mérozoïtes à la surface des globules rouges. Les mérozoïtes à leur tour se réorientent de manière à ce que leur extrémité apicale soit en contact avec la surface des globules rouges (Figure 11). Des réactions

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

secondaires se produisent alors qui médient une forte liaison irréversible au cellules de globules rouge (RBC), entraînant la libération du contenu des rhoptries et la formation de la jonction serrée. L'invasion des mérozoïtes se poursuit ensuite via le moteur actine-myosine, et le traitement de plusieurs protéines de surface des mérozoïtes se produit. L'invasion est complétée par un resserrement de la membrane érythrocytaire (Beeson et al., 2016).

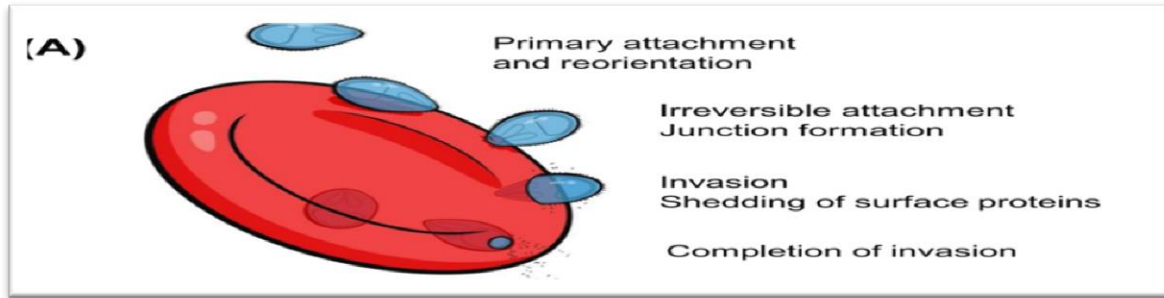


Figure 11 : Représentation schématique de l'invasion des globules rouges par les mérozoïtes de *P. falciparum* (Beeson et al., 2016).

9. Signes Cliniques :

Quarante-huit (48) heures après l'infection à *Plasmodium*, les symptômes apparaissent progressivement de la fatigue, des maux de tête, des douleurs articulaires, des douleurs musculaires, des douleurs abdominales et thoraciques qui imitent toute maladie virale mineure. Après cela, une forte fièvre pouvant atteindre 40 °C celsius apparaît chez les enfants et les personnes non immunisées. Lorsque le cycle érythrocytaire du parasite dépasse le seuil estimé (environ 100 parasites par microlitre), les symptômes du paludisme se développent. La période d'incubation au parasite varie selon chaque espèce : Par exemple, *P.falciparum* et *P.knowlesi* entre 10 à 14 jours et *P. malariae* plus de 18 jours, alors que pour *P.vivax* et *P. ovale*, est entre 2 à 3 semaines (Elizabeth et al., 2018), dont presque 50% des cas concernent des enfants (Crawley et al., 2010). Elle peut se présenter sous la forme d'une gastro-entérite aiguë, d'une infection des voies respiratoires supérieures ou rarement d'une hépatite virale (Basu & Sahi, 2017). La splénomégalie, l'hépatomégalie et la pâleur sont des signes physiques caractéristiques. Malgré les diverses manifestations du paludisme, il n'existe pas d'ensemble définitif de signes et de symptômes qui différencient de manière fiable le paludisme des autres infections parasitaires (Basu & Sahi, 2017).

10. Réponse immunitaire :

Grâce à des études approfondies au cours des dernières années (Ouattara & Laurens, 2015). Il est devenu possible de traduire les résultats en vaccins ou en interventions d'immunothérapie moléculaire et d'explorer la gamme des réponses immunitaires de l'hôte aux différents stades

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

du parasite (Bansal & Kumar, 2018). Les systèmes immunitaires contre les parasites du paludisme peuvent contrôler l'efficacité de l'infection de la maladie à tous les stades de son développement (Ouattara & Laurens, 2015). Il peut également, dans certaines circonstances, prévenir l'infection parasitaire (Bansal & Kumar, 2018).

Le sporozoïte est transmis par la salive du moustique à la peau de l'infecté dans le derme en raison de la profondeur de la portée de la trompe du moustique (Sinnis & Zavala, 2012). Des études utilisant le parasite du paludisme des rongeurs *Plasmodium yoelii* ont montré que les sporozoïtes sortent du derme et entrent dans la circulation dans un flux lent qui se prolonge pendant 2 à 3 heures après l'inoculation. Environ 15 à 20% des sporozoïtes vont aux ganglions lymphatiques (Bansal & Kumar, 2018).

La nécessité d'utiliser des cellules T CD8 + spécifiques de l'antigène a été confirmée grâce à des expériences et des études. Certaines cellules T CD8 + sont spécifiques des épitopes spécifiques du circum sporozoïte protein (CSP), dans la réponse protectrice qui inhibent sévèrement le développement des parasites au stade hépatique (Holz et al., 2016).

Pour la première fois, des cellules T CD8 + spécifiques d'un épitope productrice d'IFN ont été découvertes uniquement dans les ganglions lymphatiques (Holz et al., 2016). En jouant un rôle dans la provocation du site de vaccination après l'infection (Bansal & Kumar, 2018) pour se déplacer vers tous les organes, y compris le foie, et pour une réponse protectrice (de Koning-Ward et al., 2021).

Les mérozoïtes sont complètement différents des sporozoïtes et des érythrocytes parasites. Leur surface est constituée d'un grand nombre de protéines différentes, cela en fait une cible importante de la réponse immunitaire (Figure 12). Les anticorps contre mérozoïtes sont un élément important de l'immunité protectrice et ont fait l'objet de recherches majeures (Beeson et al., 2016). Toutes les cellules immunitaires telles que les CD4 et les macrophages aident dans la lutte contre la maladie (King & Lamb, 2015). Lorsque le parasite du paludisme infecte les RBC, *Plasmodium falciparum* erythrocyte membrane protein (PfEMP1) apparaît la surface des globules rouges infectés (Sulaiman & Jamaludin, 2013).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

La protéine PfEMP1 aide les cellules à se coller les unes aux autres et à s'isoler dans les vaisseaux sanguins (provoquant l'obstruction des vaisseaux sanguins) (Bull & Marsh, 2002). C'est pourquoi le système immunitaire cible protéine (PfEMP1) (Beeson et al., 2013).

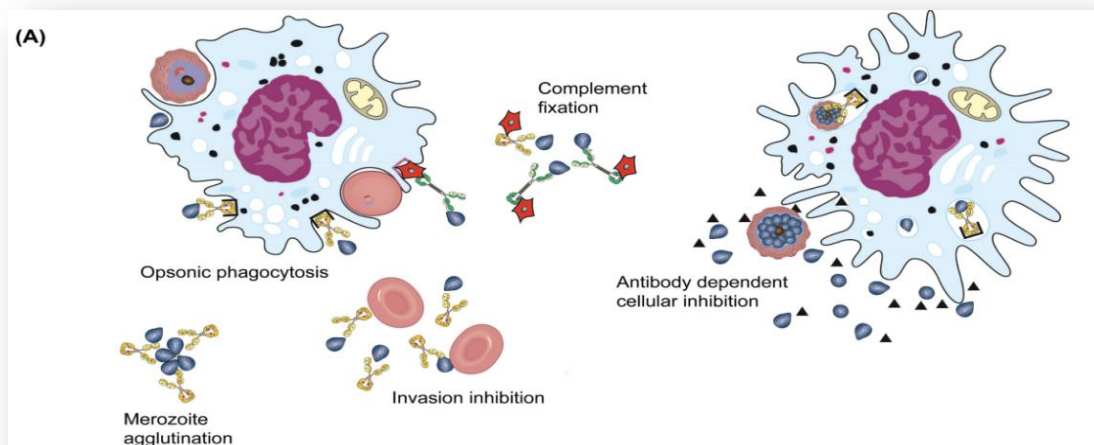


Figure 12 : Mécanismes médies par les anticorps de l'immunité aux mérozoïtes (Beeson et al., 2016).

Les anticorps possèdent de multiples mécanismes d'immunité, notamment leur capacité à inhiber les mérozoïtes accumulés et pétrir en interagissant avec le complément (étoiles rouges) et à agglutiner les mérozoïtes pour inhiber leur dispersion après la sortie des schizontes. Les mérozoïtes sont stimulés par des anticorps pour favoriser la phagocytose par les monocytes et les macrophages et leur destruction par les neutrophiles (Beeson et al., 2016).

Suite à la phagocytose des mérozoïtes par les macrophages, il y a production de facteur de nécrose tumorale alpha (TNF-alpha) ainsi que la sécrétion de facteurs solubles (représentés par triangles) qui inhibent la croissance du parasite appelés inhibition cellulaire dépendante des anticorps (ADCI) et différents types d'anticorps (tels que différentes sous-classes d'IgG) peuvent avoir des activités fonctionnelles différentes, en particulier pour la fixation du complément et les interactions Fc-récepteur ; cependant, ces différences ne sont pas actuellement clairement définies. Pour refléter ces différences potentiellement importantes, nous avons montré des anticorps en jaune ou en vert pour représenter la présence de différents types d'anticorps qui peuvent médier des activités fonctionnelles (Beeson et al., 2016).

11. Diagnostic :

Le diagnostic du paludisme est très important (Wilson, 2013) car c'est une maladie dangereuse surtout, pour les touristes non vaccinés (Croft & Garner, 2008). Le paludisme est diagnostiqué de plusieurs manières, à savoir : la première méthode consiste à consulter un médecin, connaissant les symptômes tels que fièvre, nausées, ...etc., mais il est difficile à diagnostiquer car les symptômes sont similaires à d'autres maladies (del Prado et al., 2014). L'examen microscopique du sang est la méthode la plus courante qui vient après l'examen des symptômes et dépend de deux méthodes : un frottis sanguin épais et mince (Mathison & Pritt, 2017).

11.1. Frottis sanguin mince: Dans une lame de verre, nous plaçons une goutte de sang et l'essuyons sur la lame pour former un frottis mince appelé film (Gitta & Kilian, 2020). Quant à l'épais, on met une goutte de sang dans une petite zone de la lame. On note la présence d'un certain nombre de parasites. Cette technique nécessite une grande expérience du technicien de laboratoire dans l'identification des formes parasitaires (Mbanefo & Kumar, 2020).

Le test de détection rapide (TDR) est une alternative idéale à la microscopie car il s'agit d'un appareil de diagnostic simple et portable qui fournit un diagnostic rapide en seulement 20 minutes (Figure 13) (Kolluri et al., 2018). Les résultats sont lus visuellement sous forme de lignes colorées sur une bande et ne nécessitent aucune expérience particulière (Maltha et al., 2013).

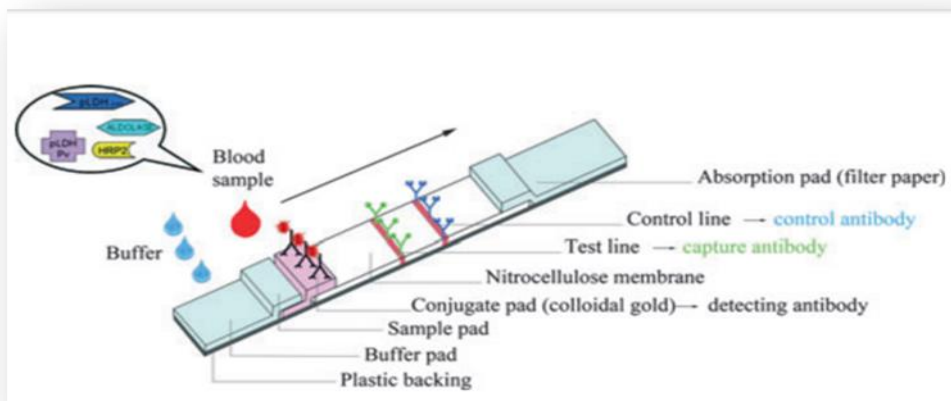


Figure 13 : Représentation schématique d'un test de diagnostic rapide du paludisme (Maltha et al., 2013).

Les TDR du paludisme consistent en une bandelette de nitrocellulose principalement noyée dans une cassette en plastique (Maltha et al., 2013). Cette bandelette peut se présenter sous la

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

forme d'une jauge (bandelette autoportante à tremper dans un tube) ou être enfermée dans un format cartonné (Maltha et al., 2013).

La (PCR) ou le test de réaction en chaîne par polymérase consiste à prélever un échantillon de tissu, de sang ou de fluides corporels. Pour extraire acide désoxyribonucléique (ADN) un acide nucléique spécifique et être transcrit en grande quantité, alors l'enzyme polymérase corrige les erreurs qui se produisent lors de la transcription (Fitri et al., 2022).

La PCR est un diagnostic précis car elle montre le nombre de parasites, même si leur nombre est faible (Fitri et al., 2022) qui est inférieure à 0,02 parasite/ μ l (Zheng & Cheng, 2017).

Le test d'anticorps anti-immunofluorescence (IFAT) est un test sérologique basé sur la détection d'anticorps spécifiques (Tangpukdee et al., 2009) de *Plasmodium* dans le sérum de sujets potentiels (Doderer et al., 2007).

L'antigène de *Plasmodium* est préparé sur une lame et stocké à -30 °C jusqu'à ce que le sérum du patient soit appliqué et que la quantité d'immunoglobulines G et M puisse être mesurée à l'aide d'un microscope à fluorescence (Gitta & Kilian, 2020).

12. Traitement:

Suite à l'expansion de la résistance aux médicaments, la politique pharmacologique de traitement du paludisme en Afrique a progressivement évolué au fil des ans, passant d'une monothérapie à base de chloroquine et d'amodiaquine utilisée comme traitement de première intention du paludisme incomplet à une polythérapie. La chloroquine a été largement utilisée des années 1970 à 2002 (Christophe et al., 2019). Cependant, l'amodiaquine apparaît plus efficace que la chloroquine, même dans les zones de forte résistance à la chloroquine. La pyriméthamine a ensuite été associée à la sulfadoxine. Il y a dix ans, cette association était encore recommandée dans la plupart des pays Africains pour le traitement des épisodes mineurs de *P. falciparum*. Ensuite, la résistance à l'association soladoxine-pyriméthamine s'est propagée rapidement. Cependant, elle connaît un regain d'intérêt pour le traitement préventif intermittent du paludisme (Aubry & Gaüzère, 2021). L'utilisation de la polythérapie à base d'artémisinine ACT est également recommandée dans les pays Africains, en particulier au Cameroun. En 2004, il a été traité à l'amodiaquine et en Mai 2006, il a ajouté un traitement à l'artemether – Lumefantine (Marquis et al., 2013). Ensuite, l'Organisation Mondiale de la Santé a mis au point des traitements contre le paludisme grave chez les adultes et les enfants, qui sont les suivants (Yombi & Olinga, 2015).

12.1. Chloroquine :

La chloroquine (CQ) est une substance utilisée pour traiter les maladies infectieuses et non transmissibles, telles que le paludisme et l'amibiase hépatique. Elle a des propriétés anti-inflammatoires. Dans le cas du paludisme, elle empêche la formation d'hémozoïne par le parasite à l'intérieur des globules rouges (érythrocytes), et la formation d'hémozoïne peut être inhibée par le blocage direct de l'hème polymérase par la chloroquine, qui est une base faible, qui empêche la dégradation de l'hémoglobine à l'intérieur du parasite (Silva et al., 2021). Le dosage de la chloroquine est de 10 mg /kg suivi, par 10 mg/kg à 24 h et 5 mg/kg à 48 (Yombi & Olinga, 2015).

12.2. Artémisinine :

L'artémisinine, la première ligne de médicaments antipaludiques, a eu un large impact après l'émergence de la résistance à la chloroquine dans les années 1950. Les médicaments contenant de l'artémisinine ont sauvé des vies, en particulier dans les pays en développement. La découverte de l'artémisinine était unique, dont les avantages étaient considérables (Ma et al., 2020).

12.3. Amodiaquine :

L'artésunate-amodiaquine (ASAQ) est plus efficace que la chloroquine en tant que médicament de première intention pour l'infection par *P. falciparum*, il est non compliqué et est pris quotidiennement pendant 3 jours à la dose recommandée par le fabricant en mg par poids (4,5 - 8 kg : comprimés de 25 mg/67,5 mg ; 9 - 17,9 kg : comprimés de 50 mg/135 mg ; 18-35 kg : comprimés de 100 mg/270 mg ; >36 kg : comprimés de 100 mg/270 mg (Raobela et al., 2018).

12.4. Artéméther :

L'artéméther, un dérivé de l'artémisinine, un antipaludéen approuvé par la Food and Drug Administration en 2009 pour le traitement, a plusieurs mécanismes d'action proposés, notamment l'élimination rapide et soutenue des parasites. Faible teneur en antioxydants dans le sang. Il a également un taux de rechute relativement élevé lorsqu'il est utilisé en monothérapie et a un effet plus lent, en éliminant les parasites résiduels (Stover et al., 2012). Le dosage de l'artéméther-luméfántrine 5 mg/kg-9 mg/kg deux fois par jour pendant 3 jours avec un repas ou du lait (Yombi & Olinga, 2015).

12.5. Dichlorhydrate de quinine :

Le dichlorhydrate de quinine antipaludique dosé à 20 mg de solution saline/kg sur 4 heures, suivi d'une perfusion de 10 mg de solution saline/kg sur 2 à 8 heures toutes les 8 heures (Yombi & Olinga, 2015).

12.6. Artésunate :

L'artésunate est un nouvel antipaludéen, actuellement disponible aux Centres pour le Contrôle et la Prévention des catastrophes, qui est très efficace et est l'agent de choix pour le traitement du paludisme grave. L'artésunate pour administration intraveineuse est fourni dans des flacons contenant 110 mg de médicament, ce qui donne une concentration nette de 10 mg/ml. La solution résultante doit être mélangée doucement pendant 5 à 6 minutes et doit être prise dans l'heure qui suit (Karl et al., 2010).

13. Prévention :

13.1. Chimio prophylaxie du paludisme :

C'est l'une stratégie recommandée par l'organisation mondiale de la santé (OMS) dans les pays Africains, note : La chimioprophylaxie saisonnière du paludisme(CPS) réduit considérablement les infections et les parasites et également l'incidence du paludisme simple de 73% et de 26% du paludisme grave et le taux de mortalité de 48,3%. La CPS est une stratégie prometteuse pour le contrôle et l'élimination du paludisme (Issa et al., 2017). Les médicaments actuellement disponibles comme doxycyclinesont considérés des médicaments prophylactiques très efficace contre *P. falciparum* résistant à la chloroquine. (O'Brien & Biggs, 2002).

13.2. Lutte contre les anophèles au stade adulte :

Les filets offrent une bonne protection mécanique pour limiter les contacts entre les vecteurs et les humains (Djogbénu, 2009). Pour repousser les moustiques (anophèles), il faut dormir dans une moustiquaire conçue pour éloigner les moustiques en évitant de porter les vêtements sombres et l'après-rasage tels que les parfum et se couvrir les zones exposées de la peau avec des vêtements ou diéthyltoluamide (DEET) qui contient un insectifuge (O'Brien & Biggs, 2002).

13.3. Prévention endogène : Le bois de chauffage est utilisé pour repousser les moustiques. On pense que la fumée d'un feu de bois éloigne les moustiques (Some & Zerbo, 2007).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

13.4. Prévention exogène : Les moustiquaires fertilisées que les organisations fournissent à la population à un coût social compris entre 1 500 et 2 500 francs Le franc africain (CFA). La moustiquaire est également un moyen de protection efficace contre les moustiques pour éviter les nuisances (bruit, piqûres). De fait, la moustiquaire est détournée de son usage protecteur vers d'autres usages (Some & Zerbo, 2007).

13.5. Lutte contre les anophèles au stade larvaire :

Parmi les mesures préventives pour lutter contre le paludisme, nous mentionnons les suivantes :

- 1) Élimination des zones de reproduction (exemple ; zones marécageuses).
- 2) Nettoyage de l'environnement pour que les larves ne peuvent plus s'y développer (par exemple, nettoyage des canaux pour que l'eau n'y stagne pas).
- 3) Faire des places et des sites de ponte inaccessibles aux moustiques adultes.
- 4) Introduire dans les zones de ponte des larves de poissons.
- 5) Utiliser des larvicides pour se prévenir des piqûres de moustiques. Il n'existe actuellement pas de vaccin efficace disponible.
- 6) Fournir des médicaments antipaludéens (chloroquine) (Nuwaha, 2001).

Le tableau suivant représente les Stratégies et matériels utilisés dans la prévention du paludisme (Tableau 04).

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

Tableau 04 : Stratégies et matériels utilisés dans la prévention du paludisme (Konlan et al., 2019).

Stratégies de prévention	Fréquence (N=246)
Utilisation de la fumée pour chasser les moustiques	80
Tapis anti-moustiques, serpentins et vaporisateur de liquide	178
Pulvérisation anti-moustique	134
Utilisation du ventilateur	93
Couverture du corps avec des vêtements	124
Moustiquaire	148
Nettoyage de maison	154
Prévenir la stagnation de l'eau	154
Couvrir les conteneurs	115
Changer l'eau dans les réservoirs de stockage	123
Autres	10
Aucune idée	4

13.6. Prévention chez les femmes enceintes : La thérapie préventive intermittente pendant la grossesse (TPIp) et la thérapie préventive intermittente du nourrisson (ipTi) ont été immédiatement adoptées par le Mali en 2012 sachant pertinemment que certaines régions comme Kangaba et Kolokani n'ont été incluses que bien plus tard (Oumar et al., 2020). Les femmes enceintes sont les groupes les plus touchés par le paludisme pendant la grossesse (Tableau 05), l'Organisation Mondiale de la Santé recommande un paquet triple intervention consistant en la distribution et l'utilisation moustiquaires imprégnées d'insecticide, et l'utilisation de la sulfadoxine-pyriméthamine (SP) pour le traitement préventif intermittent (TPI) du paludisme dans les régions

CHAPITRE 01 : ETUDE DE PALUDISME

Kangaba et Kolokani (Biaou et al., 2019). Empêcher les femmes enceintes de se rendre dans des zones endémiques et de dormir dans une moustiquaire conçue pour empêcher l'entrée de moustiques, connue sous le nom de moustiquaire (Zara et al., 2020). Recevoir des doses de vaccin pour les enfants et les femmes enceintes (Vandoolaeghe & Schuerman, 2018).

Tableau 05 : Les recommandations de prophylaxie antibiotique chez les enfants présentant une asplénie ou une hyposplénie (Salvadori et al., 2014).

Age	Prophylaxie orale*	Commentaires
Trois mois de la naissance	10mg/kg/dose d'amoxicilline-clavulanate deux fois par jour, ainsi que 125 mg de pénicillineKappa-chain variable (VK) deux fois par jour OU, si cette dose n'est pas tolérée, 10 mg/kg/dose d'amoxicilline deux fois par jour	L' <i>Escherichia coli</i> et la <i>Klebsiella</i> sont inquiétants dans ce groupe d'âge.
Plus de trois mois à cinq ans	125 mg/dose de pénicilline VK deux fois par jour OU 10 mg/kg/dose d'amoxicilline deux fois par jour	L'amoxicilline liquide pourrait être mieux tolérée que la pénicilline liquide, parce qu'elle a meilleur goût.
Plus de cinq ans	250 mg/dose à 300 mg/dose de pénicilline V deux fois par jour ou 250 mg/dose d'amoxicilline deux fois par jour	Dans le cas de la pénicilline, une dose de 250 mg est pratique en suspension, mais les comprimés ne sont offerts qu'en doses de 300 mg .

**CHAPITRE 02 :
Présentation des travaux
de recherche**

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Article 01 :

Five-Year Trend of Malaria Prevalence in Mojo Town , Central Ethiopia : Shifting Burden of the Disease and Its Implication for Malaria Elimination : A Retrospective Study (Abate et al., 2022)

1. Objectif : Le but de l'étude était d'examiner les cas de paludisme à partir des dossiers de laboratoire et d'analyser les données recueillies durant cinq ans d'étude (2016-2020) en utilisant des statistiques descriptives dans la ville de Mojo, district d'East Showa, en Éthiopie.

2. Matériel et méthodes :

2.1. Préparation et conception de l'étude : À Mojo, ville régionale d'Oromia (capitale d'Éthiopie), une étude institutionnelle transversale avait été menée de Février à Mars 2021. (Figure 14). La région de Mojo est située à une altitude comprise entre 1 730 et 1 890 mètres au-dessus du niveau de la mer et a une température annuelle moyenne de 16-17°C et 896 mm de précipitations annuelles moyennes. Il a la latitude et la longitude 08° 37' N et 39° 07' E. Selon l'agence centrale des statistiques éthiopienne de 2015, la densité de population du district est de 43 500 personnes. La ville compte un hôpital et deux centres, le centre de santé de Mojo avait été choisi pour cette étude en raison de sa longévité pour les deux établissements de santé (principaux informateurs). Dans la région, le paludisme est la maladie la plus courante, en particulier *P. vivax* et *P. falciparum* (Abate et al., 2022).

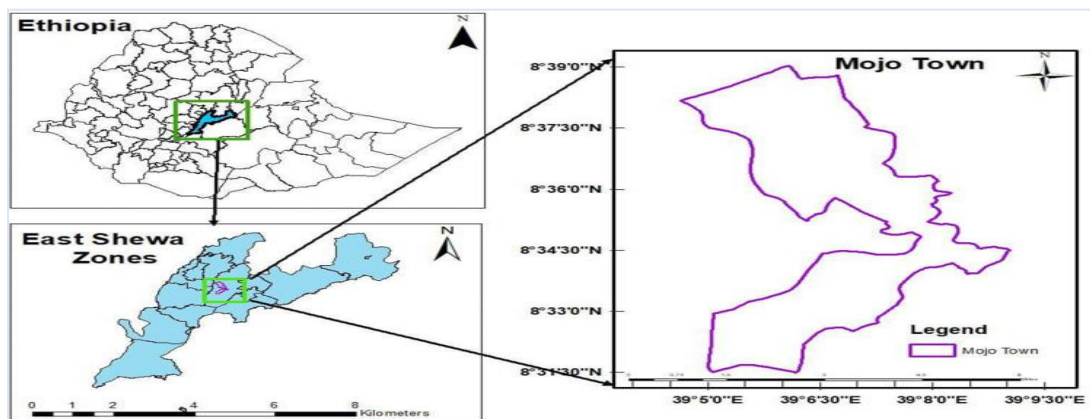


Figure 14 : Emplacement physique de la ville de Mojo (Abate et al., 2022) .

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

2.2. Population à l'étude : Les personnes suspectées d'être infectées dans la population étudiée avait subi un frottis sanguin, de Janvier 2016 à Décembre 2020, après avoir visité le Centre de santé de Mojo (Abate et al., 2022).

2.3. Critères d'éligibilité : Présence de cas de paludisme diagnostiqués au cours des mois et des années, et des données sociodémographiques tels que l'âge et le sexe dans l'analyse (Abate et al., 2022).

2.4. Collecte de données et contrôle de la qualité :

Au cours d'une période de cinq ans (2016-2020), les données sur les cas de paludisme avaient été recueillies à partir des dossiers de laboratoire du centre de santé de Mojo à l'aide d'une liste de contrôle bien élaborée à propos du sexe, de l'âge et de l'état des frottis sanguins (\pm) pour les espèces de *Plasmodium* selon le protocole de l'Organisation Mondiale de la Santé. L'examen microscopique d'un frottis sanguin avait été utilisé comme critère principal pour confirmer la présence du parasite *Plasmodium* et pour identifier l'espèce (Abate et al., 2022).

2.5. Traitement et analyse des données :

Les données collectées avaient été saisies dans le logiciel Epi data version 3.1 et exportées pour analyse vers Package statistique pour les sciences sociales (SPSS) version 25. Pour construire des chiffres, Microsoft Office Excel avait été utilisé. En utilisant la répétition, les tableaux et les figures, les résultats avaient été présentés. Des statistiques descriptives avaient été réalisées pour déterminer les fréquences, les pourcentages et limiter la tendance de la prévalence du paludisme en termes d'années, de saisons et d'espèces de *Plasmodium*. Dans cette étude, les auteurs avaient défini une valeur $P < 0,05$ comme statistiquement significative (Abate et al., 2022).

2.6. Approbation éthique :

L'approbation éthique avait été obtenue auprès de l'Institutionnel Commission d'examen (IRB) de l'Université d'Addis-Abeba, Institut de pathologie Akililo Lima (ALIPB IRB / 18/2012/20). Les lettres de soutien et l'autorisation d'utiliser les données pour la recherche avaient été obtenues auprès du centre de santé de Mojo et la confidentialité avait été soulignée tout au long de l'étude. Ceci était conforme à la déclaration d'Helsinki (Abate et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

3. Résultats :

3.1. Prévalence et tendance annuelle du paludisme : Au cours des cinq dernières années (2016-2020), la prévalence annuelle et la tendance des patients suspects de paludisme avaient été examinées pour la présence du parasite *Plasmodium*. Parmi ceux-ci (54,5%) étaient des femmes, et 5747 (30,1%) étaient dans la tranche d'âge 15-24 ans. L'incidence microscopique confirmée de la prévalence du paludisme était de 4,2%. Le type le plus répandu du genre *Plasmodium* était actif dans chaque sexe et âge avec 76,2% , l'infection à *falciparum* (22,8%) et l'infection mixte (1,0%) des cas de paludisme, et il avait été noté qu'en 2016, il y avait un nombre relativement important de cas de paludisme estimés à 32,7%, et en 2020 (9,7%) des cas de paludisme avaient été enregistrés (Tableau 06) plus le taux de prévalence a diminué en 2016 de 6,5% à 2,3% en 2019, et à 5,2% en 2020 (Figure 15) avec une différence qui était statistiquement significative ($P < 0,0001$) (Figure 15) (Abate et al., 2022).

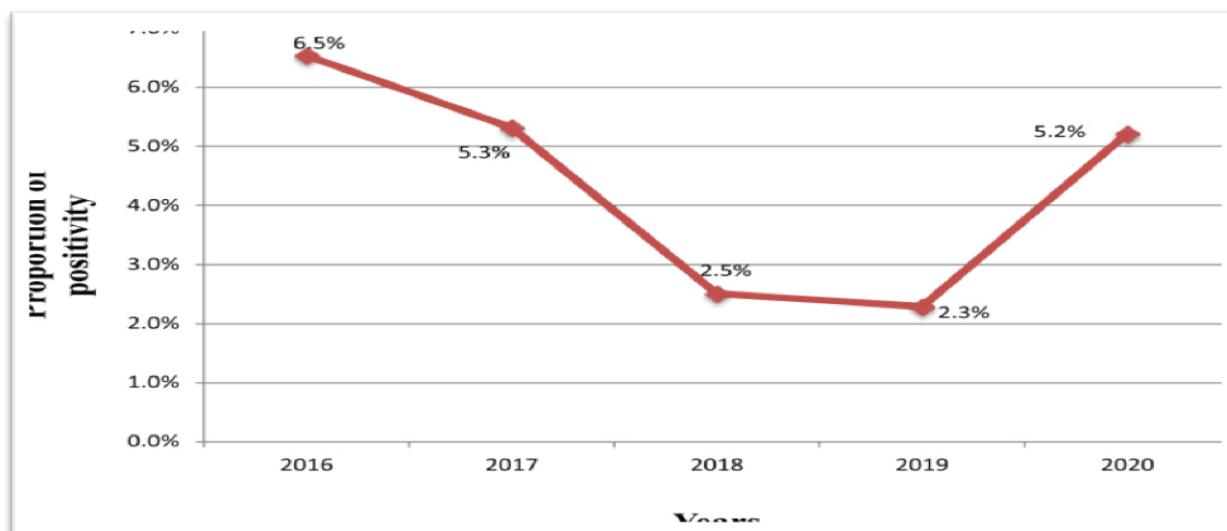


Figure 15 : Tendances annuelles de la prévalence du paludisme dans le centre de santé de Mojo de 2016 à 2020 (Abate et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Tableau 06 : Prévalence et tendances annuelles des cas de paludisme dans le centre de santé de Mojo de 2016 à 2020 (Abate et al., 2022).

Variables	Catégorie	Nombre des Frottis sanguins examinés	Nombre de cas de paludisme (%)	Espèce		
				<i>P. falciparum</i> (%)	<i>P. vivax</i> (%)	Mixte (%)
Sexe	Homme	8699	514 (64.8)	104 (20.2)	405 (78.8)	5 (1.0)
	Femelle	10,407	279 (35.2)	77 (27.6)	199 (71.3)	3 (1.1)
âge (ans)	<5	3208	59 (7.4)	19 (32.2)	40 (67.8)	0 (0.0)
	5–14	2302	107 (13.5)	25 (23.4)	82 (76.6)	0 (0.0)
	15–24	5747	296 (37.3)	64 (21.6)	229 (77.4)	3 (1.0)
	25–34	4237	211 (26.6)	48 (22.7)	159 (75.4)	4 (1.9)
	≥35	3612	120 (15.1)	25 (20.8)	94 (78.3)	1 (0.8)
Années	2016	3965	259 (32.7)	43 (16.6)	214 (82.6)	2 (0.8)
	2017	4443	236 (29.8)	64 (27.1)	171 (72.5)	1 (0.4)
	2018	4671	117 (14.8)	35 (29.9)	79 (67.5)	3 (2.6)
	2019	4550	104 (13.1)	24 (23.1)	78 (75.0)	2 (1.9)
	2020	1477	77 (9.7)	15 (19.5)	62 (80.5)	0 (0.0)

3.2. Répartition du paludisme selon l'âge et le sexe :

Au cours des 5 dernières années (2016 à 2020), il y a eu 793 cas confirmés de paludisme chez les hommes et les femmes, où le taux d'hommes est supérieur à celui des femmes (Figure 16). En ce qui concerne l'âge, la figure 17 représente les cas de paludisme pour les tranches d'âge de 15 à 24 ans et les tranches d'âge de 25 à 34 ans. La différence d'âge dans la prévalence du paludisme était statistiquement significative ($P < 0,0001$)(Abate et al., 2022).).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

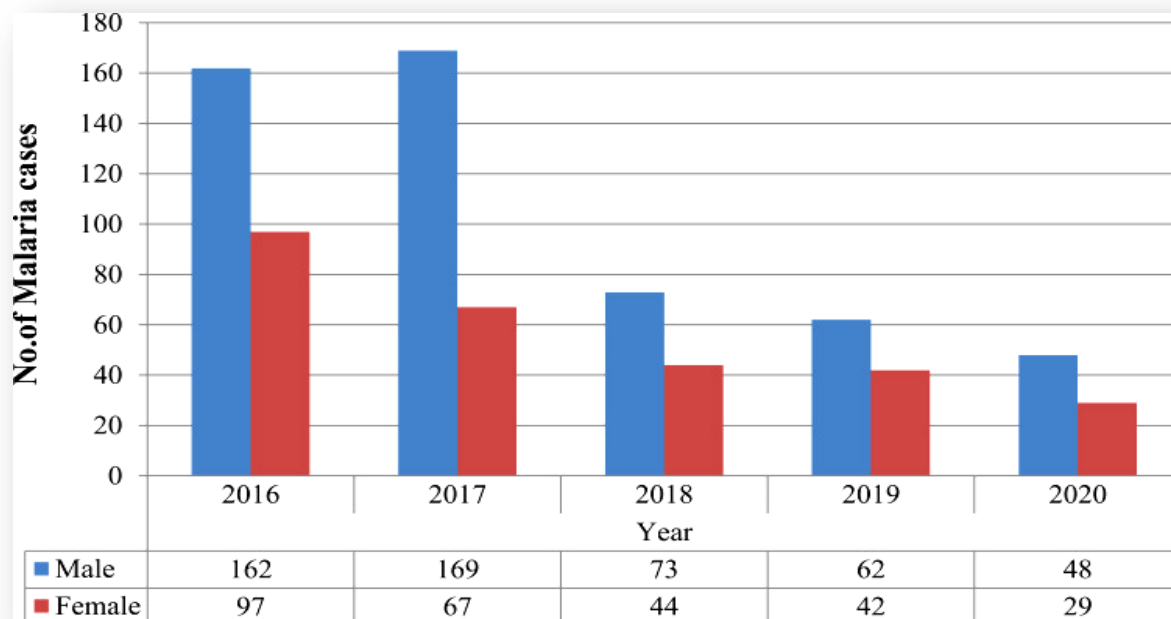


Figure 16 : Tendence annuelle des cas de paludisme par sexe dans le centre de santé de Mojo de 2016 à 2020 (Abate et al., 2022).

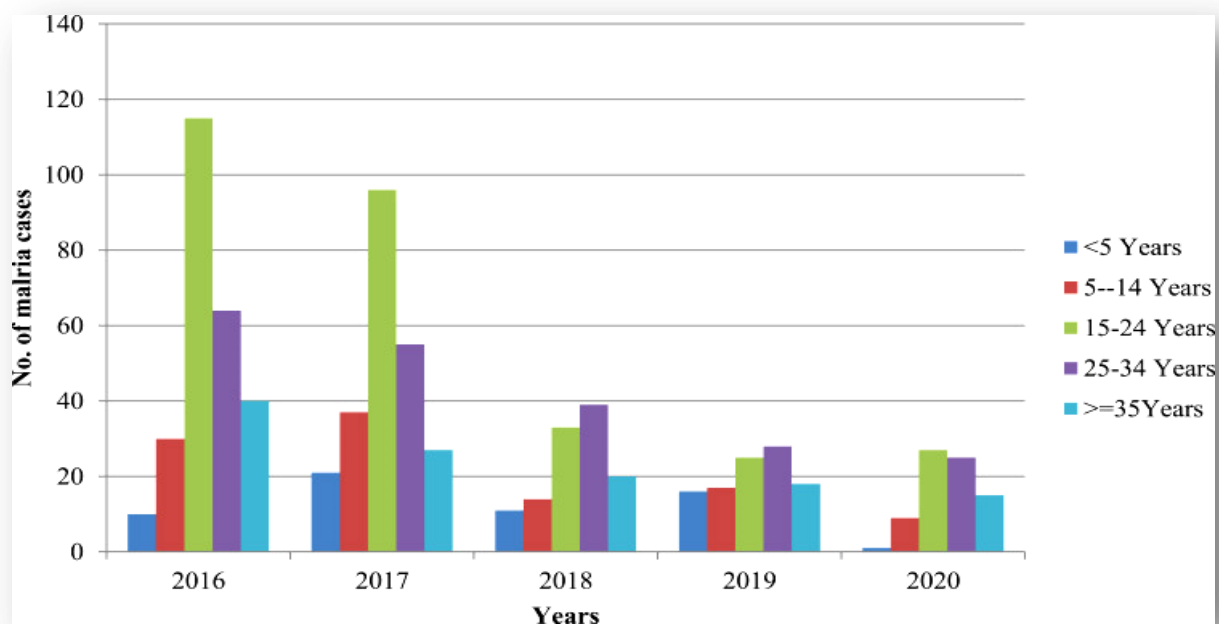


Figure 17 : Tendence annuelle des cas de paludisme par âge au le centre de santé de Mojo de 2016 à 2020 (Abate et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

3.3. Répartition saisonnière du paludisme : La figure 18 représente la répartition saisonnière des cas de paludisme pour les quatre saisons. Les cas de paludisme avaient culminé en Juillet suivi de Novembre, tandis que le plus bas avait été signalé en Février. Le nombre maximum de cas de paludisme (33,5%, 266/793) avait été observé pendant les mois de Septembre-Novembre, tandis qu'en hiver (Décembre-Février). Les moindres cas avaient été observés (16,9 %, 134/793) et l'incidence de *P. vivax* était élevée en été et faible en hiver, tandis qu'en automne l'incidence de *P. falciparum* était élevée et faible au printemps (Figure 19) (Abate et al., 2022).

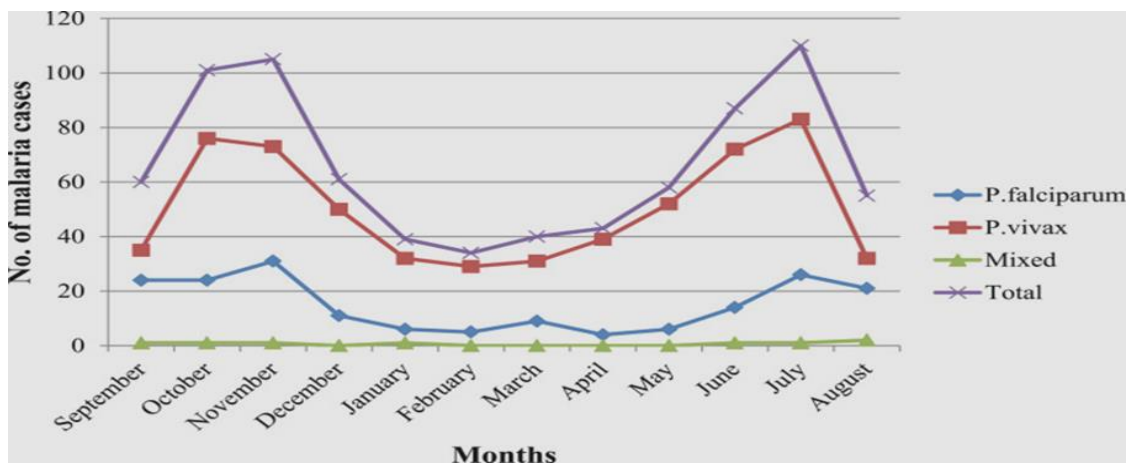


Figure 18 : Tendence de la prévalence du paludisme avec les espèces de *Plasmodium* en fonction des mois au Centre de Santé de Mojo de 2016 à 2020 (Abate et al., 2022).

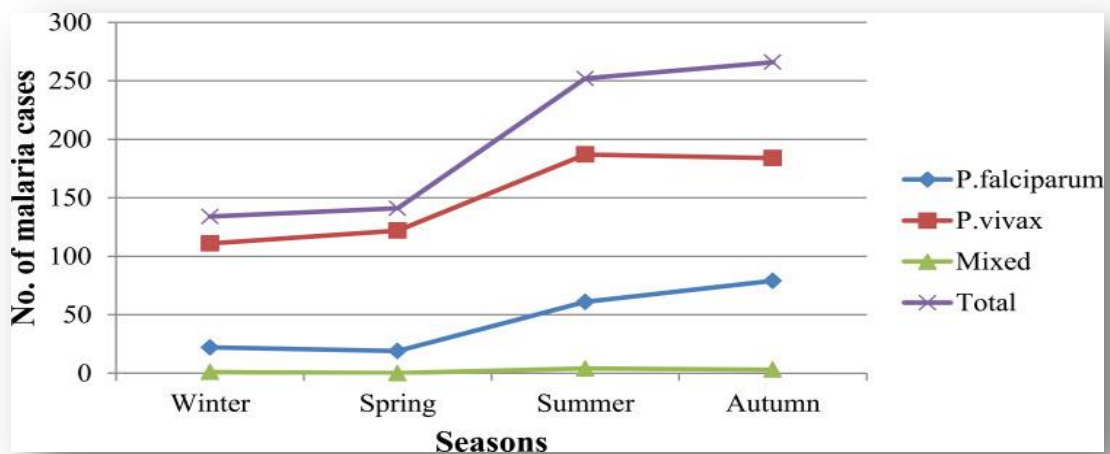


Figure 19 : Profil saisonnier de *P. vivax*, *P. falciparum* et les infections mixtes au centre de santé de Mojo de 2016 à 2020 (Abate et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

4. Discussion : Les personnes vivant en Afrique subsaharienne, le paludisme affecte leur vie (Monroe et al., 2022). Le pays devient instable dans la transmission du paludisme et sujet aux épidémies (Ababa, 2017) et en étudiant les tendances épidémiologiques des cas de paludisme dans une formation sanitaire particulière pendant 5 ans (2016-2020), 793 cas confirmés microscopiquement avaient été trouvés. Le taux de prévalence était significativement inférieur aux études précédentes menées dans plusieurs régions du pays telles que Dembia (21,8%) (Addisu et al., 2020), Dembica (16,3%) (Haile et al., 2020), Juba (51,0 %) (Shemsia et al., 2020), Cebu Seri (20,1 %) (Gemechu et al., 2015) et le district de Bel (66,7 %) (Sani Kalil et al., 2020). Certaines autres régions, et dans certaines parties de l'Éthiopie, la prévalence était relativement inférieure aux résultats comme le nord-ouest du Tigré (7,0 %) (Berhe et al., 2019), Wereta (5,4 %) (Derbie & Alemu, 2017), Kombolcha (7,5 %) (Gebretsadik et al., 2018), Atay (8,4 %) (Feleke et al., 2018), Halaba (9,5 %) (Shamebo & Petros, 2019), Wolkett (8,6%) (Solomon et al., 2020), ArsiNjeili (11,5%) (Mengistu & Solomon, 2015).

Les différences étaient dues aux performances différentes des travailleurs de laboratoire, car la qualité du diagnostic microscopique a un impact significatif sur la méthodologie de préparation des lames et de coloration et sur la capacité du microscope à détecter les parasites du paludisme (Tangpukdee et al., 2009). Cela pourrait également être dû à une différence géographique, car la culture de l'éradication du paludisme varie selon la région, ce qui avait été présenté dans le rapport mondial et national (Ababa, 2017). En outre, l'étude actuelle avait montré que *P. vivax* était l'espèce dominante par rapport à *P. falciparum* dans d'autres études. C'est ce que les scientifiques en microscopie avaient déterminé à partir d'échantillons de sang et avaient trouvé 63 à 86 % de cas confirmés positifs de *P. vivax* (Baird et al., 2012).

Les résultats de la présente étude avaient révélé une forte diminution des cas de paludisme au cours des 5 dernières années (2016-2020) (Abate et al., 2022). Cette diminution est due à l'expansion des interventions antipaludiques telles que le diagnostic rapide, l'accès accru aux moustiquaires imprégnées d'insecticide de longue durée et l'augmentation de la couverture de la pulvérisation intradomiciliaire à effet rémanent. Bien que l'utilisation ne soit pas uniforme. Cela avait donné la priorité au paludisme à *P. falciparum* car il est plus pathogène et plus facile à détecter et à traiter (Nicholas et al., 2009; Price et al., 2020).

Des études avaient également montré que les hommes étaient plus touchés que les femmes, ce qui était cohérent avec les études précédentes en Éthiopie (Addisu et al., 2020; Berhe et al., 2019; Haile et al., 2020; Hawaria et al., 2019; Sani Kalil et al., 2020; Shemsia et al., 2020) parce qu'ils travaillent à l'extérieur en se rendant dans des zones infestées (vom Steeg et al.,

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

2019). L'étude actuelle avait observé des cas de paludisme au cours de chaque mois et de chaque saison, et le paludisme atteint son apogée pendant la saison des récoltes pendant et après de fortes pluies et se multiplie pendant cette période en raison de la température appropriée et de la densité élevée des plantes qui peuvent avoir un impact socio-économique négatif sur la productivité et le développement des plantes dans le pays.

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Article 02 :

Malaria prevention practices and malaria prevalence among children living in a rural community in Southwest Nigeria (Fatunla et al., 2022).

1. Objectif :

Cette étude vise à étudier les différentes approches utilisées et leur efficacité pour prévenir le paludisme chez les enfants vivant dans une communauté rurale du Sud-Ouest du Nigeria et leur impact sur la prévalence du paludisme.

2. Matériel et méthodes :

2.1. Conception et mise en place de l'étude :

Cette étude est une analyse imbriquée d'une étude transversale communautaire sur la surveillance du paludisme impliquant la prévalence du parasite du paludisme et l'hypertrophie de la rate. Elle avait été menée auprès d'enfants âgés de 1 à 15 ans vivant dans une communauté rurale du Sud-ouest du Nigeria. L'étude avait été menée à Ire Ekiti, qui est située à environ 250 mètres au-dessus du niveau de la mer entre la longitude 5° 23' 48"E et la latitude 7° 44' 20"N, avec une humidité élevée et une pluviométrie annuelle de 109,7 mm (ICT, 2013; NBS, 2012). Cette communauté rurale est à environ 30 km d'AdoEkiti, la capitale de l'État d'Ekiti et l'annexe de l'Hôpital universitaire d'enseignement de l'État d'Ekiti (EKSUTH) est domiciliée à Ire-Ekiti.

Dans les trois mois ou plus, d'Avril à Juin 2019, cette étude avait été menée, et pendant la saison des pluies, là pour les enfants vivant dans cette communauté rurale restent souvent dehors le soir pour les loisirs. En outre, la communauté était engagée dans la riziculture à des fins de subsistance et commerciales où les enfants accompagnaient souvent leurs soignants à la ferme, revenant le soir. Par conséquent, les enfants restaient habituellement à l'extérieur pendant les heures du soir, les exposant aux piqûres de moustiques.

2.2. Détermination de la taille de l'échantillon ;

La taille de l'échantillon avait été calculée à l'aide de la formule proposée par Charan et Biswas (Charan & Biswas, 2013). Pour les études/enquêtes transversales

$$nn = (ZZ2pq) dd2/$$

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Où Z était de 1,96, la variable normale standard à 5 % d'erreur de type 1, p était de 32,3 %, la prévalence du paludisme par microscopie chez les enfants de l'État d'Ekiti (NPC/ICF, 2019). Q était de 1 – p et d était la marge d'erreur acceptable, fixée à 5 %. Au moins 336 enfants âgés de 1 à 15 ans étaient nécessaires pour cette étude. Au total, 357 enfants avaient été recrutés et étudiés.

2.3. Processus de recrutement des participants :

Les participants comprenaient des enfants âgés de 1 à 15 ans qui avaient été sélectionnés au hasard dans leur foyer et rassemblés par lots à l'annexe EKSUTH de la communauté. Les critères d'exclusion de l'étude étaient les enfants qui n'avaient pas vécu dans la communauté au cours des six derniers mois consécutifs ou ceux qui avaient passé au moins une nuit à l'extérieur de la communauté au cours des sept jours précédant l'enquête.

Les soignants et leurs enfants vivant dans des ménages au sein de la communauté rurale avaient été invités à participer à cette étude, après avoir informé et obtenu l'autorisation appropriée des dirigeants communautaires. Le but de l'étude avait été expliqué à la fois aux dirigeants communautaires et aux participants dans un langage clair et simple et seuls les enfants dont les soignants avaient donné leur consentement à participer avaient été recrutés dans l'étude.

La collecte des données et des échantillons sanguins et des informations pertinentes concernant l'étude avaient été obtenues par l'équipe de recherche et quatre autres assistants de recherche formés. Les membres de l'équipe de recherche et les assistants de recherche parlent couramment l'anglais et le yoruba (la langue indigène du lieu de l'étude) grâce à un questionnaire administré pré-testé à ce titre, le questionnaire avait été administré dans la langue préférée des répondants. Le questionnaire avait été pré-testé dans une communauté rurale voisine avant le début de l'étude et les observations faites pendant la période de pré-test avaient été utilisées pour améliorer l'instrument d'étude avant l'étude principale.

Les participants à l'étude avaient été invités à fournir des informations sur eux-mêmes afin d'obtenir des informations sur les caractéristiques sociodémographiques, y compris l'âge, l'éducation des parents et les professions. De plus, il avait été demandé aux soignants de lister les différentes méthodes qu'ils utilisaient pour la prévention du paludisme à leur domicile telles que l'utilisation de moustiquaires, de médicaments, d'insecticides, de crèmes anti-

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

moustiques ou de moustiquaires pour les fenêtres et les portes ainsi que si les participants avaient été traités pour le paludisme au cours des six semaines précédant cette étude.

Par la suite, dans des conditions aseptiques, les échantillons de sang des enfants avaient été obtenus et examinés au microscope pour détecter les parasites du paludisme. Les frottis sanguins épais pour la microscopie du paludisme avaient été préparés à l'aide de la coloration de Giemsa et les parasites du paludisme avaient été identifiés au microscope avec un objectif à 100X immersion dans l'huile (WHO, 1997).

2.4. Analyse des données :

Les données avaient été analysées à l'aide du package SPSS version 25. La classification socio-économique I – V d' Oyedeji (Oyedeji GA, 1985) avait été adopté pour classer les participants en classes sociales ; où I représentait la classe la plus élevée et V, la classe la plus basse. Une autre classification du statut socio-économique des participants en haut (classes I et II), moyen (classe III) et bas (classes IV et V) comme proposé par Oseni et Odewale (Oseni TIA & Odewale MA, 2018). Ces catégories étaient les variables utilisées pour l'évaluation de l'association entre la classe sociale et les méthodes mises en œuvre pour prévenir le paludisme. Les données obtenues à partir de l'examen microscopique du frottis sanguin des participants avaient été analysées afin d'étudier l'association entre les méthodes de prévention du paludisme et la prévalence du paludisme. Le test du Chi carré de Pearson avait été utilisé pour tester l'association entre les différentes variables catégorielles. Le niveau de signification avait été fixé à $P < 0,05$.

2.5. Considérations éthiques :

L'étude avait été approuvée par le comité de recherche et d'éthique d'EKSUTH, Ado-Ekiti et l'autorisation avait été obtenue de l'Agence de développement des soins de santé primaires du gouvernement de l'État d'Ekiti, au Nigeria. Les enfants atteints de paludisme symptomatique avaient été traités avec des ACT. Seuls les parents qui avaient donné leur consentement éclairé écrit et leurs paroles avaient été recrutés dans l'étude. De plus, l'assentiment avait été obtenu des participants âgés de 7 ans et plus (Fatunla et al., 2022).

3. Résultats :

Au total, 357 participants avaient été recrutés et examinés pour la présence de parasites du paludisme dans leurs globules rouges après examen microscopique. Parmi ceux-ci, 110 (30,8

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

%) participants vivaient dans des ménages disposant d'au moins une moustiquaire, la majorité (57 ; 51,8 %) d'entre eux appartenant à la tranche d'âge de 1 à 5 ans. Bien qu'il n'y ait pas de relation significative entre le groupe d'âge des participants et leur possession de moustiquaires ($P = 0,612$), il y avait cependant une relation statistiquement significative entre la classe sociale des participants et leur possession de moustiquaires ($P = 0,002$), comme presque la moitié des participants qui ne possédaient pas de moustiquaires (122 ; 49,4 %) appartenaient à la classe sociale inférieure IV (Tableau 07) (Fatunla et al., 2022).

Parmi les 110 participants qui possédaient des moustiquaires, 45 (40,9%) d'entre eux avaient dormi sous les moustiquaires la nuit précédant l'enquête. La majorité (28 ; 62,2 %) de ceux qui avaient dormi sous une moustiquaire la nuit précédant l'enquête appartenaient au groupe d'âge de 1 à 5 ans ; il s'agissait d'un résultat significatif ($P = 0,038$) comme le montre le tableau 07. Il n'y avait pas d'association significative entre la classe sociale des participants et le fait de dormir sous une moustiquaire la nuit précédant l'enquête ($P = 0,104$), même si la majorité (24 ; 53,3 %) de ceux qui dorment sous moustiquaire appartiennent à la classe sociale III (Tableau 07) (Fatunla et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Tableau 07 : Possession et utilisation de moustiquaires parmi les participants (Fatunla et al., 2022)

Les caractéristiques	Possession de moustiquaires (%)*			valeur de <i>P</i>
	OUI N = 110 (30.8)	NON N = 251 (69.2)	TOTAL N = 357 (100.0)	
Tranche d'âge				
1 à 5 ans	57 (51,85)	114 (46,2)	171 (47,9)	0.612
6–10 ans	34 (30,9)	86 (34,8)	120 (33,6)	
11–15 ans	19 (17,3)	47 (19,0)	66 (18,5)	
Classe sociale				
I	0 (0.0)	2 (0.8)	2 (0.6)	0.002**
II	20 (18.2)	15 (6.1)	35 (9.8)	
III	51 (46.4)	105 (42.5)	156 (43.7)	
IV	39 (35.5)	122 (49.4)	161 (45.1)	
V	0 (0.0)	3 (1.2)	3 (0.8)	
Les caractéristiques	Posséder et dormir sous des moustiquaires (%)*			valeur de <i>P</i>
	OUI N = 45 (40.9)	NON N = 65 (59.1)	TOTAL N = 110 (100.0)	
Tranche d'âge				
1 à 5 ans	28 (62.2)	29 (44.6)	57 (51.8)	0.038**
6–10 ans	14 (31.1)	20 (30.8)	34 (30.9)	
11–15 ans	3(6.7)	16 (24.6)	19 (17.3)	
Classe sociale				
II	4 (8.9)	16 (24.6)	20 (18.2)	0.104
III	24 (53.3)	27 (41.5)	51 (46.4)	
IV	17 (37.8)	22 (33.8)	39 (35.5)	

Il y avait diverses raisons pour lesquelles les 65 (59,1%) participants qui possédaient des moustiquaires ne les avaient pas utilisées la nuit précédente. Ces raisons comprenaient des plaintes de chaleur ou d'inconfort en dormant sous des moustiquaires (20 ; 30,8 %), de ne pas avoir suspendu les moustiquaires en premier lieu (14 ; 21,5 %), la croyance qu'il n'y avait pas de moustiques dans l'environnement (3 ; 4,6 %) entre autres raisons, illustrées à la (Figure 20). Onze des participants n'avaient aucune raison particulière de ne pas utiliser des moustiquaires.

Il y avait 36 (10,1%) participants qui recevaient systématiquement des médicaments antipaludiques pour prévenir le paludisme. Les médicaments antipaludiques couramment administrés étaient l'Artéméther/luméfantrine (30), la sulfadoxine/pyriméthamine (3) et la chloroquine (3).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

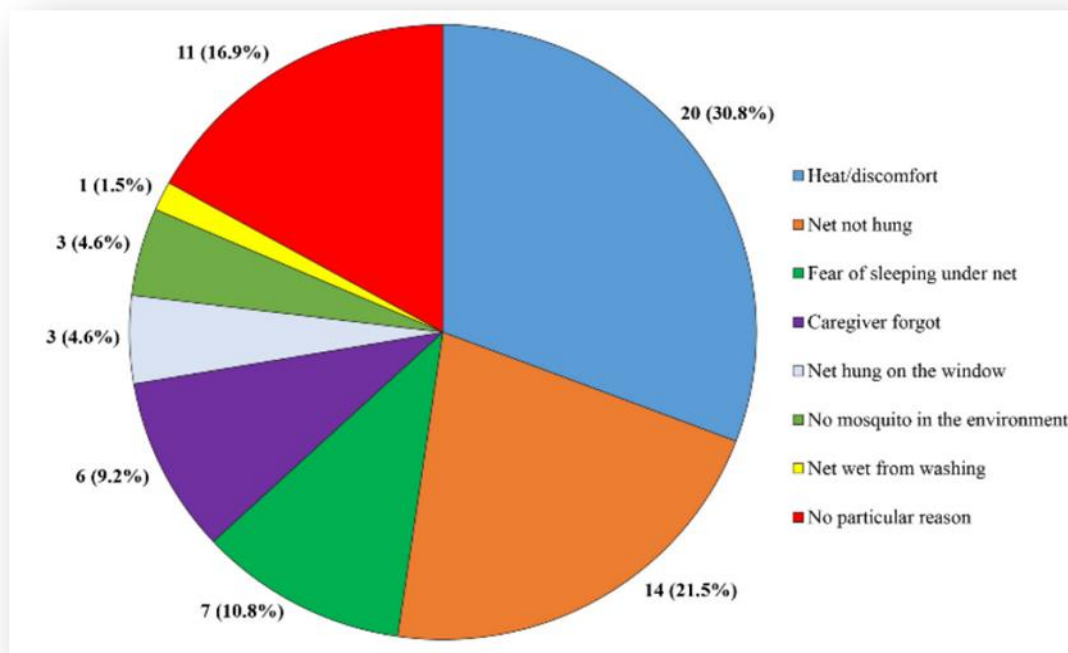


Figure 20 : Raisons pour lesquelles les participants qui avaient des moustiquaires ne les ont pas utilisées la nuit précédant l'enquête (Fatunla et al., 2022).

La figure 21 montre la fréquence à laquelle ces médicaments avaient été administrés aux participants, qui allait de l'administration quotidienne à l'ingestion mensuelle de ces médicaments. Outre l'utilisation de moustiquaires et de médicaments antipaludiques, d'autres méthodes de prévention du paludisme comprenaient l'utilisation d'insecticides (102 ; 28,6 %), l'ingestion d'herbes locales (151 ; 42,3 %) et l'utilisation de crèmes anti-moustiques (18 ; 5,0 %). Certaines maisons des participants avaient des moustiquaires aux fenêtres (278 ; 77,9 %), tandis que quelques moustiquaires fixes à leurs portes de sortie (99 ; 27,7 %).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

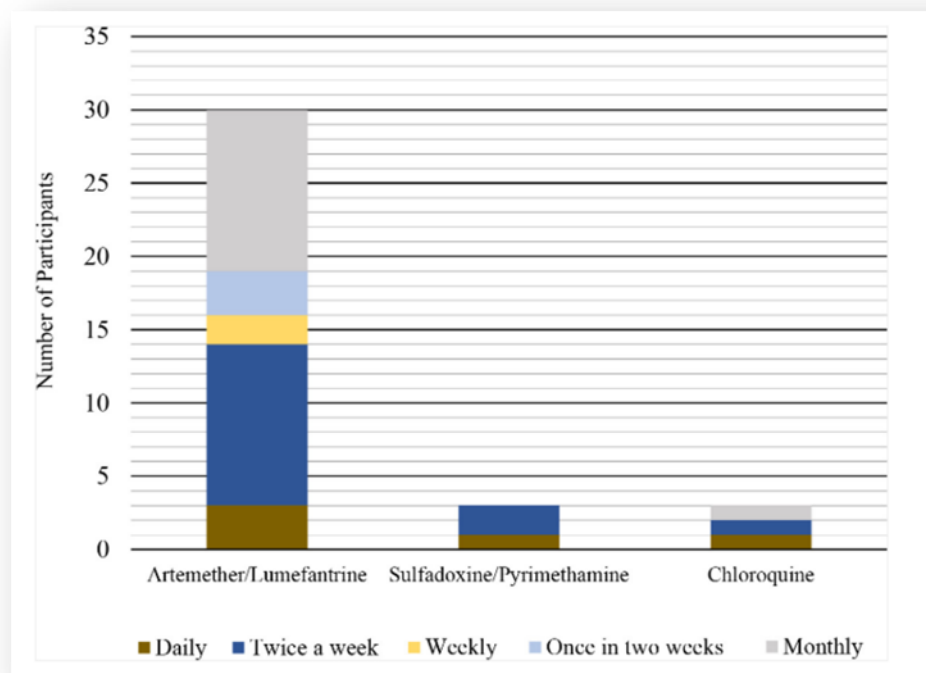


Figure 21: Utilisation de médicaments antipaludiques pour la prophylaxie du paludisme (Fatunla et al., 2022).

Le tableau 08 représente les classes sociales des participants et les différentes méthodes de prévention du paludisme. Près de la moitié (18 ; 48,6 %) des participants appartenant à la classe sociale supérieure ($P = 0,015$) avaient utilisé des insecticides. Environ un tiers de ceux qui appartenait à la classe sociale inférieure ne fixaient pas de moustiquaires à leurs fenêtres (45 ; 27,4 % ; $P = 0,045$) et la majorité de la classe sociale inférieure n'avait pas de moustiquaires à leurs portes de sortie (132 ; 80,5 % ; $P = 0,006$). Il n'y avait pas d'autre différence significative dans les pratiques de prévention du paludisme entre les classes sociales ($P > 0,050$). Comme le montre le tableau 08, il y avait 335 (93,8%) participants qui employaient au moins une méthode de prévention du paludisme, ils comprenaient tous les 37 (10,4%) participants appartenant à la classe sociale élevée (Fatunla et al., 2022).

Sur les 22 participants (6,2 %) qui n'avaient utilisé aucune méthode, 13 appartenait à la classe sociale inférieure ($P = 0,493$).

Il y avait 103 (28,9%) participants qui n'utilisaient qu'une seule méthode de prévention du paludisme. Parmi ceux-ci figuraient 60 (58,3%) participants qui avaient des moustiquaires, 26 (7,8%) participants qui prenaient des herbes locales, 9 (8,7%) participants qui utilisaient des

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

insecticides en aérosol et 3 (2,9%) participants qui avaient chacun ingéré des médicaments antipaludiques ou avaient filets de porte de sortie. Parmi les participants qui n'avaient utilisé qu'une seule méthode de prévention du paludisme, un seul a dormi sous une moustiquaire ou utilisé un crème anti-moustique. Un seul participant a combiné toutes les méthodes sauf l'utilisation de médicaments antipaludiques pour la prophylaxie, tandis qu'aucun des participants n'a combiné les sept méthodes de prévention du paludisme observées dans cette communauté.

Tableau 08 : Autres méthodes étaient utilisées pour prévenir le paludisme (Fatunla et al., 2022).

	Les différentes classes sociales %			Total %	Valeur <i>P</i>
	Classe supérieure	Classe moyenne	Classe inférieure		
Antipaludiques					
OUI	4 (10.8)	13 (8.3)	19 (11.6)	36 (10.1)	0.620
NON	33 (89.2)	143 (91.7)	145 (88.4)	321 (89.9)	
Insecticides					
OUI	18 (48.6)	43 (27.6)	41 (25.0)	102 (28.6)	0.015
NON	19 (51.4)	113(72.4)	123 (75.0)	255 (71.4)	
Manger des herbes locales					
OUI	12 (32.4)	63 (40.4)	76 (46.3)	151 (42.3)	0.246
NON	25 (67.6)	93 (59.6)	88 (53.7)	206 (57.7)	
Des moustiquaires aux fenêtres					
OUI	33 (89.2)	126 (80.8)	119 (72.6)	278 (77.9)	0.045
NON	4 (10.8)	30 (19.2)	45 (27.4)	79 (22.1)	
Des moustiquaires fixes aux portes de sortie					
OUI	13 (35.1)	54 (34.6)	32 (19.5)	99 (27.7)	0.006
NON	24 (64.9)	102(65.4)	132 (80.5)	258 (72.3)	
Crèmes anti-moustiques					
OUI	4 (10.8)	5 (3.2)	9 (5.5)	18 (5.0)	0.154
NON	33 (89.2)	151 (96.8)	155 (94.5)	339 (95.0)	
Méthodes utilisées					
AUCUN	0 (0.0)	9 (5.8)	13 (7.9)	22 (6.2)	0.493
SEULEMENT UN	11 (29.7)	46 (29.5)	46 (28.0)	103 (28.9)	
PLUS D'UN	26 (70.3)	101(64.7)	105 (64.0)	232 (65.0)	
TOTALE	37 (10.4)	156 (43.7)	164 (45.9)	357(100.0)	

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Il y avait 151 (42,3%) participants qui consommaient régulièrement des herbes locales pour prévenir le paludisme. Certains des mélanges à base de plantes se composaient de graines, d'écorces, de feuilles et d'écorces d'arbres fruitiers tels que la mangue (60 ; 39,7 %), la noix de cajou (34 ; 22,5 %), l'orange (5 ; 3,3 %), le raisin (2 ; 1,3 %), la papaye (2 ; 1,3 %) et le citron (2 ; 1,3 %) ainsi que certaines feuilles et écorces d'arbres de plantes.

Les détails des constituants et/ou de la concentration des mélanges à base de plantes administrés à 32 (21,2 %) des participants n'étaient cependant pas connus, bien que deux d'entre eux aient été à base d'alcool. La plupart des soignants avaient affirmé que l'ingestion systématique d'herbes locales était une pratique héritée de leur lignée ; et que les constituants comprenaient des matériaux provenant de plantes à proximité.

Le tableau 09 rapporte la prévalence du parasite du paludisme parmi les participants qui auraient ingéré des médicaments antipaludiques avant l'enquête. Il y avait 81 (22,7%) participants qui auraient été précédemment diagnostiqués et traités pour le paludisme dans les 40 jours précédant cette enquête ; 69 (85,2%) d'entre eux n'avaient pas de parasites dans le sang au cours de cette étude. À l'inverse, il y avait 36 (10,1 %) participants qui avaient systématiquement ingéré des médicaments antipaludiques pour la prophylaxie contre le paludisme, 11 (30,6 %) d'entre eux avaient une parasitémie palustre (Tableau 09). Cette proportion était plus élevée que celle des participants qui n'utilisaient aucun médicament antipaludique à titre prophylactique et souffraient de parasitémie palustre (85 ; 26,5 %) ; bien que ce ne soit pas un résultat significatif ($P > 0,050$). Parmi les 30 participants qui avaient utilisé l'Artemether/Lumefantrine pour la prophylaxie du paludisme, seuls 8 avaient une parasitémie palustre ($P > 0,050$) (Fatunla et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Tableau 09: Prévalence du paludisme parmi ceux qui avaient pris des médicaments antipaludiques (Fatunla et al., 2022).

Antipaludiques	Parasitémie du paludisme		TOTAL	Valeur P
	OUI	NON		
Malaria prophylaxies (%)*				
OUI	11 (30.6)	25 (69.4)	36	0.601
NON	85 (26.5)	236 (73.5)	321	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Médicament utilisé pour la prophylaxie				
Artéméther/luméfantrine	8 (26.7)	22 (73.3)	30	0.356
Chloroquine	1 (33.3)	2 (66.7)	3	
Sulfadoxine/Pyriméthamine	2 (66.7)	1 (33.3)	3	
TOTAL	11 (30.6)	25 (69.4)	36	
Traitement du paludisme au cours des 40 derniers jours				
OUI	12 (30.6)	69 (85.2)	81	0.005
NON	84 (30.4)	192 (96.6)	276	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Médicament utilisé pour le traitement (%)				
Artéméther/luméfantrine	9 (12.7)	62 (87.3)	71	0.241
Chloroquine	1 (50.0)	1 (50.0)	2	
Dihydroartémisinine/Piperaquine	0 (0.0)	2 (100.0)	2	
Sulfadoxine/Pyriméthamine	2 (33.3)	4 (66.7)	6	
TOTAL	12 (14.8)	69 (85.2)	81	

Il y avait 12 (14,8%) participants sur les 81 qui avaient été traités pour le paludisme au cours des 40 jours précédents qui avaient des parasites du paludisme. Cependant, ce pourcentage est considérablement inférieur à la prévalence du paludisme chez 84 (30,4%) des 276 participants

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

restants qui n'avaient pas été récemment traités pour le paludisme et qui avaient des parasites du paludisme. Ce résultat était statistiquement significatif ($P = 0,005$). Le type de médicament antipaludique utilisé n'a pas eu d'association statistiquement significative avec la parasitémie palustre chez les participants ($P > 0,050$) comme le montre le tableau 09. Aucune des autres méthodes employées pour prévenir le paludisme n'a eu d'effet statistiquement significatif sur la prévalence du paludisme chez les participants ($P > 0,050$) (Tableau 10)

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Tableau 10 : Autres méthodes de prévention du paludisme et de la prévalence des parasites du paludisme (Fatunla et al., 2022).

Antipaludiques	Parasitémie du paludisme		Total %	Valeur <i>p</i>
	OUI	NO		
Dormi sous des moustiquaires				
OUI	13 (28.9)	32 (71.1)	45	0.617
NON	16 (24.6)	49 (75.4)	65	
TOTAL	29 (26.4)	81 (73.6)	110	
Insecticides				
OUI	29 (28.4)	73 (71.6)	102	0.678
NON	67 (26.3)	188 (73.7)	255	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Manger des herbes locales				
OUI	41 (27.2)	110 (72.8)	151	0.924
NON	55 (26.7)	151 (73.3)	206	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Des moustiquaires aux fenêtres				
OUI	73 (26.3)	205 (73.7)	278	0.614
NON	23 (29.1)	56 (70.9)	79	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Des moustiquaires fixes aux portes de sortie				
OUI	23 (23.2)	76 (76.8)	99	0.334
NON	73 (28.3)	185 (71.7)	258	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Crèmes anti-moustiques				
OUI	5 (27.8)	13 (72.2)	18	0.931
NON	91 (26.8)	248 (73.2)	339	
TOTAL	96 (26.9)	261 (73.1)	357	
Méthodes utilisées				
AUCUN	8 (36.4)	14 (63.6)	22	0.504
SEULEMENT UN	25 (24.3)	78 (75.7)	103	
PLUS D'UN	63 (27.2)	169 (72.8)	232	
TOTALE	96 (26.9)	261 (73.1)	357	

La prévalence du paludisme était plus élevée chez les participants qui dormaient sous des moustiquaires (13 ; 28,9 %), utilisaient des insecticides (29; 28,4 %), prenaient des herbes

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

locales pour la prophylaxie (41 ; 27,2 %) ou utilisaient des crèmes anti-moustiques (5 ; 27,8 %) par rapport à celles qui n'utilisaient pas ces méthodes (respectivement 24,6 %, 26,3 %, 26,7 % et 26,8 %) et souffraient de parasitémie palustre comme le montre le (Tableau 10).

En revanche, moins de participants qui avaient des moustiquaires aux fenêtres (73 ; 26,3 %) ou aux portes de sortie (23 ; 23,2 %) souffraient de parasitémie palustre par rapport à ceux qui n'avaient pas de moustiquaires aux fenêtres ou aux portes de sortie. Une proportion plus élevée de participants qui n'avaient utilisé aucune méthode de prévention (8 ; 36,4 %) avaient une parasitémie palustre par rapport à ceux qui l'avaient fait. De même, la proportion de participants qui n'utilisaient qu'une seule méthode mais souffraient de paludisme (25 ; 24,3 %) était inférieure à celle de ceux qui utilisaient plus d'une méthode et souffraient toujours de parasitémie palustre (63 ; 27,2 %) ($P > 0,050$). Les détails sont affichés dans le tableau 10.

Les méthodes de prévention du paludisme avaient été regroupées en mesures intérieures et mesures personnelles, comme le montre la figure 22. Les mesures intérieures comprenaient l'utilisation de moustiquaires, de moustiquaires de fenêtre, de moustiquaires de sortie et d'insecticides, tandis que les mesures personnelles comprenaient l'ingestion de médicaments et d'herbes ainsi que l'utilisation de crèmes anti-moustiques.

La prévalence du paludisme était la plus élevée parmi les participants qui n'avaient utilisé aucune mesure préventive (8 ; 36,4 %), suivis de ceux qui avaient combiné les deux mesures (44 ; 28,6 %). Ceux qui avaient utilisé des mesures personnelles avaient cependant la plus faible prévalence de paludisme (4 ; 13,3 %).

Ce résultat n'était cependant pas significatif ($P = 0,257$).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

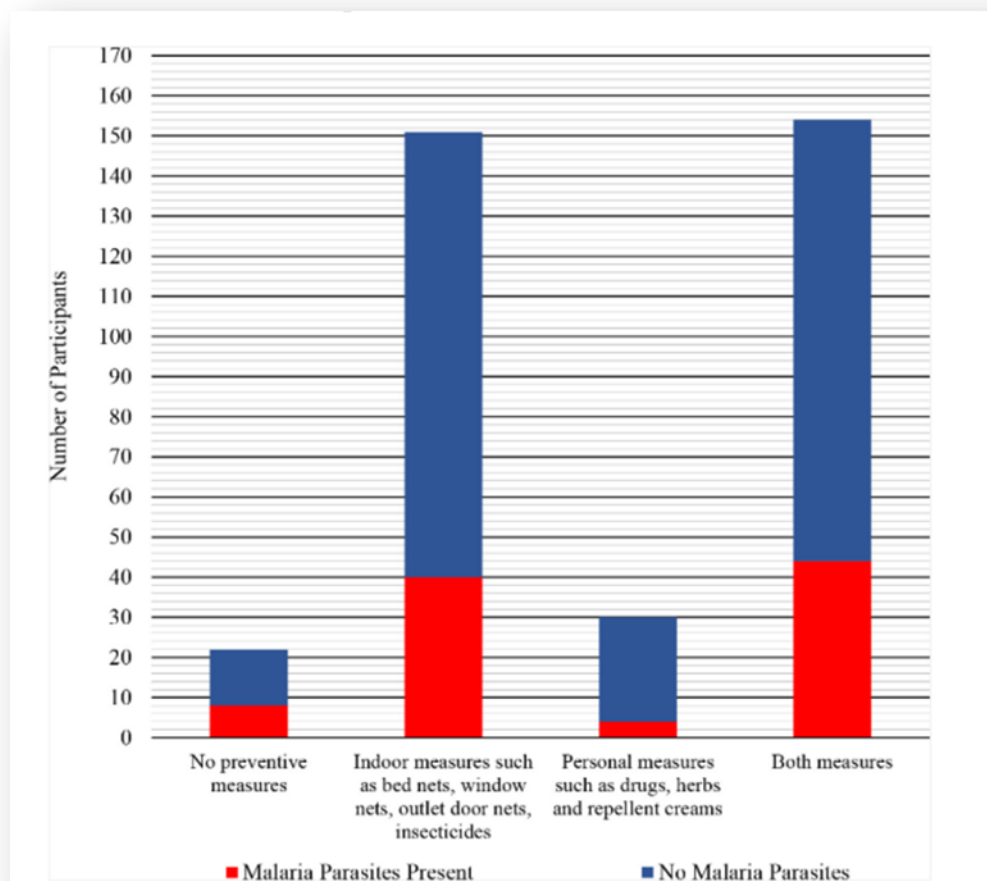


Figure 22 : Comparaison de la prévalence du parasite du paludisme à travers les mesures de prévention du paludisme (Fatunla et al., 2022).

4. Discussion : L'une des principales stratégies de prévention du paludisme est l'utilisation de moustiquaires. Dans cette étude, les participants avaient utilisé diverses méthodes pour prévenir l'infection par le paludisme, telles que des moustiquaires, des insecticides et des médicaments, notamment des médicaments antipaludéens et des herbes.

Seul un tiers des participants possédaient des moustiquaires, ce qui est bien inférieur au pourcentage de possession de 44 % - 57 % et 73,4 % précédemment observé dans l'État d'Ekiti, comme documenté dans les rapports 2018 NDHS et 2015 de l'enquête sur les indicateurs du paludisme (MIS) respectivement (DHS, 2016; NPC/ICF, 2019). Cela implique que la possession de moustiquaires est faible dans la communauté rurale enquêtée par rapport au niveau moyen de l'État. En outre, les résultats de cette étude pourraient indiquer que la possession de moustiquaires pourrait avoir généralement diminué par rapport au pourcentage de possession observé dans l'état au cours des cinq années précédant cette enquête, cela

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

soulève la nécessité d'intensifier les campagnes de distribution de moustiquaires dans les communautés rurales.

Comme on pouvait s'y attendre, plus de la moitié des participants qui possédaient des moustiquaires dans cette étude avaient 5 ans ou moins, et cela pourrait être lié au fait que la plupart des interventions antipaludiques, en particulier la distribution de moustiquaires, ciblait les enfants plus jeunes que les l'âge de cinq ans (Ghebreyesus, 2017; NBS, 2012; Nkumama et al., 2017; Patricia et al., 2013). Contrairement à l'observation du rapport MIS (DHS, 2016), cette étude a observé qu'une proportion plus élevée de participants appartenant à la classe sociale supérieure possédait des moustiquaires. Cela peut être dû à une prise de conscience accrue de l'importance d'utiliser des moustiquaires, à une accessibilité accrue aux moustiquaires ou à la capacité financière de se procurer des moustiquaires parmi la classe sociale supérieure.

Les résultats de cette étude soulignent que l'utilisation des moustiquaires dans la zone d'étude était faible bien que légèrement meilleure que les rapports précédents, mais les raisons de la non-utilisation étaient assez similaires aux études précédentes (DHS, 2016; NPC/ICF, 2018). Les principales raisons de la non-utilisation des moustiquaires étaient la non-disponibilité, le coût élevé, la claustrophobie et le fait de ne pas en avoir besoin (DHS, 2016; NPC/ICF, 2018). Certaines de ces raisons, telles que la claustrophobie, sont en grande partie non modifiables, tandis que d'autres sont des pratiques modifiables. Cela montre qu'il est nécessaire d'intensifier l'éducation sanitaire afin de dissiper les idées fausses lors des campagnes de distribution de moustiquaires telles que la non-utilisation des moustiquaires lorsque les soignants perçoivent qu'il n'y a pas de moustiques et la mauvaise utilisation des moustiquaires.

Contrairement à certains rapports antérieurs qui avaient observé une prévalence du paludisme considérablement faible chez les personnes qui utilisent des moustiquaires (Dawaki et al., 2016; Singh et al., 2014). Cette étude n'a trouvé aucune association entre l'utilisation des moustiquaires et la prévalence du parasite du paludisme. Néanmoins, les résultats de cette étude étaient similaires à ceux (Iwuafor et al., 2016) qui n'avaient signalé aucune réduction significative de la prévalence du paludisme chez les enfants de moins de cinq ans qui utilisaient des moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) dans le Sud-Est du Nigeria. Une explication possible de ces résultats comprend la possibilité que les participants qui avaient utilisé des moustiquaires aient été piqués par des moustiques avant de dormir sous les

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

moustiquaires, d'où l'absence de différence significative dans la prévalence du paludisme observée entre les deux groupes. Cependant, il peut être nécessaire d'examiner également l'effet de facteurs environnementaux tels que la présence de plans d'eau stagnante et d'une végétation épaisse à proximité des maisons des participants qui peuvent favoriser la reproduction des moustiques.

Cette étude a également noté l'utilisation aveugle des thérapies à base d'artémisinine dans la prévention du paludisme ; Certains participants prenaient également régulièrement de la sulfadoxine/pyriméthamine et de la chloroquine en monothérapie, probablement parce que ces médicaments étaient disponibles sans ordonnance dans la zone d'étude. Aucun des participants n'a reçu la combinaison recommandée par l'OMS de sulfadoxine/pyriméthamine et d'amodiaquine pour la prévention du paludisme dans les zones d'endémie palustre (WHO, 2020). Cependant, cette étude n'a pas observé de différence significative dans la prévalence du paludisme entre les participants qui prenaient des médicaments antipaludiques comme prophylaxie du paludisme et ceux qui n'en prenaient pas. Cette constatation peut être due à un dosage inadéquat et/ou à une fréquence aléatoire d'administration des médicaments.

L'utilisation non coordonnée des ACT observée dans cette zone d'étude peut favoriser le développement de résistances aux ACT, tout comme des résistances à la Sulfadoxine/Pyriméthamine et à la Chloroquine avaient déjà été observées (Ocan et al., 2019; Wundermann & Osiki, 2017). Ces résultats étaient très préoccupants étant donné que certains auteurs avaient déjà signalé des cas d'échec du traitement du paludisme avec Artemether/Lumefantrine au Nigeria (Carter & Mendis, 2002; Cowman & Foote, 1990; Wundermann & Osiki, 2017). Même si l'étude menée par (Mary et al., 2018) n'avaient rapporté aucune preuve de résistance du parasite du paludisme à l'Artémisinine dans le sud-ouest du Nigeria en 2018, il existe toujours un grand besoin de prévenir la résistance aux ACT dans la communauté, où cette étude a eu lieu.

Cette étude a également montré que la proportion de participants qui n'avaient pas été testés positifs pour les parasites du paludisme après avoir été diagnostiqués et traités pour le paludisme dans les six semaines précédant le début de cette étude était significativement plus élevée que ceux qui n'avaient pas été récemment traités. Cela renforce encore l'efficacité des ACT dans le traitement du paludisme (Matthew et al., 2017; WHO, 2006). De plus, il n'y avait pas de différence significative entre le type de médicaments antipaludiques utilisés et la

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

présence de parasites du paludisme entre les deux groupes, car la majorité de ceux qui traitaient le paludisme avec des ACT n'avaient pas de parasites du paludisme.

Le fait que près de la moitié des participants à l'étude utilisent diverses herbes pour prévenir le paludisme, allant des fruits à différentes parties de plantes, dont certaines avaient été documentées par Oyelami (Fatunla et al., 2022) atteste de l'acceptabilité des plantes médicinales dans l'État (Aina et al., 2020). Les compositions, la combinaison, la fréquence, la quantité et la durée d'utilisation de ces herbes variaient considérablement parmi les participants. alors que certains étaient mélangés à de l'alcool, certains étaient à base d'eau et des observations similaires avaient déjà été rapportées par certains auteurs (Tolu et al., 2006; Willcox & Bodeker, 2004).

Néanmoins, la prévalence du parasite du paludisme parmi ceux qui prenaient régulièrement des herbes locales pour la prophylaxie ne différait pas significativement de ceux qui n'en recevaient pas, ce qui soulève des spéculations concernant l'efficacité de ces thérapies à base de plantes pour la prévention du paludisme.

Cette observation pourrait être liée à une dose inadéquate d'herbes locales signalées comme ayant des propriétés antipaludiques (Fatunla et al., 2022; Tolu et al., 2006; Willcox & Bodeker, 2004) ou à la durée de l'ingestion qui n'était pas suffisante pour interrompre le cycle de vie des parasites du paludisme. En outre, les doses thérapeutiques ou prophylactiques d'herbes locales en tant qu'agents antipaludiques n'étaient pas encore pleinement établies (Okello, 2019; Willcox & Bodeker, 2004). De plus, certaines des herbes locales utilisées par les participants peuvent même ne pas avoir de propriétés antipaludiques. Ces observations soulignent la nécessité d'une éducation accrue des soignants dans la zone d'étude sur l'utilisation et la mauvaise utilisation des médicaments antipaludiques conventionnels et d'autres mesures locales de lutte contre le paludisme. En outre, cela soulève également la nécessité de mener des essais cliniques randomisés appropriés sur ces thérapies pour évaluer leur efficacité.

L'absence de différence statistiquement significative dans la prévalence du parasite du paludisme entre les utilisateurs et les non-utilisateurs d'insecticides pourrait être attribuée au développement possible d'une résistance aux insecticides chez les moustiques, comme également évoqué par des études publiées précédemment (Collins et al., 2019; Haoues, Benjamin, et al., 2017). De même, certains auteurs avaient précédemment suggéré que l'utilisation de crèmes anti-moustiques n'avait pas d'effet considérable sur la prévalence du

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

paludisme (Maia et al., 2018) comme cela a également été observé dans cette étude. Cependant, une prévalence plus faible du paludisme avait été observée parmi les participants de cette étude qui utilisaient des crèmes anti-moustiques entre autres mesures personnelles par rapport aux autres groupes de participants. Cette observation manquait peut-être de signification statistique en raison du petit nombre d'utilisateurs de crèmes répulsives.

En outre, cette étude n'a trouvé aucune réduction significative de la prévalence du parasite du paludisme parmi les participants qui avaient des moustiquaires sur leurs fenêtres et leurs portes de sortie, même si les moustiquaires de fenêtre étaient utilisées par la majorité des participants dans les trois classes sociales. Certains des participants avaient même cité la présence de moustiquaires aux fenêtres comme raison pour ne pas dormir sous des moustiquaires ; une observation similaire avait été rapportée par Oyekale chez les enfants camerounais de moins de cinq ans (Oyekale, 2015). De plus, l'intégrité des moustiquaires des fenêtres ou des portes de sortie pourrait avoir été compromise de manière à permettre aux moustiques d'entrer dans la maison et de piquer les participants non protégés à l'intérieur, transmettant ainsi le paludisme.

Cette étude a rapporté que la prévalence du paludisme était plus faible chez les participants qui n'utilisaient qu'une seule méthode de prévention du paludisme par rapport à ceux qui n'utilisaient aucune méthode ou utilisaient plus d'une méthode. Les auteurs de cette étude avaient présumé que probablement les participants qui n'utilisaient qu'une seule méthode faisaient preuve de plus de prudence pour réduire l'exposition aux piqûres de moustiques que ceux qui utilisent plus d'une méthode. Une étude qualitative serait nécessaire pour mieux comprendre cette hypothèse.

L'utilisation de médicaments antipaludéens pour la prophylaxie était associée à la plus forte prévalence de paludisme parmi toutes les méthodes, tandis que l'utilisation de moustiquaires pour portes et fenêtres était associée à la plus faible prévalence de paludisme. Néanmoins, la prévalence globale la plus élevée du paludisme avait été observée parmi les participants qui n'employaient aucune méthode de prévention du paludisme. En général, cette étude suggère que les participants doivent combiner leurs méthodes préférées de prévention du paludisme avec l'assainissement de l'environnement pour décourager la reproduction des moustiques et finalement arrêter la transmission du paludisme. Les efforts doivent être ciblés sur les stratégies de lutte anti-vectorielle, qui s'étaient avérées efficaces pour réduire la prévalence du paludisme (Haoues, Pierrick, et al., 2017).

Article 03: Trends in malaria epidemiological factors following the implementation of current control strategies in Dangassa, Mali (Touré et al., 2022).

1. Objectifs:

L'objectif de l'étude était d'effectuer une analyse de l'évolution de l'épidémiologie du paludisme chez l'homme dans la région de Dangassa au Mali en mettant en exergue les indicateurs de transmission parmi les vecteurs du paludisme par rapport à la mise en œuvre de stratégies de contrôle et de prévention dans la région.

2. Matériel et méthodes :

2.1. Site d'étude :

L'étude avait été menée dans le village de Dangassa, au Mali, situé dans la région soudano-guinéenne, où la transmission du paludisme peut persister jusqu'à six mois par année, le village de Dangassa fait partie des zones sanitaires du district sanitaire d'Ouélessébougou dans la région de Koulikoro au Mali (Figure 23), avec environ 7000 habitants, le village se trouve à proximité du fleuve Niger, à environ 80 km au Sud-Ouest de Bamako. La température annuelle moyenne et les précipitations se situent à 27,5 °C et 855 mm, respectivement. La transmission du paludisme est extrêmement saisonnière : plus de 65 % des cas surviennent entre Juin et Novembre de chaque année (Konaté et al., 2020). Dangassa possède un centre de santé communautaire couvrant 11 villages environnants et 47 travailleurs de santé communautaires.

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

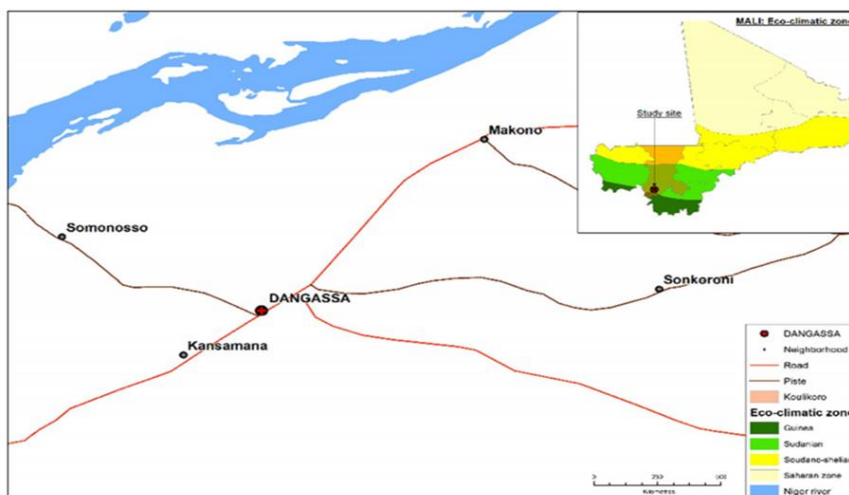


Figure 23: Plan du site d'étude (Touré et al., 2022).

Dans Dangassa, ACT et les TDR, les TPI et les MII étaient disponibles depuis 2006-2008, tandis que la couverture universelle et l'ECM pour les enfants de moins de 5 ans avaient été introduites en 2015 (Figure 24) (Sangaré, 2013).

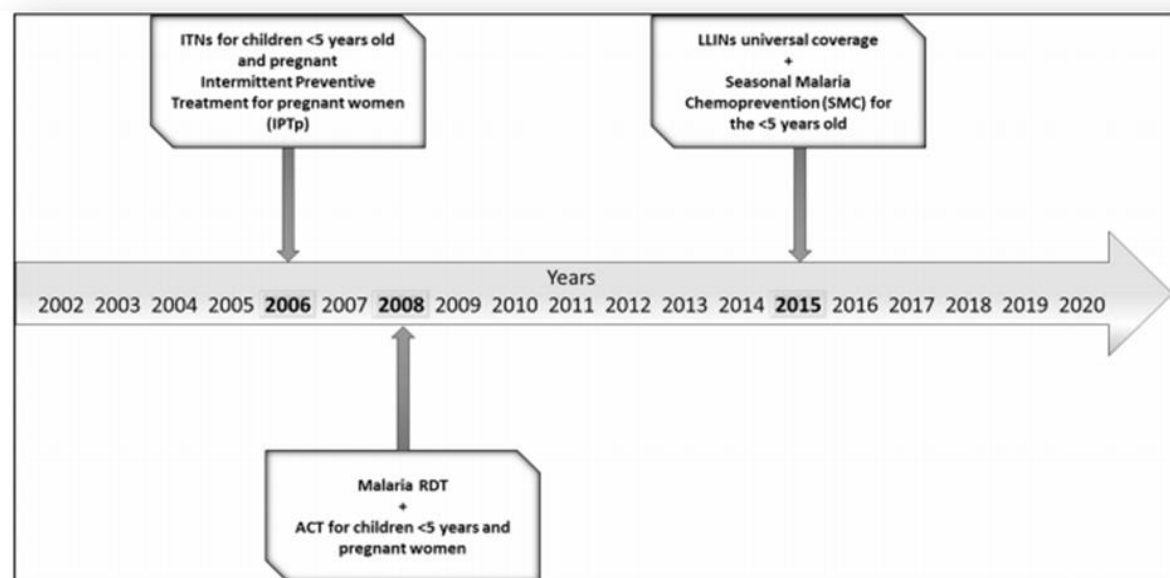


Figure 24 : Chronologie de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre le paludisme en cours à Dangassa au cours des 2 dernières décennies (Touré et al., 2022).

2.2. Plan de l'étude : L'étude avait été réalisée de 2012 à 2020, avant le début de l'étude, les objectifs et les procédures avaient été présentés au chef et aux anciens de Dangassa, afin d'obtenir l'appui de la communauté locale pour le projet. Après avoir obtenu l'approbation, une réunion générale avec la communauté a eu lieu, et des présentations individuelles avaient

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

été faites aux occupants des maisons candidates selon la sélection aléatoire des ménages décrite ci-dessous. Une fois que les communautés ayant une intensité élevée, intermédiaire et faible d'infection et de maladie à *Plasmodium falciparum* avaient été identifiées en examinant les données historiques sur la fréquence de l'infection et de la maladie, un recensement avait été effectué dans chaque communauté candidate. Cette approche visait à identifier les maisons occupées dans la communauté et à mettre à jour le nombre et l'âge des personnes dans les maisons, après que toutes les maisons actuellement occupées à Dangassa aient été identifiées à partir du recensement mis à jour, les ménages avaient été sélectionnés au hasard dans la base de données pour obtenir un total de 1401 participants de tous les groupes d'âge, les membres de certains ménages avaient été informés de l'étude et on leur a demandé s'ils envisageraient de participer à des enquêtes semestrielles par frottis.

2.3. Enquêtes semestrielles par frottis sur la prévalence de l'infection à *Plasmodium falciparum* :

Chaque année, deux frottis avaient été réalisés au début (Juin-Juillet) et à la fin de la saison de transmission du paludisme (Octobre-Novembre), chaque enquête avait été réalisée sur une moyenne de 12 jours au centre de santé communautaire de Dangassa où certains membres du ménage avaient été dépistés pour la présence du parasite et un questionnaire structuré avait été administré. Des informations sur les antécédents de fièvre avaient été recueillies et un examen clinique avait été réalisé. seuls les participants qui avaient eu de la fièvre ou qui avaient déclaré avoir eu de la fièvre au cours des 48 dernières heures avaient été testés au moyen TDR antipaludiques, le test SD BIOLINE Malaria Ag P.f/Pan, un test qualitatif et différentiel pour la détection de l'antigène de *P. falciparum* riche en histidine II (HRP-II) et de la déshydrogénase commune de lactate de *Plasmodium* (pLDH) des espèces de *Plasmodium* dans le sang humain entier, la prévalence de l'infection à *P.falciparum* et la dénivellation parasitaire avaient été mesurées par microscopie lors d'enquêtes transversales. Des clichés sanguins (sang capillaire) avaient été réalisés pour tous les participants, quels que soient les symptômes, afin de prévenir la parasitémie asymptomatique du paludisme. Des lamelles épaisses et minces avaient été préparées à l'aide d'une solution de Giemsa à 10 % pendant 30 min, les lamelles colorées avaient ensuite été examinées au microscope, à l'aide d'une immersion de 100 d'huile, par un technicien expérimenté. La parasitémie avait été calculée pour 200 globules blancs (WBC), en supposant 8000 WBC/ μ l de sang (WHO, 2016).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

L'anémie avait été évaluée pour chaque participant à l'aide du système HemoCue® Hb 301 (HemoCueAmerica, Danaher Company, Brea, CA, États-Unis).

Seuls les cas symptomatiques de paludisme, qui avaient été traités comme des patients ayant de la fièvre ou des antécédents de fièvre au cours des 48 dernières heures et qui étaient positifs à la TDR, avaient été traités gratuitement conformément à la politique nationale de gestion des cas de paludisme du national programme de lutte contre le paludisme (PNLP) malien, des lectures de diapositives avaient été effectuées, et des dossiers sur l'état infectieux, les espèces de parasites du paludisme et le nombre de formes asexuées et sexuelles de *P. falciparum* avaient été recueillis.

2.4. Surveillance continue du paludisme non compliqué à *falciparum* :

Au cours du processus d'inscription, on a demandé aux participants de consulter le clinicien pour tout symptôme le jour de la semaine, la détection passive de cas d'incidence du paludisme avait été mise en œuvre au centre de santé communautaire de Dangassa en Janvier 2013. Un médecin et un étudiant en médecine étaient basés dans le village et s'étaient vu attribuer un espace de travail au centre de santé communautaire pour effectuer la détection passive quotidienne des cas toute l'année.

Une visite hebdomadaire du ménage avait été organisée dans des ménages sélectionnés au hasard pour s'assurer que tous les cas de paludisme étaient observés par l'équipe de recherche, une fois qu'un patient a visité le centre de santé, un questionnaire avait été administré, suivi d'un examen clinique et d'un prélèvement d'échantillons de sang, des échantillons de TDR et de sang prélevés par piqûre digitale, obtenus dans des conditions stériles à l'aide d'équipement jetable, avaient été systématiquement prélevés sur les patients. La parasitémie avait été calculée pour 200 WBC en supposant 8000 WBC/ μ l de sang un rapport clinique et un formulaire d'analyse de laboratoire pour les TDR sur le paludisme, la lecture de diapositives et une évaluation de l'anémie avaient été remplis pour chaque visite. Le traitement antipaludique avait été donné sur la base du résultat des TDR antipaludique, selon la politique PNLP.

2.5. Prélèvement de moustiques et traitement des échantillons :

La collecte de moustiques anophèles avait été effectuée par pulvérisation de pyrèthre au début et à la fin de la saison des pluies 2 semaines avant les relevés de frottis, 45 composés sur les

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

250 dans le village de Dangassa avaient été sélectionnés au hasard pour la collecte de moustiques. Dans chaque composé sélectionné, une pièce avait été pulvérisée.

Un composé avait été défini comme un groupe de ménages dans lequel les membres partagent le même repas, chaque enquête a duré 12 jours pendant lesquels 15 chambres avaient été pulvérisées tous les trois jours, trois fois entre 07:00 et 09:00 h pour la collecte de moustiques au repos à l'intérieur en utilisant le tueur d'insectes Premium, Des échantillons d'*Anopheles gambiae sensu lato (s.l.)* avaient été identifiés morphologiquement et placés dans des flacons étiquetés contenant 80 % d'éthanol et transportés au laboratoire pour analyse et identification des espèces. Le taux d'infection (IR) d'*Anopheles gambiae. s.l.* et l'indice sanguin humain (HBI) avaient été établis à l'aide des techniques ELISA (J C Beier et al., 1988).

2.6. Calcul de la prévalence et de l'incidence :

Le paludisme avait été défini comme le nombre de participants ayant un frottis sanguin microscopique positif à la forme sexuée et/ou asexuée du *P. falciparum* divisé par le nombre de participants vus à chaque visite. Le taux d'incidence du paludisme clinique avait été défini comme des antécédents de fièvre ou une température mesurée de 37,5 °C et un frottis sanguin microscopique positif à la forme sexuée et/ou asexuée du *P.falciparum* a été défini comme le nombre total de cas de paludisme incident divisé par le nombre total. Le temps de personne observé dans la cohorte (Touré et al., 2022).

2.7. Analyse statistique :

Les résultats avaient été exprimés en fréquences et en pourcentages ou moyennes et écarts-types, le cas échéant, Les données avaient été saisies dans le système de gestion de base de données étude TRAX (version v3.2.0802, étude TRAX, Macon, GA, États-Unis). Les données cliniques avaient été analysées dans la version R-studio 1.3.1093 et le logiciel GraphPadPrism v.7 pour Windows (Allaire, 2011). La prévalence de la parasitémie palustre était la proportion de sujets atteints un frottis microscopique positif à *P. falciparum*.. D'après les données de surveillance au centre de santé communautaire : Dans le cadre de la détection passive des cas (PCD) parmi les participants de la cohorte, le taux d'incidence du paludisme a été estimé comme le nombre de nouveaux cas de paludisme par semaines-personnes pendant la période de suivi (exprimées pour 1000 semaines-personnes et 100 semaines-personnes). Les paramètres entomologiques suivants avaient été calculés : la densité vectorielle par pièce, le taux de morsure humaine (HBR), le taux d'infection (IR), et le taux d'inoculation

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

entomologique (EIR) en HBI. La densité des vecteurs du paludisme a été calculée comme le nombre moyen de repos à l'intérieur moustique par chambre et par jour l'HBR était la moyenne du nombre de piqûres de moustiques reçues par une personne endormie par unité de temps (moustique nourri par le sang et semi-gravide/nombre de personnes dormant dans la chambre); l'IR correspond à la proportion d'*An.gambiaes.l.* Portant *P.falciparhum-sporozoïtes* d' HBI était la proportion de femelles moustiques ayant du sang humain dans leurs intestins. Tous les Ces essais avaient été réalisés avec un seuil d'erreur de type I de 5 % (Touré et al., 2022).

2.8. Considérations éthiques :

Pour cette étude, des approbations éthiques avaient été obtenues auprès de l'Institut national des allergies et des maladies infectieuses (NIAID), des deux examens institutionnels Conseils (IRB) de l'Université de Tulane (FWA00002055) et l'Université des sciences, des techniques et de la technologie de Bamako au Mali (2011/77/FMPOS), avant les patients étaient inscrits à cette étude en 2012 et pour ceux inscrits par la suite, un consentement éclairé écrit a été obtenu de chaque partie participant ou son parent/tuteur légal s'il a moins de 18 veuillez noter que le protocole d'étude de cohorte a été revue et renouvelée chaque année depuis cette date. Des formulaires de consentement éclairé individuels avaient été obtenus pour la collecte de moustiques par captures de pulvérisation de pyrèthre (PSC) et captures d'atterrissage humain (HLC) pour les propriétaires de salles et les collecteurs de données avant de commencer les collectes de moustiques. (Touré et al., 2022).

3. Résultats :

Au total 1401 enfants et adultes avaient été inscrits à l'étude en Septembre 2012 avec un ratio de 1,18 pour femmes, L'âge médian était de 11 ans (maximum 86 ans), les adultes de plus de 20 ans représentaient 33 % de la population étudiée, tandis que les enfants de moins de 5 ans représenté 18 % et des enfants de 5 à 9 ans représentaient 19 % de la population à l'étude (Tableau 11).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Tableau 11 : Description sociodémographique de la population étudiée (Touré et al., 2022)

	Caractéristique	Dépistage et inscription 2012 N =1401
Sexe	Homme	642 (46%)
	Femelle	759 (54%)
	Âge médian (min, max)	11 (0, 86)
Les groupes d'âge	<5 ans	249 (18%)
	5–9 ans	273 (19%)
	10–14 ans	258 (18%)
	15–20 ans	156 (11%)
	>20 ans	465 (34%)

Les participants à l'étude étaient inscrits en 2012, et la détection passive des cas de paludisme dans la communauté Centre de santé de communautaire a démarré en Janvier 2013 transversale a été réalisée en 2013. En raison manque de financement en 2017, aucune enquête transversale ne pourrait être effectuée pendant la PCD de paludisme était en cours, l'enquête de référence a eu lieu en Octobre 2012 (fin de la saison de transmission) alors que le premier relevé au début de la saison de transmission en Juin 2014.

Par conséquent, pour la comparaison et l'estimation de la variation dans l'infection à *P. falciparum*, les données recueillies en Juin 2014 étaient utilisé comme référence pour le début de la mer de transmission , et Octobre 2012 comme base de référence pour la fin de la transmission du paludisme (Figure 25) (Touré et al., 2022).

La prévalence moyenne de *P. falciparum* parasitémie à le début de la transmission du paludisme (Juin-Juillet) montre une variation annuelle significative de 2014 à 2020, La prévalence de l'infection à *P. falciparum* variait de 62,8 % en Juin 2014 à 10,8 % en Juin 2020 avec un baisse de 84,5 % ($X^2 = 529,5$; $P < 0,0001$).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

L'infection à *P. falciparum* à la fin de la saison de transmission du paludisme (Octobre-Novembre) avait montré une variation significative entre 2012 et 2010 avec 60,3 % et 18,5 % en 2012-2020, l'estimation de la baisse était d'environ 65,8 % ($X^2 = 856,3$; $P < 0,0001$) (Figure 25)

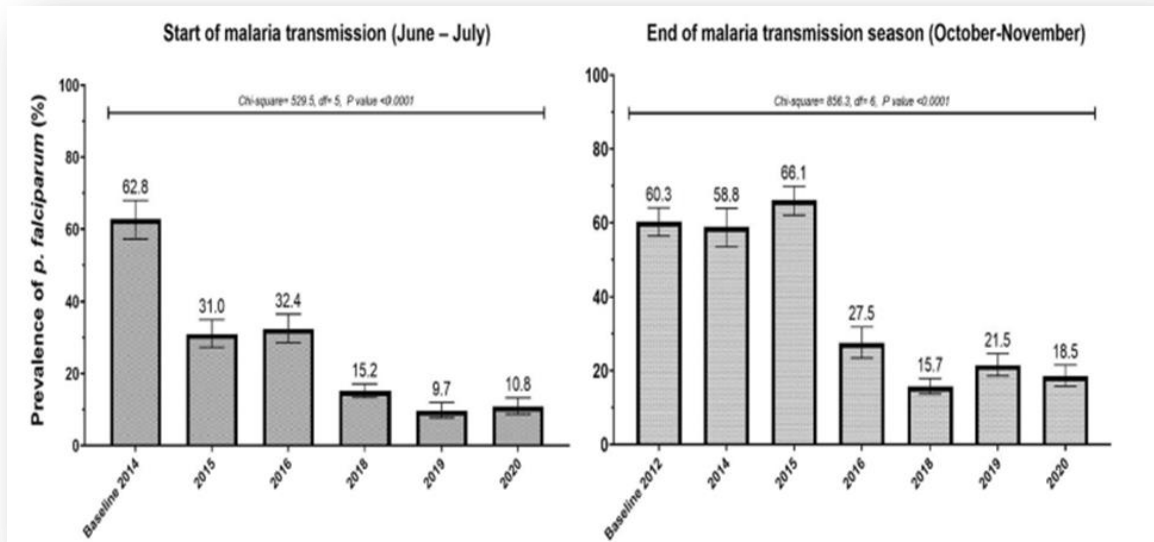


Figure 25 : Variations saisonnières globales de la prévalence de l'infection à *P. falciparum* au début et à la fin de la transmission du paludisme de 2012 à 2020 (Touré et al., 2022) .

Le tableau 11 rapporte la comparaison des taux d'infection par le paludisme selon l'âge durant le mois d'Août 2012 (Figure 26). Au début de la transmission du paludisme une diminution significative du transport asymptomatique le parasite du paludisme a été observé sur plusieurs années, parmi tous les groupes d'âge. La parasitémie était beaucoup plus élevée chez les enfants de moins de 5 ans (33-59,4 %) à d'autres groupes d'âge. Cependant, en 2016 un changement d'âge de prévalence de l'infection a été observé, avec plus d'enfants âgés de 5 à 9 ans et de 10 à 14 ans infectés que tous les autres groupes d'âge. Une tendance similaire a été observée en 2020. La diminution annuelle de l'infection prévaut des deux groupes d'âge au cours de la période d'étude, toutefois, ce changement était plus important enfants de moins de 5 ans, avec une diminution de 49,3 % (IC à 95 % de 37,2 à 59,2) contre 43 % (IC à 95 % de 35,7 à 49,6) entre 2014 et 2020. Par rapport au début de la saison de transmission du paludisme, du début de l'étude en 2012 à la fin de l'étude en 2020, la parasitémie à la fin de la transmission du paludisme était toujours plus élevée chez les enfants de 5 à 14 ans que chez les enfants de moins de 5 ans avec une parasitémie moyenne de 44,2 et 32,4% respectivement. La comparaison de la prévalence de l'infection à *P. falciparum* au plus fort de

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

la saison de transmission du paludisme de 2012 à l'année 2020 montre une baisse de 24 % (IC à 95 % de 12,7 à 33,5) et de 45 % (IC à 95 % de 38,9 à 50,7) chez les enfants de moins de 5 ans et les enfants de 5 à 14 ans, respectivement.

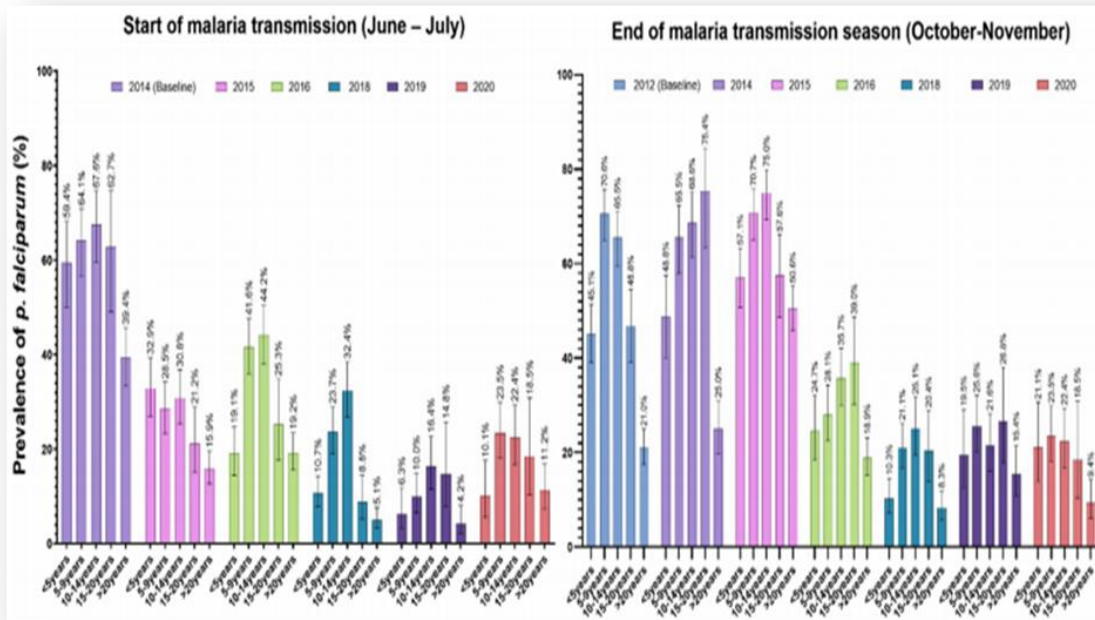


Figure 26 : Infection palustre à *P. falciparum* spécifique à l'âge (nombre de frottis positifs/taille de la population par tranche d'âge au sein de la cohorte) au début et à la fin de la saison de transmission du paludisme de 2012 à 2020 (Touré et al., 2022).

L'incidence du paludisme symptomatique, de figure 27 montre la saisonnalité du paludisme, avec des taux d'incidence saisonniers inférieurs à 5% pendant la saison sèche, de de Janvier à Juin, et plus près de 10 % en Juillet, sauf en 2018 où le taux d'incidence était plus proche 15 cas pour 1000 personnes chaque année, environ 80 à 90 % de tous les cas de paludisme étaient observé de Juillet à Novembre à Dangassa.

Les tendances temporelles de l'occurrence du paludisme étaient similaires pour les deux années, avec deux pointes observées en 2015 et 2016 avec 34 et 32 cas par 1000 personnes-semaines (Figure 27).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

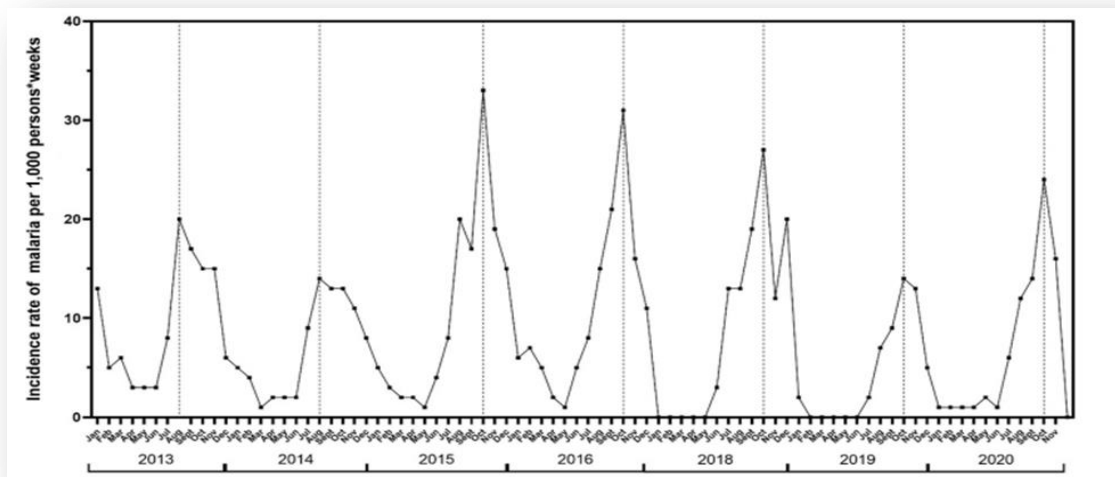


Figure 27: Variation mensuelle moyenne des taux d'incidence du paludisme pour 1000 personnes-semaines à Dangassa de 2013 à 2020 (Touré et al., 2022).

L'approche d'analyse des séries chronologiques a été utilisée pour estimer chaque mois la variation de l'incidence du paludisme pour 1000 personnes-semaines de 2013 à 2020, les données montrent que le paludisme est hautement saisonnier dans Dangassa avec moins de 5 cas par 1000 personnes-semaines de Janvier à Juin de chaque année correspondant à la saison sèche, une fluctuation du paludisme cas avaient commencé à partir de Juillet (7,5 cas de paludisme pour 1000 personnes-semaines), a culminé en Octobre avec environ 22,5 cas de paludisme par 1000 personnes-semaines, puis a diminué progressivement à 9 cas de paludisme par 1000 personnes-semaines (Figure 28) (Touré et al., 2022).

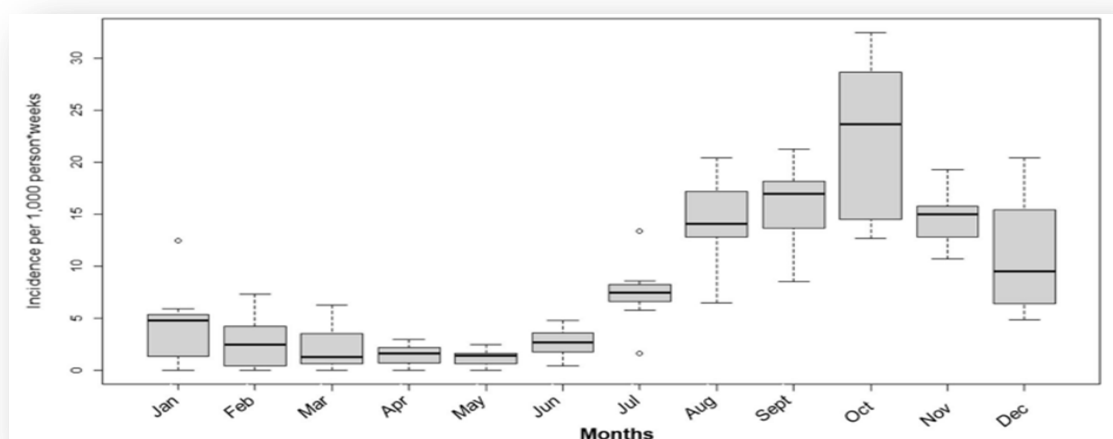


Figure 28 : Variation mensuelle moyenne des taux d'incidence du paludisme pour 1000 personnes-semaines à Dangassa de 2013 à 2020 (Touré et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

La figure 29 montre que le taux d'incidence moyen est significativement plus élevé parmi les enfants de moins de 5 ans par rapport à tout autre groupe d'âge au cours de cette période ($P < 0,05$). Toutefois, les autres groupes d'âge n'avaient pas montré de différence au cours de la période d'étude, en termes d'incidence ($P > 0,05$). Le taux d'incidence moyen est estimé pour chaque groupe, chaque point représente le taux d'incidence annuel par mois, la barre latérale représente la variation moyenne du taux d'incidence par mois pour chaque groupe d'âge pendant. L'ANOVA unidirectionnelle par le test de comparaison multiple de Tukey avec un taux de significances de 5% avait été utilisé pour comparer la différence observée entre les moyennes (Touré et al., 2022).

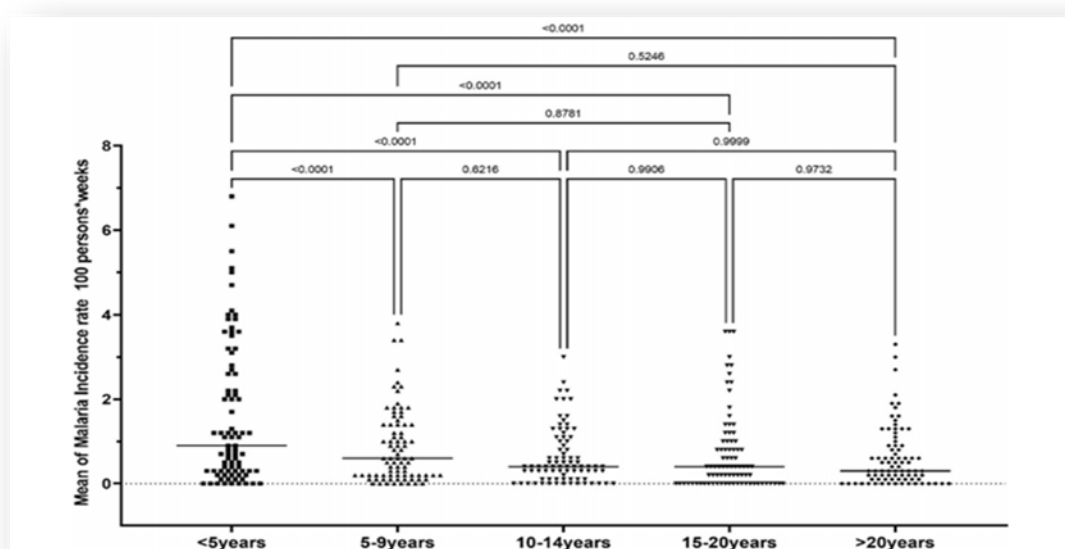


Figure 29 : Moyenne par âge du taux d'incidence du paludisme de 2013 à 2020 (Touré et al., 2022).

3.1. Densité et indice sanguin humain des moustiques anophèles :

Au début de la saison de transmission du paludisme, l'intensité moyenne montre une grande variation d'une année à l'autre (de 2 *An. gambiae s.l.* par chambre en 2019 à 30 *An. gambiae s.l.* par chambre en 2014) alors que HBI reste extrêmement élevé quelle que soit l'année (80-100%). Peu importe l'année, la densité de moustiques à la fin de la saison de transmission du paludisme était de moins de 25 moustiques par chambre). Cependant, le HBI est resté comme au début de la saison de transmission du paludisme est de 78 à 90 % (Figure 30).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

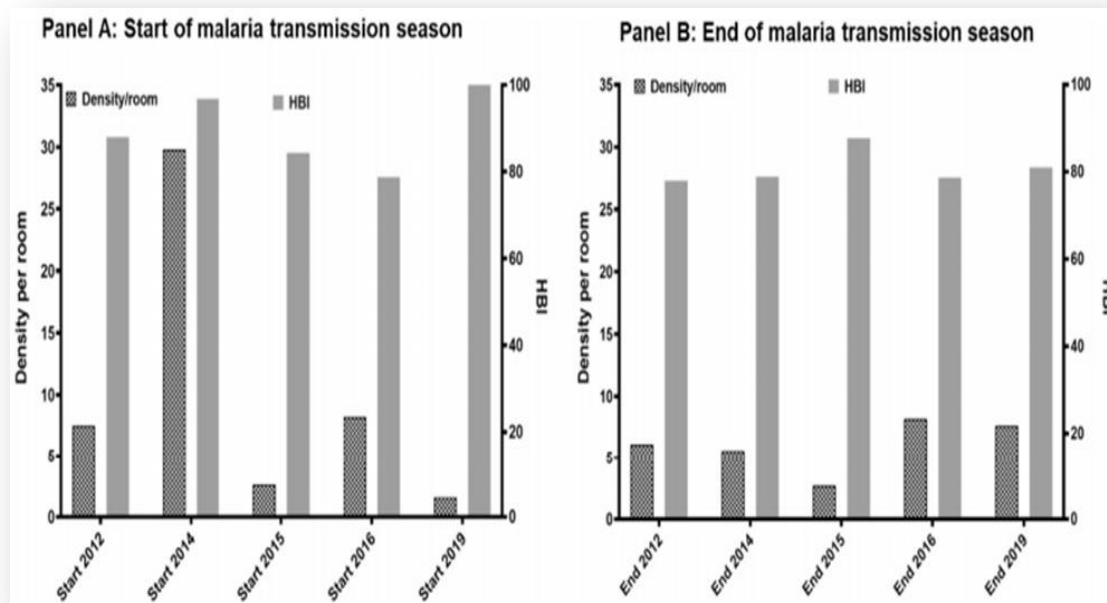


Figure 30 : Densité moyenne mensuelle (MMD) et HBI d'*Anopheles gambiae s.l.* dans des habitations humaines à Dangassa (Touré et al., 2022).

3.2. Taux moyen de morsure, taux d'infection, taux entomologique et taux d'inoculation dans *Anopheles gambiae s. l.* :

La figure 31 montre le taux moyen de piqûres humaines (MHBR) et EIR de 2012 à 2019, au début de la transmission du paludisme, les plus observés en Juin 2014 avec environ 110 piqûres/personne/mois, suivi d'une diminution de quatre fois à le même moment de l'année en 2015, MHBR était toujours plus bas à la fin de la transmission du paludisme avec le MHBR le plus élevé observé en 2012 et 2014 avec 45 et 43,5, respectivement au début de la transmission du paludisme, le MHBR le plus élevé était observé en 2014 avec 105,5 bits/personne/mois (Figure 31). L'EIR au début de la transmission du paludisme. La saison a varié de 1,1 à 1,5 morsures infectieuses/personne/mois sauf en 2015 EIR était inférieur à 0,5 piqûre infectieuse/personne/mois). Toutefois, en revanche à MHBR, EIR était significativement élevé à la fin de transmission du paludisme variant de 0,01 à 4,02 infectieuse- piqûre/personne/mois en 2016 et 2012, respectivement. Dans l'ensemble, une diminution significative avait été observée en MHBR et EIR de 2015 à 2019 ($P < 0,05$) (Touré et al., 2022).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

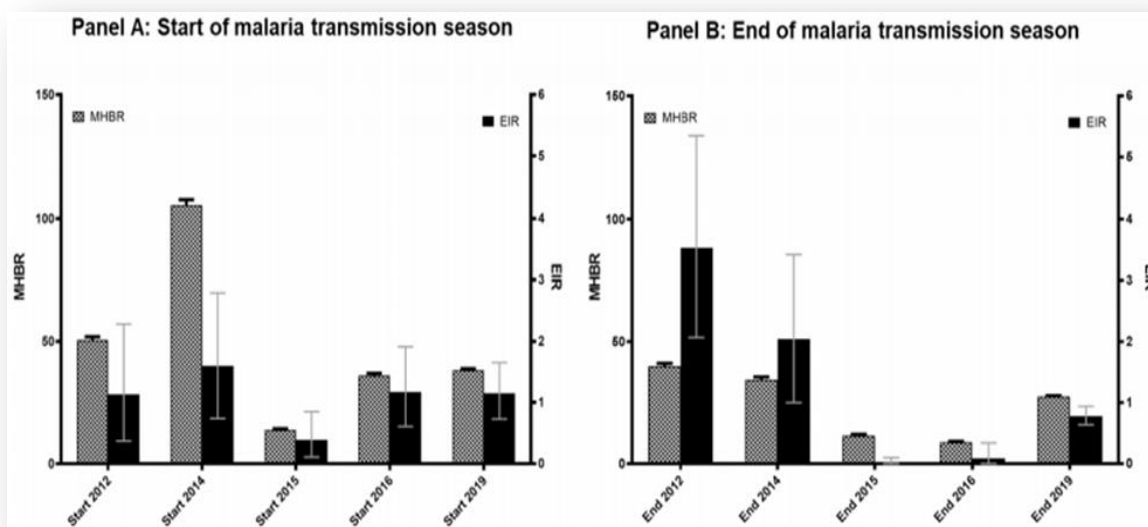


Figure 31 : Graphiques à barres montrant les changements dans les taux de piqûres mensuels et les changements dans le EIR pour la transmission du paludisme de 2012 à 2019 (Touré et al., 2022).

4. Discussion :

4.1. Prévalence du paludisme asymptomatique chez la population étudiée :

L'étude évalue la prévalence de l'infection à *P. falciparum* à Dangassa sur une période de 8 ans, au début et à la fin de la saison de transmission, avec tous les groupes d'âge. Une prévalence élevée du paludisme avait été observée au départ (fin de la saison de transmission du paludisme en 2012 et début de la saison de transmission du paludisme en 2014) 60,3 et 62,8 % des participants ont frottis sanguins, respectivement. Une diminution significative avait été observée en 2015, avec une baisse de 50% au début de la saison de transmission. Cependant la même année, la prévalence à la fin de la saison de transmission était similaire à celle observée l'année précédente dans le mois. Depuis 2016, une baisse prévalence du paludisme asymptomatique observée au début et fin de la saison de transmission avec la prévalence la plus faible en Octobre 2018 (15,7 %), Juin 2019 (9,7 %).

Cette diminution peut être liée à campagne de couverture universelle de Moustiquaires imprégnées d'insecticide (ITN) en 2015, suivie par la mise en œuvre efficace du CPS en 2016 dans la zone d'étude, il convient de mentionner que les observations se produisant au cours d'une seule année peuvent être due à une fluctuation. Ces observations stables sur une période de 2 ans l'intervalle est conforme aux tendances réelles. Les données montrent la présence de

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

réservoirs pertinents pour parasites du paludisme dans la population à l'étude, qui peuvent contribuer à maintenir la transmission immédiatement après le début de la saison des pluies et la présence du vecteur du paludisme dans la zone d'étude. Une étude similaire à Bandiagara au Mali avait montré que le transport communautaire a persisté asymptomatique, avec un rapport aux épisodes cliniques à de faibles périodes de transmission d'environ 0,5 à 5 épisodes par enfant, à travers toute la saison sèche, le paludisme transmission était faible et les porteurs asymptomatiques étaient les seul réservoir de parasites pendant cette période (Coulibaly et al., 2017). La diminution du transport asymptomatique des parasites du paludisme 2016 peut s'expliquer par l'effet combiné de l'univers et la couverture individuelle des moustiquaires insecticides longue durée (MILD) en 2015, suivie par le pays, mise en œuvre à grande échelle de l'ECM pour les enfants de moins de 5 ans en 2016 (Konaté et al., 2020).

Les variations saisonnières du portage des parasites du paludisme selon l'âge avaient montré que les enfants âgés de 5 à 9 ans et de 10 à 14 ans représentent le principal réservoir de parasites dans la zone d'étude, tant au début qu'à la fin de la saison des pluies. Des schémas similaires avaient été décrits à Sélingué, Mali avec une évolution à la fois asymptomatique et symptomatique la prévalence et l'incidence du paludisme chez les enfants plus âgés, qui n'étaient malheureusement pas encore ciblés par des interventions contre le paludisme, telles que les tests gratuits et les ACT, ou CMS (Touré et al., 2016). Les taux d'infection élevés observés au début de la saison de transmission du paludisme suggèrent l'adoption de stratégies spécifiques, telles que l'administration massive de drogues ou CPS pour les enfants plus âgés, à partir d'un mois ou deux avant la saison des pluies à Dangassa, pourrait aider à réduire le paludisme l'incidence dans la région (Konaté et al., 2020 ;Coulibaly et al., 2017).

4.2. Saisonnalité du paludisme et incidence moyenne par âge à Dangassa :

Le paludisme symptomatique est très saisonnier à Dangassa, avec un pic observé en août au cours des 2 premières années d'étude (2013 et 2014). En octobre 2015 et 2020, une diminution relative avait été observée pendant la saison sèche de janvier à juin de chaque année. Le modèle Tais avait été décrit dans plusieurs régions du (Coulibaly et al., 2017;Touré et al., 2016). La durée de la saison de transmission à Dangassa est beaucoup plus longue que les 4 mois décrits dans beaucoup d'autres régions du pays, appelant à un renforcement et prolongation de la durée des interventions de contrôle, telles que faire passer le CPS de 4 à 5 mois (Juillet–Novembre-au lieu de Juillet-Octobre).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

En outre, l'administration massive des médicaments antipaludiques à la fin de la saison sèche peut contribuer au déclin des cas cliniques pendant la saison de transmission (Brady et al., 2017) par rapport à la prévalence élevée du paludisme asymptomatique chez les enfants plus âgés. Au cours de la période de suivi, l'incidence le paludisme était plus élevée chez les enfants de moins de leur bénéfice de toutes les interventions présentes dans l'étude région. Ces observations montrent que la maladie du paludisme était plus dans ce groupe, le taux de chômage était plus élevé que dans le reste de la population. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette situation : (1) traitement appropriée avec ACT donné gratuitement aux enfants à moins de 5 ans peut conduire à la plus faible transmission asymptomatique de la parasites observés : (2) conformité au traitement CPS (proportion des enfants recevant les trois doses du traitement chaque mois) peut être surestimée, car seule la dose la plus est prise en observation directe et les parents étaient invités à administrer les deuxième et troisième doses à la maison de nombreux épisodes cliniques à un âge précoce est connu pour induire une prémonition pour le groupe d'âge de 5 ans et en plus, entraînant une diminution du risque de présenter des symptômes en cas de parasitémie faible (Sonden et al., 2015).

4.3. Population de vecteurs du paludisme : densité, indice humain de morsure et taux d'inoculation entomologique :

Le principal vecteur du paludisme à Dangassa est *An. gambiae s.l.* qui représente plus de 90% de la faune anophèle, peu importe la saison. Des résultats similaires avaient été rapporté par plusieurs auteurs dans des localités près de Dangassa (Sogoba et al., 2007). Les résultats de l'étude montrent que *An gambiae s.l* (Kelly-hope et al., 2009) de le nombre de chambres varie considérablement selon le mois, la saison et année. Ces fluctuations étaient liées à la dépendance à la pluie des sites de reproduction d'*An. gambiae s.l.* *Anopheles gambiae s.l* était très anthropophile. Le fait de regarder la télévision à l'extérieur et/ou d'autres activités domestiques peut avoir permis aux moustiques d'accéder à des sources de sang humain malgré la couverture universelle de la MILD (Mmbando et al., 2021). En outre le comportement de repos extérieur développé par les vecteurs du paludisme dans ce domaine peut compromettre l'efficacité les interventions, telles que les MILD, comme prévu dans les zones de transmission saisonnière du paludisme (Mmbando et al., 2021; Sogoba et al., 2007). Les résultats de cette étude avaient montré de EIR plus élevés à la fin de la saison des pluies par rapport au début, il y avait une tendance à la baisse à la fois dans MHBR et EIR de 2015 à 2020 (avec une certaine début de la saison des pluies en 2018 et 2020), qui peut être liée à l'augmentation des interventions antipaludiques comme décrit ailleurs (Touré et al., 2016).

CHAPITRE 02 : Présentation des travaux de recherche

Les résultats étaient cohérents avec les observations faites dans la région de Mopti au Mali de 1999 à 2006 après un large déploiement de MII (Rose et al., 2010).

5. Limites : Le travail n'a porté que sur un seul site rural au Mali qui ne représente pas les zones suburbaines ou urbaines, en 2013 et 2017. Des études de prévalence n'avaient pu être réalisées en raison du manque de données. La détection passive des cas les données de temps entre deux séries de données entomologiques de l'ICEMR en 2020 n' était pas présentés parce que le traitement de l'échantillon n' a pas été possible en raison de la pénurie de fournitures de laboratoire qui est une conséquence de la pandémie de COVID-19 (Touré et al., 2022).



Conclusion

Conclusion

Le paludisme est l'une des maladies parasitaires infectieuses les plus importantes au monde, transmis par les moustiques se reproduisant en eau douce. L'abondance et la survie des moustiques dépendent de plusieurs facteurs tels que le régime de précipitation, la température et l'humidité. Dans de nombreux endroits, la transmission est saisonnière et culmine pendant ou juste après la saison des pluies. La diminution de l'incidence et de la mortalité du paludisme est liée à l'utilisation concomitante de la prophylaxie et de la chimiothérapie, mais leur utilisation est rare et leur considération est incertaine. Cependant, le paludisme reste une maladie redoutable. Les hommes étaient plus touchés par rapports aux femmes en raison de leur exposition à facteurs de risque. La plupart des méthodes utilisées (des insecticides, de moustiquaires, de plantes médicinales et d'antipaludique) n'avaient fourni aucun résultat statistiquement significatif. Malgré la diminution du taux de prévalence globale du paludisme dans les zones d'étude, le paludisme continue d'être un fardeau de santé publique pour la population de Mojo, Nigeria et de Dangassa. Par conséquent, les programmes de contrôle et d'élimination du paludisme doivent être renforcés pour réduire davantage le fardeau de cette parasitose, en particulier parmi les groupes les plus vulnérables. Des mesures préventives efficaces et intensives doivent s'imposer pour l'éradication du paludisme en Afrique et qui nécessite davantage d'efforts, d'outils et d'interventions conjoints.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Ababa, A. (2017). National Malaria Elimination Roadmap: 2017-2030. *Federal Democratic Repub Ethiopia Minist Health, February*.
- Abate, A., Assefa, M., & Golassa, L. (2022). Five-Year Trend of Malaria Prevalence in Mojo Town, Central Ethiopia: Shifting Burden of the Disease and Its Implication for Malaria Elimination: A Retrospective Study. *Infect Drug Resist*, 15(February), 455–464. <https://doi.org/10.2147/IDR.S348203>
- Addisu, A., Tegegne, Y., Mihiret, Y., & Setegn, A. (2020). A 7-Year Trend of Malaria at Primary Health Facilities in Northwest Ethiopia. *J Parasitol Res*, 2020(29), 4204987. <https://doi.org/10.1155/2020/4204987>
- Aguilar, J. B., & Gutierrez, J. B. (2020). An Epidemiological Model of Malaria Accounting for Asymptomatic Carriers. In *Bull Math Biol* (Vol. 82, Issue 3). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s11538-020-00717-y>
- Ahmed, M. A., & Cox-Singh, J. (2015). Plasmodium knowlesi - an emerging pathogen. *ISBT Sci Ser*, 10(S1), 134–140. <https://doi.org/10.1111/voxs.12115>
- Aina, O., Gautam, L., Simkhada, P., & Hall, S. (2020). Prevalence, determinants and knowledge about herbal medicine and non-hospital utilisation in southwest Nigeria: A cross-sectional study. *BMJ Open*, 10(9), 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040769>
- Alies, N., & Chougourou, D. . (2016). Tests d'efficacité du baume d'Anarcadium occidentale L. sur les larves d'Anopheles gambiae Giles (1902) au laboratoire. *EPAC/UAC*, 2016.
- Allaire, J. (2011). RStudio : Integrated Development Environment for R. *Boston MA*, 770(394), 165–171. <https://doi.org/10.1.1.651.1157&rep=rep1&type=pdf#page=>
- Anderson, D. C., Lapp, S. A., Akinyi, S., Meyer, E. V. S., Barnwell, J. W., Korir-Morrison, C., & Galinski, M. R. (2015). Plasmodium vivax trophozoite-stage proteomes. *J Proteomics*, 115, 157–176. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2014.12.010>
- Aubry, P., & Gaüzère, B.-A. (2021). Paludisme. *Cent René Labusquière, Instit Méd Trop, Univ Bordeaux*, 1–39.

Références bibliographiques

- Baird, K. J., Maguire, J. D., & Price, R. N. (2012). Diagnosis and Treatment of *Plasmodium vivax* Malaria. In *Adv Parasitol* (Vol. 80). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397900-1.00004-9>
- Bannister, L. H., & Mitchell, G. H. (2009). The malaria merozoite, forty years on. *Parasitology*, *136*(12), 1435–1444. <https://doi.org/10.1017/S0031182009990734>
- Bansal, G. P., & Kumar, N. (2018). Immune Responses in Malaria Transmission. *Curr Clin Micro Rpt*, *5*(1), 38–44. <https://doi.org/10.1007/s40588-018-0078-x>
- Basu, S., & Sahi, P. K. (2017). Malaria: An Update. *India J Pediatr*, *84*(7), 521–528.
<https://doi.org/10.1007/s12098-017-2332-2>
- Beeson, J. G., Chan, J. A., & Fowkes, F. J. I. (2013). PfEMP1 as a target of human immunity and a vaccine candidate against malaria. *Expert Rev Vaccines*, *12*(2), 105–108. <https://doi.org/10.1586/erv.12.144>
- Beeson, J. G., Drew, D. R., Boyle, M. J., Feng, G., Fowkes, F. J. I., & Richards, J. S. (2016). Merozoite surface proteins in red blood cell invasion, immunity and vaccines against malaria. *FEMS Microbiol Rev*, *40*(3), 343–372.
<https://doi.org/10.1093/femsre/fuw001>
- Beier, J C, Perkins, P. V, Wirtz, R. A., Koros, J., Diggs, D., Gargan, T. P., & Koech, D. K. (1988). Bloodmeal identification by direct enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), tested on Anopheles (Diptera: Culicidae) in Kenya. *J Med Entomol*, *25*(1), 9–16. <https://doi.org/10.1093/jmedent/25.1.9>
- Beier, John C. (1998). Malaria parasite development in mosquitoes. *Ann Rev Entomol*, *43*(1), 519–543. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.519>
- Berhe, B., Mardu, F., Legese, H., & Negash, H. (2019). Seasonal distribution and seven year trend of malaria in North West Tigray: 2012-2018, Ethiopia; 2019. *Trop Dis Travel Med Vaccines*, *14*(5), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40794-019-0091-y>
- Biaou, C. O. A., Kpozehouen, A., Glèlè-Ahanhanzo, Y., Ayivi-Vinz, G., Ouro-Koura, A. R., & Azandjémé, C. (2019). Sulfadoxine-pyrimethamine-based intermittent preventive treatment in pregnant women and its effect on birth weight: Application of 3-dosing regimen in the urban area of south benin in 2017. *Pan Afr Med J*, *34*, 155.

Références bibliographiques

<https://doi.org/10.11604/pamj.2019.34.155.19357>

Bomblies, A. (2012). Modeling the role of rainfall patterns in seasonal malaria transmission. *Climatic Change*, *112*(3), 673–685. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0230-6>

Bouiba, L., Gassen, B., Gasmi, M., Hammadi, D., Harrat, Z., Pcr, L., Pcr, L., & Pcr, L. (2016). Apport de la PCR nichée dans le diagnostic du paludisme d'importation dans le Sud algérien [Contribution of nested PCR in the diagnosis of imported malaria in southern Algeria]. *Bull Soc Pathol Exot*, *109*(5), 381–385. <https://doi.org/10.1007/s13149-016-0536-8>

Bowman, L. M., Finger, L. E., Hart, K. J., & Lindner, S. E. (2020). Definition of constitutive and stage-enriched promoters in the rodent malaria parasite, *Plasmodium yoelii*. *Malar J*, *19*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03498-w>

Brady, O. J., Slater, H. C., Pemberton-Ross, P., Wenger, E., Maude, R. J., Ghani, A. C., Penny, M. A., Gerardin, J., White, L. J., Chitnis, N., Aguas, R., Hay, S. I., Smith, D. L., Stuckey, E. M., Okiro, E. A., Smith, T. A., & Okell, L. C. (2017). Role of mass drug administration in elimination of *Plasmodium falciparum* malaria: a consensus modelling study. *Lancet Glob Health*, *5*(7), e680–e687. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30220-6](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30220-6)

Bull, P. C., & Marsh, K. (2002). The role of antibodies to *Plasmodium falciparum*-infected-erythrocyte surface antigens in naturally acquired immunity to malaria. *Trends Microbiol*, *10*(2), 55–58. [https://doi.org/10.1016/S0966-842X\(01\)02278-8](https://doi.org/10.1016/S0966-842X(01)02278-8)

Butcher, G. A., & Mitchell, G. H. (2018). The role of *Plasmodium knowlesi* in the history of malaria research. *Parasitology*, *145*(1), 6–17. <https://doi.org/10.1017/S0031182016001888>

Carter, R., & Mendis, K. N. (2002). Evolutionary and historical aspects of the burden of malaria. *Clin Microbiol Rev*, *15*(4), 564–594. <https://doi.org/10.1128/CMR.15.4.564-594.2002>

Charan, J., & Biswas, T. (2013). How to calculate sample size for different study designs in medical research? *Indian J Psychol Med*, *35*(2), 121–126. <https://doi.org/10.4103/0253-7176.116232>

Références bibliographiques

- Christophe, A.-N., Cyrille, N., Flobert, N., Jude, D. B., Parfait, A.-A., Josiane, E., Albert, S. E., & Charles, S. W. (2019). Review of malaria situation in Cameroon: Technical viewpoint on challenges and prospects for disease elimination. *Parasit Vectors*, *12*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3753-8>
- Collins, E., Vaselli, N. M., Sylla, M., Beavogui, A. H., Orsborne, J., Lawrence, G., Wiegand, R. E., Irish, S. R., Walker, T., & Messenger, L. A. (2019). The relationship between insecticide resistance, mosquito age and malaria prevalence in *Anopheles gambiae* s.l. from Guinea. *Sci Rep*, *9*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45261-5>
- Coulibaly, D., Travassos, M. A., Tolo, Y., Laurens, M. B., Kone, A. K., Traore, K., Sissoko, M., Niangaly, A., Diarra, I., Daou, M., Guindo, B., Rebaudet, S., Kouriba, B., Dessay, N., Piarroux, R., Plowe, C. V., Doumbo, O. K., Thera, M. A., & Gaudart, J. (2017). Spatio-Temporal Dynamics of Asymptomatic Malaria : Bridging the Gap Between Annual Malaria Resurgences in a Sahelian Environment. *Am. J. Trop. Med. Hyg*, *97*(6), 1761–1769. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0074>
- Cowman, A. F., & Foote, S. J. (1990). Chemotherapy and drug resistance in malaria. *Int J Parasitol*, *20*(4), 503–513. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(90\)90198-V](https://doi.org/10.1016/0020-7519(90)90198-V)
- Crawley, J., Chu, C., Nosten, F., & Mtove, G. (2010). Malaria in children. *Lancet*, *375*(9724), 1468–1481. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60447-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60447-3)
- Croft, A. M. J., & Garner, P. (2008). WITHDRAWN: Mefloquine for preventing malaria in non-immune adult travellers. *Cochrane Database Syst Rev*, *2000*(1), CD000138. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000138.pub2.www.cochranelibrary.com>
- Dalmat, R., Naughton, B., Kwan-Gett, T. S., Slyker, J., & Stuckey, E. M. (2019). Use cases for genetic epidemiology in malaria elimination. *Malar J*, *18*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2784-0>
- David, J. C. (2015). Paths to a malaria vaccine illuminated by parasite genomics. *Trends Genet*, *31*(2), 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2014.12.005>
- Dawaki, S., Al-Mekhlafi, H. M., Ithoi, I., Ibrahim, J., Atroosh, W. M., Abdulsalam, A. M., Sady, H., Elyana, F. N., Adamu, A. U., Yelwa, S. I., Ahmed, A., Al-Areeqi, M. A., Subramaniam, L. R., Nasr, N. A., & Lau, Y. L. (2016). Is Nigeria winning the battle

Références bibliographiques

- against malaria? Prevalence, risk factors and KAP assessment among Hausa communities in Kano State. *Malar J*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1394-3>
- de Koning-Ward, T. F., Boddey, J. A., & Fowkes, F. J. I. (2021). Molecular approaches to Malaria 2020. *Cell Microbiol*, 23(3). <https://doi.org/10.1111/cmi.13289>
- del Prado, G. R. L., García, C. H., Cea, L. M., Espinilla, V. F., Moreno, M. F. M., Márquez, A. D., Polo, M. J. P., & García, I. A. (2014). Malaria in developing countries. *J Infecti Dev Ctries*, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.3855/jidc.4610>
- Delaunay, P., Hubiche, T., Blanc, V., Perrin, Y., Marty, P., & Del Giudice, P. (2012). *Aedes albopictus* en France métropolitaine. *Ann Dermatol Venereol*, 139(5), 396–401. <https://doi.org/10.1016/j.annder.2011.12.005>
- Dellicour, S., Sevene, E., McGready, R., Tinto, H., Mosha, D., Manyando, C., Rulisa, S., Desai, M., Ouma, P., Onoko, M., Vala, A., Rupérez, M., Macete, E., Menéndez, C., Nakanabo-Diallo, S., Kazienga, A., Valéa, I., Calip, G., Augusto, O., ... Stergachis, A. (2017). First-trimester artemisinin derivatives and quinine treatments and the risk of adverse pregnancy outcomes in Africa and Asia: A meta-analysis of observational studies. *PLoS Med*, 14(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002290>
- Delves, M., Plouffe, D., Scheurer, C., Meister, S., Wittlin, S., Winzeler, E. A., Sinden, R. E., & Leroy, D. (2012). The activities of current antimalarial drugs on the life cycle stages of plasmodium: A comparative study with human and rodent parasites. *PLoS Med*, 9(2), 1001169. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001169>
- Derbie, A., & Alemu, M. (2017). Five Years Malaria Trend Analysis in Woreta Health Center, Northwest Ethiopia. *Ethiop J Health Sci*, 27(5), 465–472. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v27i5.4>
- DHS. (2016). *Nigeria Malaria Indicator Survey(MIS) 2015* (Vol. 174). <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/MIS20/MIS20.pdf>.
- Djogbénu, L. (2009). Prévention Revue générale Lutte antivectorielle contre le paludisme et résistance des vecteurs aux insecticides en Afrique. *Med Trop*, 69(2), 160–164.
- Doderer, C., Heschung, A., Guntz, P., Cazenave, J. P., Hansmann, Y., Senegas, A., Pfaff,

Références bibliographiques

- A. W., Abdelrahman, T., & Candolfi, E. (2007). A new ELISA kit which uses a combination of Plasmodium falciparum extract and recombinant Plasmodium vivax antigens as an alternative to IFAT for detection of malaria antibodies. *Malar J*, 21(6), 19. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-6-19>
- Elizabeth, A. A., Aung, P. P., & Charles, J. W. (2018). malaria. *Lancet*, 391(10130), 1608–1621. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30324-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30324-6)
- Escalante, A. A., & Pacheco, M. A. (2019). Malaria Molecular Epidemiology: An Evolutionary Genetics Perspective. *Microbiol Spectr*, 7(4), 1–18. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ame-0010-2019>
- Fatunla, O. A. T., Olatunya, O. S., Ogundare, E. O., Fatunla, T. O., Babatola, A. O., Adeniyi, A. T., & Oyelami, O. A. (2022). Malaria prevention practices and malaria prevalence among children living in a rural community in Southwest Nigeria. *J Infect Dev Ctries*, 16(2), 352–361. <https://doi.org/10.3855/jidc.14894>
- Fecchio, A., Chagas, C. R. F., Bell, J. A., & Kirchgatter, K. (2020). Evolutionary ecology, taxonomy, and systematics of avian malaria and related parasites. *Acta Trop*, 204(January), 105364. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105364>
- Feleke, D. G., Gebretsadik, D., & Gebreweld, A. (2018). Analysis of the trend of malaria prevalence in Ataye, North Shoa, Ethiopia between 2013 and 2017. *Malar J*, 17(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12936-018-2474-3>
- Fitri, L. E., Widaningrum, T., Endharti, A. T., Prabowo, M. H., Winaris, N., & Nugraha, R. Y. B. (2022). Malaria diagnostic update: From conventional to advanced method. *J Clin Abo Anal*, 36(4), 1–14. <https://doi.org/10.1002/jcla.24314>
- Francis EG, C. (2010). History of the discovery of the malaria parasites and their vectors. *Parasit Vectors*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.1051/medsci/2013296020>
- Frischknecht, F., & Matuschewski, K. (2017). Plasmodium sporozoite biology. *Cold Spring Harb Perspect Med*, 7(5). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025478>
- Galatas, B., Bassat, Q., & Mayor, A. (2016). Malaria Parasites in the Asymptomatic: Looking for the Hay in the Haystack. *Trends Parasitol*, 32(4), 296–308. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.11.015>

Références bibliographiques

- Garcia, L. S. (2010). Malaria. *Clin Lab Med*, 30(1), 93–129.
<https://doi.org/10.1016/j.cll.2009.10.001>
- Garraud, O., Assal, A., Pelletier, B., Danic, B., Kerleguer, A., David, B., Joussemet, M., & De Micco, P. (2008). Overview of revised measures to prevent malaria transmission by blood transfusion in France. *Vox Sang*, 95(3), 226–231.
<https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2008.01090.x>
- Gbalégba, C. G. N., Ba, H., Silué, K. D., Ba, O., Tia, E., Chouaibou, M., Tian-Bi, N. T. Y., Yapi, G. Y., Koné, B., Utzinger, J., & Koudou, B. G. (2018). Distribution of Plasmodium spp. infection in asymptomatic carriers in perennial and low seasonal malaria transmission settings in West Africa. *Infect Dis Poverty*, 7(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1186/s40249-018-0412-9>
- Gebretsadik, D., Feleke, D. G., & Fiseha, M. (2018). Eight-year trend analysis of malaria prevalence in Kombolcha, South Wollo, north-central Ethiopia: A retrospective study. *Parasit Vectors*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2654-6>
- Gebru, T., Lalremruata, A., Kreamsner, P. G., Mordmüller, B., & Held, J. (2017). Life-span of in vitro differentiated Plasmodium falciparum gametocytes. *Malar J*, 16(1), 330.
<https://doi.org/10.1186/s12936-017-1986-6>
- Gemechu, T., Samuel, A., & Yewhalaw, D. (2015). Ten Years Trend Analysis of Malaria Prevalence and its Correlation with Climatic Variables in Sibru Sire District, East Wollega Zone, Oromia Regional state, Western Ethiopia: A Retrospective Study. *Sci Technol Arts Res J*, 4(4), 99–105. <https://doi.org/10.4314/star.v4i4.14>
- Ghebreyesus, T. A. (2017). World malaria report 2017. In *World Health Organization*.
<https://www.who.int/malaria/publications/world-malariareport-2017/en/>
- Gitta, B., & Kilian, N. (2020). Diagnosis of Malaria Parasites Plasmodium spp. in Endemic Areas: Current Strategies for an Ancient Disease. *BioEssays*, 42(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1002/bies.201900138>
- Gonçalves, B. P., Fried, M., & Duffy, P. E. (2016). Malaria pathogenesis. *Res Adv Malar*, 427–464. <https://doi.org/10.1002/9781118493816.ch16>
- Haile, D., Ferede, A., Kassie, B., Abebaw, A., & Million, Y. (2020). Five-Year Trend

Références bibliographiques

- Analysis of Malaria Prevalence in Dembecha Health Center , West Gojjam Zone , Northwest Ethiopia : A Retrospective Study. *J Parasitol Res*, 14(2020).
<https://doi.org/10.1155/2020/8828670>
- Haldar, K., & Mohandas, N. (2009). Malaria, erythrocytic infection, and anemia. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*, 87–93.
<https://doi.org/10.1182/asheducation-2009.1.87>
- Haoues, A., Benjamin, R., Roch, K. D., & Anna, C. (2017). Consequences of insecticide resistance on malaria transmission Malaria burden and control The threat of insecticide resistance. *PLoS Pathog*, 13(9), 3–7.
<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006499>
- Haoues, A., Pierrick, L., Fabrice, C., & Anna, C. (2017). Malaria Vector Control Still Matters despite Insecticide Resistance. *Trends Parasitol*, 33(8), 610–618.
<https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.04.006>
- Hawaria, D., Getachew, H., Zhong, G., Demissew, A., Habitamu, K., Raya, B., Lee, M. C., Yewhalaw, D., & Yan, G. (2019). Ten years malaria trend at Arjo-Didessa sugar development site and its vicinity, Southwest Ethiopia: A retrospective study. *Malar J*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2777-z>
- Holz, L. E., Fernandez-Ruiz, D., & Heath, W. R. (2016). Protective immunity to liver-stage malaria. *Clin Translat Immunol*, 5(10), e105. <https://doi.org/10.1038/cti.2016.60>
- ICT. (2013). *Ekiti State Bureau of ICT*. Gove Ekiti State Nigeria.
https://ekitistate.gov.ng/wp-content/uploads/2013/ICT_Policy.pdf
- Iro, A., Lamine, M. M., Lazoumar, R. H., Alkassoum, I., Maman, D., Laouali, H. A. M., Douchi, M., Maiguizo, S., & Laminou, I. M. (2019). Transfusional Malaria and Associated Factors at the National Blood Transfusion Center of Niamey-Niger. *J Trop Med*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7290852>
- Issa, S., Lamine, M. M., Ibrahim, A., Djakou, H., & Laminou, I. (2017). Estimation de l'impact en santé publique de la chimioprévention du paludisme saisonnier au Niger [Estimation of public health impact of seasonal malaria chemoprevention in Niger]. *Int Biol Chem Sci*, 11(2), 685–693.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.12>

Références bibliographiques

- Iwuafor, A. A., Egwuatu, C. C., Nnachi, A. U., Ita, I. O., Ogban, G. I., Akujobi, C. N., & Egwuatu, T. O. (2016). Malaria Parasitaemia and the use of insecticide-treated nets (INTs) for malaria control amongst under-5year old children in Calabar, Nigeria. *BMC Infect Dis*, *16*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12879-016-1459-5>
- Jr, D. A. M. (2018). Malaria pathogenesis. *Cold Spring Harb Perspect Med*, *8*(1), 025569. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025569>.
- Karl, M. H., Jeffery, A. G., & Paul, M. A. (2010). Intravenous artesunate for the treatment of severe malaria. *Ann Pharmacother*, *44*(7–8), 1250–1258. <https://doi.org/10.1345/aph.1M732>
- Kelly-hope, L. A., Hemingway, J., & Mckenzie, F. E. (2009). Environmental factors associated with the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Kenya. *Malar J*, *8*(1–8). <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-268>
- Kibret, S., Wilson, G. G., Ryder, D., Tekie, H., & Petros, B. (2017). The Influence of Dams on Malaria Transmission in Sub-Saharan Africa. *EcoHealth*, *14*(2), 408–419. <https://doi.org/10.1007/s10393-015-1029-0>
- Kibret, S., Wilson, G. G., Tekie, H., & Petros, B. (2014). Increased malaria transmission around irrigation schemes in Ethiopia and the potential of canal water management for malaria vector control. *Malar J*, *13*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-13-360>
- King, T., & Lamb, T. (2015). Interferon- γ : The Jekyll and Hyde of Malaria. *PLoS Pathog*, *11*(10), 8–13. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005118>
- Kolluri, N., Klapperich, C. M., & Cabodi, M. (2018). Towards lab-on-a-chip diagnostics for malaria elimination. *Lab Chip*, *18*(1), 75–94. <https://doi.org/10.1039/c7lc00758b>
- Konaté, D., Diawara, S. I., Touré, M., Diakité, S. A. S., Guindo, A., Traoré, K., Diarra, A., Keita, B., Thiam, S., Keita, M., Sissoko, I., Sogoba, N., Traoré, S. F., Krogtad, D. J., Doumbia, S., & Diakité, M. (2020). Effect of routine seasonal malaria chemoprevention on malaria trends in children under 5 years in Dangassa, Mali. *Malar J*, *19*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03202-y>
- Konlan, K. D., Amu, H., Konlan, K. D., & Japiong, M. (2019). Awareness and Malaria

Références bibliographiques

- Prevention Practices in a Rural Community in the Ho Municipality , Ghana.
Interdiscip Perspect Infect Dis. <https://doi.org/10.1155/2019/9365823>
- Larhballi, Y., Belghyti, D., Guamri, Y. El, Lahlou, O., Kharrim, K. El, Kirami, A., & Khamri, Z. (2014). Situation épidémiologique du paludisme importé et étude entomologique des gîtes larvaires de localités à risque potentiel dans la province de Khémisset (Maroc)[Epidemiology of imported malaria and entomological study of breeding sites of potential risk ar. *Med Sante Trop*, 24(4), 397–402.
<https://doi.org/10.1684/mst.2014.0388>
- lark, N.J., Clegg, S.M., Sam, K., Goulding, W., Koane, B., W. (2017). Climate, host phylogeny and the connectivity of host communities govern regional parasite assembly. *Div. Dis*, 24, 13–23. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12152>
- Li, X., Kumar, S., McDew-White, M., Haile, M., Cheeseman, I. H., Emrich, S., Button-Simons, K., Nosten, F., Kappe, S. H. I., Ferdig, M. T., Anderson, T. J. C., & Vaughan, A. M. (2019). Genetic mapping of fitness determinants across the malaria parasite *Plasmodium falciparum* life cycle. *PLoS Genetics*, 15(10), 1–25.
<https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008453>
- Lindner, S. E., Miller, J. L., & Kappe, S. H. I. (2012). Malaria parasite pre-erythrocytic infection: Preparation meets opportunity. *Cell Microbiol*, 14(3), 316–324.
<https://doi.org/10.1111/j.1462-5822.2011.01734.x>
- Loufouma Mbouaka, A., Gamble, M., Wurst, C., Jäger, H. Y., Maixner, F., Zink, A., Noedl, H., & Binder, M. (2021). The elusive parasite: comparing macroscopic, immunological, and genomic approaches to identifying malaria in human skeletal remains from Sayala, Egypt (third to sixth centuries AD). *Archaeol Anthropol Sci*, 13(7), 115. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01350-z>
- Ma, N., Zhang, Z., Liao, F., Jiang, T., & Tu, Y. (2020). The birth of artemisinin. *Pharmacol Ther*, 216(xxxx), 107658.
<https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107658>
- Maia, M. F., Kliner, M., Richardson, M., Lengeler, C., & Moore, S. J. (2018). Mosquito repellents for malaria prevention. *Cochrane Database Syst Rev*, 2(2).
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD011595.pub2>

Références bibliographiques

- Maltha, J., Gillet, P., & Jacobs, J. (2013). Malaria rapid diagnostic tests in travel medicine. *Clin Microbiol Infect*, 19(5), 408–415. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12152>
- Marquis, B., Faye, O., Tsalefac, & Ndione, J. A. (2013). Risque paludéen et stratégies de gestion dans la vallée rizicole du Logone, Cameroun : état actuel des connaissances. *Rev d'Épidémiol Santé Public*, 61, S302.
http://aifris.eu/03upload/uplolo/cv2344_1088.pdf
- Mary, A. O., Daouda, N., Hiasindh, A. A., Aida, S. B., Upasana, S. S., Ali, N. A., Bharti, P. K., & Das, A. (2018). Status of Artemisinin Resistance in Malaria Parasite *Plasmodium falciparum* from Molecular Analyses of the Kelch13 Gene in Southwestern Nigeria. *BioMed Res Int*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2305062>
- Mathison, B. A., & Pritt, B. S. (2017). Update on Malaria Diagnostics and Test Utilization. *J Clin Microbiol*, 55(7), 2009–2017. <https://doi.org/10.1128/JCM.02562-16>
- Matthew, J. G., Timothy, W., Bridget, E. B., Giri, S. R., Emma, S., Wilkes, C. S., Patel, K., Chandna, A., Price, R. N., Yeo, W., & Anstey, N. M. (2017). Artemether-lumefantrine versus chloroquine for the treatment of uncomplicated *Plasmodium knowlesi* malaria (CAN KNOW): an open-label randomized controlled trial
Corresponding author : Running title : P . knowlesi RCT artemether-lumefantrine vs . chloroqu. *Clin Infect Dis*, 66(2), 229–236. <https://doi.org/10.1093/cid/cix779>
- Mbacham, W. F., Ayong, L., Guewo-Fokeng, M., & Makoge, V. (2019). Current situation of malaria in Africa. *Methods Mol Biol*, 2013, 29–44. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9550-9_2
- Mbanefo, A., & Kumar, N. (2020). Evaluation of malaria diagnostic methods as a key for successful control and elimination programs. *Trop Med Infect Dis*, 5(2).
<https://doi.org/10.3390/tropicalmed5020102>
- Mengistu, H., & Solomon, G. (2015). Trend analysis of malaria prevalence in Arsi Negelle health center, Southern Ethiopia. *J Infect Dis Immun*, 7(1), 1–6.
<https://doi.org/10.5897/jidi2014.0147>
- Migliani, R., Verret, C., & Rapp, C. (2014). Histoire de la lutte contre le paludisme dans l'armée française : de l'Algérie à l'Armée d'Orient pendant la Première Guerre mondiale. *Méd Santé Trop*, 24(4), 349–361.

Références bibliographiques

- Mikolajczak, S., Vaughan AM, K. N., Roobsoong, W., Yimamnuaychok, N. F. M., Rezakhani, N., Lakshmanan, V., N, S., A, K., Camargo, N., Baldwin, M., Lindner, S., Adams, J., Sattabongkot, J., & Kappe, S. (2015). Plasmodium vivax liver stage development and hypnozoite persistence in human liver-chimeric mice. *Cell Host Microbe*, 17(4), 526–535. <https://doi.org/10.1111/tmi.13379>
- Mmbando, A. S., Kaindoa, E. W., Ngowo, H. S., Swai, J. K., Matowo, N. S., Lingamba, M. K. G. P. J. P. M., Namango, I. H., Okumu, F. O., & Nelli, L. (2021). Fine-scale distribution of malaria mosquitoes biting or resting outside human dwellings in three low-altitude Tanzanian villages. *PLoS One*, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245750>
- Mogeni, P., Omedo, I., Nyundo, C., Kamau, A., Noor, A., Bejon, P., Kreuels, B., Greenhouse, B., Prentice, A. M., Hamed, K., Tiono, A. B., Chandramohan, D., Crompton, P. D., Doumbo, O. K., Sirima, S. B., Traore, B., Tran, T. M., Mosha, J., Sturrock, H. J. W., ... Bousema, T. (2017). Effect of transmission intensity on hotspots and micro-epidemiology of malaria in sub-Saharan Africa. *BMC Med*, 15(1), 121. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0887-4>
- Mohammad, A.-A., Ahmad, S., & Iqbal, J. (2021). Current status and the epidemiology of malaria in the middle east region and beyond. *Microorganisms*, 9(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020338>
- Monroe, A., Williams, N. A., Ogoma, S., Karema, C., & Okumu, F. (2022). Reflections on the 2021 World Malaria Report and the future of malaria control. *Malar J*, 21(1), 154. <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04178-7>
- NBS. (2012). Annual abstract of statistics , Federal Republic of Nigeria. *Nat Bur Stat, Federal Repub Niger*, 1–602. https://www.nigerianstat.gov.ng/pdfuploads/annual_abstract_2012.pdf
- Nevagi, R. J., Good, M. F., & Stanistic, D. I. (2021). Plasmodium infection and drug cure for malaria vaccine development. *Expert Rev Vaccines*, 20(2), 163–183. <https://doi.org/10.1080/14760584.2021.1874923>
- Nicholas, M. A., Bruce, R., Tsin, W. Y., & Ric, N. P. (2009). The pathophysiology of vivax malaria. *Trends Parasitol*, 25(5), 220–227.

Références bibliographiques

<https://doi.org/10.1016/j.pt.2009.02.003>

Nkumama, I. N., O'Meara, W. P., & Osier, F. H. A. (2017). Changes in Malaria Epidemiology in Africa and New Challenges for Elimination. *Trends Parasitol*, 33(2), 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.11.006>

Noorazian, M. Y., Jannah, Z., Adela, I. J., Indra, V., Hisam, S., Devi, R., Salehuddin, A., Ali, N. M., Isa, M., Alias, N., Ogu salim, N., Aziz, A. A., & Sulaiman, L. H. (2022). Plasmodium spp. in macaques, *Macaca fascicularis*, in Malaysia, and their potential role in zoonotic malaria transmission. *Parasite*, 29, 32. <https://doi.org/10.1051/parasite/2022032>

NPC/ICF. (2019). *Nigeria Demographic and Health Survey 2018*. <https://www.dhsprogram.com/pubs/pdf/FR359/FR359.pdf>

Nuwaha, F. (2001). The challenge of chloroquine-resistant malaria in sub-Saharan Africa. *Health Policy Plan*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.1093/heapol/16.1.1>

O'Brien, D., & Biggs, B. (2002). Malaria prevention in the expatriate and long-term traveller. *Aust Prescr*, 25(3), 66–69. <https://doi.org/10.18773/austprescr.2002.060>

Ocan, M., Akena, D., Nsohya, S., Kanya, M. R., Senono, R., Kinengyere, A. A., & Obuku, E. A. (2019). Persistence of chloroquine resistance alleles in malaria endemic countries: A systematic review of burden and risk factors. *Malar J*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2716-z>

Okello, D. (2019). Exploring Antimalarial Herbal Plants across Communities in Uganda Based on Electronic Data. *Evid Based Complement Alternat Med*, 28. <https://doi.org/10.1155/2019/3057180>

Oseni TIA, & Odewale MA. (2018). Socioeconomic Status of Parents and the Occurrence of Pelvic Inflammatory Disease among Undergraduates Attending Irrua Specialist Teaching Hospital, Irrua, Edo State, Nigeria. *Niger Postgrad Med J*, 24(2), 19–26. <https://doi.org/10.4103/npmj.npmj>

Ouattara, A., & Laurens, M. B. (2015). Vaccines against malaria. *Clin Infect Dis*, 60(6), 930–936. <https://doi.org/10.1093/cid/ciu954>

Oumar, A. A., Ba, M., Diallo, D., Sanogo, M., Ousmane, F. W., Diawara, S. I., Guindo, J.

Références bibliographiques

- B., Malan, K. I., Traore, S. F., & Diop, S. (2020). Impact of seasonal malaria chemoprevention in children aged 3 to 59 months in the Kangaba and Kolokani health districts between 2013 and 2015. *Rev Mali Infect Microbiol*, *15*(1), 54–60.
- Oyedeji GA. (1985). socio- economic background of hospitalised children in Ilesha. In *Niger J Paediatrics* (Vol. 12, Issue 4, pp. 111–117).
- Oyekale, A. S. (2015). Do ownership of mosquito nets, dwelling characteristics and mothers' socio-economic status influence malaria morbidity among children under the age of 5 in Cameroon? *Int J Occup Med Environ Health*, *28*(3), 479–497.
<https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00340>
- Patricia, D., Mboumba, M., Bouyou-akotet, M. K., Mawili-mboumba, D. P., Akotet, M. K. B., Kendjo, E., Nzamba, J., & Medang, M. O. (2013). Increase in malaria prevalence and age of at risk population in different areas of Gabon. *Malar J*, *12*(December), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-12-3>
- Plewes, K., Leopold, S. J., Kingston, H. W. F., & Dondorp, A. M. (2019). Malaria: What's New in the Management of Malaria? *Infect Dis Clin North Am*, *33*(1), 39–60.
<https://doi.org/10.1016/j.idc.2018.10.002>
- Price, R. N., Commons, R. J., Battle, K. E., Thriemer, K., & Mendis, K. (2020). Plasmodium vivax in the Era of the Shrinking P. falciparum Map. *Trends Parasitol*, *36*(6), 560–570. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.03.009>
- Raobela, O., Andriantsoanirina, V., Rajaonera, D. G., Rakotomanga, T. A., Rabearimanana, S., Ralinoro, F., Ménard, D., & Ratsimbasoa, A. (2018). Efficacy of artesunate-amodiaquine in the treatment of falciparum uncomplicated malaria in Madagascar. *Malar J*, *17*(1), 284. <https://doi.org/10.1186/s12936-018-2440-0>
- Raymond, N. T., Parfait, A.-A., Josiane, E., Jean, A., Antonio-Nkondjio, C., Toto, J. C., Patchoke, S., Leke, R. G. F., Fondjo, E., Mnzava, A. P., Knox, T. B., Tougordi, A., Donnelly, M. J., & Bigoga, J. D. (2017). Role of Anopheles (Cellia) rufipes (Gough, 1910) and other local anophelines in human malaria transmission in the northern savannah of Cameroon: a cross-sectional survey. *Parasit Vectors*, *10*(1), 22.
<https://doi.org/10.1186/s13071-016-1933-3>
- Rich, S. M., & Ayala, F. J. (2003). Progress in Malaria Research: The Case for

Références bibliographiques

- Phylogenetics. *Adv Parasitol*, 54, 255–280. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(03\)54005-2](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(03)54005-2)
- Roberds, A., Ferraro, E., Luckhart, S., Stewart, V. A., Vaughan, A., Simões, M. L., & Stewart, V. A. (2021). *HIV-1 Impact on Malaria Transmission : A Complex and Relevant Global Health Concern*. *Front Cell Infect Microbiol*. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.656938>
- Rose-wood, A., Doumbia, S., Traoré, B., & Castro, M. C. (2010). Trends in malaria morbidity among health care-seeking children under age five in Mopti and Sévaré , Mali between 1998 and 2006. *Malar J*, 9(1), 319. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-9-319>
- Rossati, A., Bargiacchi, O., Kroumova, V., Zaramella, M., Caputo, A., & Garavelli, P. L. (2016). Climate, environment and transmission of malaria. *Infez Med*, 24(2), 93–104.
- Salvadori, M. I., Price, V. E., & De, S. (2014). Société canadienne de pédiatrie, comité des maladies infectieuses et d'immunisation. La prévention et le traitement des infections chez les enfants présentant une asplénie ou une hyposplénie. *Paediatr Child Health*, 19(5), 275–278.
- Sangaré, M. (2013). *Strategies de lutte contre le paludisme : utilisation des moustiquaires impre- gnees d'insecticide au sein des menages de same en commune iii du district de bamako .*
- Sani Kalil, F., Hasen Bedaso, M., & Kabeta Wario, S. (2020). Trends of malaria morbidity and mortality from 2010 to 2017 in bale zone, ethiopia: Analysis of surveillance data. *Infect Drug Resist*, 13, 4379. <https://doi.org/10.2147/IDR.S284281>
- Shamebo, T., & Petros, B. (2019). Trend analysis of malaria prevalence in Halaba special district, Southern Ethiopia. *BMC Res Notes*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4215-2>
- Shemsia, A., Tegenu, G., & Araya, G. (2020). A five year trend analysis of malaria prevalence in Guba district , Benishangul- Gumuz regional state , western Ethiopia : a retrospective study. *Trop Dis, Travel Med Vaccines*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40794-020-00112-4>

Références bibliographiques

- Silva, R. C. M. C., Tan, L., Rodrigues, D. A., Prestes, E. B., Gomes, C. P., Gama, A. M., Oliveira, P. L. de, Paiva, C. N., Manoury, B., & Bozza, M. T. (2021). Chloroquine inhibits pro-inflammatory effects of heme on macrophages and in vivo. *Free Radic Biol Med*, 173, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2021.07.028>
- Silvia, A. A., Antonino, S., Laura, R., & Stefan, H. I. K. (2021). Secretory Organelle Function in the Plasmodium Sporozoite. *Trends Parasitol*, 37(7), 651–663. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.01.008>
- Singh, R., Godson, I. I., Singh, S., Singh, R. B., Isyaku, N. T., & Ebere, U. V. (2014). High prevalence of asymptomatic malaria in apparently healthy schoolchildren in Aliero, Kebbi state, Nigeria. *J Vector Borne Dis*, 51(2), 128–132.
- Sinnis, P., & Zavala, F. (2012). The skin: Where malaria infection and the host immune response begin. *Semin Immunopathol*, 34(6), 787–792. <https://doi.org/10.1007/s00281-012-0345-5>
- Skinner-Adams, T. S., McCarthy, J. S., Gardiner, D. L., & Andrews, K. T. (2008). HIV and malaria co-infection: interactions and consequences of chemotherapy. *Trends Parasitol*, 24(6), 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2008.03.008>
- Sogoba, N., Doumbia, S., Vounatsou, P. I. B., Keita, M., Maiga, M., Traoré, S. F., Touré, A., Dolo, G., Smith, T., & Ribeiro, J. M. C. (2007). Monitoring of Larval Habitats and Mosquito Densities in the Sudan Savanna of Mali : Implications for Malaria Vector Control. *Am J Trop Med Hyg*, 77(1), 82–88. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-268>
- Solomon, A., Kahase, D., & Alemayehu, M. (2020). Trend of malaria prevalence in Wolkite health center: An implication towards the elimination of malaria in Ethiopia by 2030. *Malar J*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03182-z>
- Some, D. T., & Zerbo, R. (2007). Atypical etiology of malaria: local perceptions and practices for treatment and prevention in the department of Gaoua, Burkina Faso. *Med Trop*, 67(1), 43–47.
- Sonden, K., Doumbo, S., Hammar, U., Vafa Homann, M., Ongoiba, A., Traord, B., Bottai, M., Crompton, P. D., & Färnert, A. (2015). Asymptomatic Multiclonal Plasmodium falciparum Infections Carried Through the Dry Season Predict Protection Against Subsequent Clinical Malaria. *J Infect Dis*, 212(4), 608–616.

Références bibliographiques

<https://doi.org/10.1093/infdis/jiv088>

Stover, K. R., Travis King, S., & Robinson, J. (2012). Artemether-lumefantrina: Una Opción para la Malaria. *Ann Pharmacother*, 46(4), 567–577.

<https://doi.org/10.1345/aph.1Q539>

Sulaiman, S. A., & Jamaludin, S. E. (2013). A Study on the Use of Orifice Plates as Steam Traps. *Med Microbiol Immunol*, 201(4), 593–598. <https://doi.org/10.1007/s00430-012-0272-z>.Malaria

Tangpukdee, N., Duangdee, C., Wilairatana, P., & Krudsood, S. (2009). Malaria diagnosis: A brief review. *Korean J Parasitol*, 47(2), 93–102.

<https://doi.org/10.3347/kjp.2009.47.2.93>

Thomas, A., Bakai, T. A., Atcha-Oubou, T., Tchadjobo, T., Bossard, N., Rabilloud, M., & Voirin, N. (2021). Seasonality of confirmed malaria cases from 2008 to 2017 in Togo: a time series analysis by health district and target group. *BMC Infect Dis*, 21(1), 1–13.

<https://doi.org/10.1186/s12879-021-06893-z>

Tolu, O. O., Odunayo, R. A., Ibukun, E. A., & Peter, O. F. (2006). Medicinal Plants useful for malaria therapy in OKEIGBO, ondo state ,southwest NIGIRIA. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 4(2), 191–198. <https://doi.org/10.4324/9781003232506-9>

Touré, M., Keita, M., Kané, F., Sanogo, D., Kanté, S., Konaté, D., Diarra, A., Sogoba, N., Coulibaly, M. B., Traoré, S. F., Alifrangis, M., Diakité, M., Shaffer, J. G., Krogstad, D. J., & Doumbia, S. (2022). Trends in malaria epidemiological factors following the implementation of current control strategies in Dangassa, Mali. *Malar J*, 21(1), 1–12.

<https://doi.org/10.1186/s12936-022-04058-0>

Touré, M., Sanogo, D., Dembele, S., Diawara, S. I., Oppfeldt, K., Schiøler, K. L., Haidara, D. Ben, Traoré, S. F., Alifrangis, M., Konradsen, F., & Doumbia, S. (2016).

Seasonality and shift in age-specific malaria prevalence and incidence in Binko and Carrière villages close to the lake in Selingué, Mali. *Malar J*, 15(1), 1–11.

<https://doi.org/10.1186/s12936-016-1251-4>

Valkiunas, G., Ilgunas, M., Bukauskaite, D., Fragner, K., Weissenböck, H., Atkinson, C. T., & Iezhova, T. A. (2018). Characterization of *Plasmodium relictum*, a cosmopolitan agent of avian malaria. *Malar J*, 17(1), 184.

Références bibliographiques

<https://doi.org/10.1186/s12936-018-2325-2>

- Vandoolaeghe, P., & Schuerman, L. (2018). Le vaccin antipaludique RTS,S/AS01 chez les enfants âgés de 5 à 17 mois au moment de la première vaccination. *Pan Afr Med J*, 30, 142. <https://doi.org/10.11604/pamj.2018.30.142.13152>
- Varo, R., Chaccour, C., & Bassat, Q. (2020). Update on malaria. *Med Clin*, 155(9), 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2020.05.010>
- Vijayan, A., & Chitnis, C. E. (2019). Development of blood stage malaria vaccines. *Methods Mol Biol*, 2013, 199–218. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9550-9_15
- vom Steeg, L. G., Flores-Garcia, Y., Zavala, F., & Klein, S. L. (2019). Irradiated sporozoite vaccination induces sex-specific immune responses and protection against malaria in mice. *Vaccine*, 37(32), 4468–4476. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.06.075>
- Vourc’h, G., Moutou, F., Morand, S., & Jourdain, E. (2021). *Les zoonoses. Ces maladies qui nous lient aux animaux* (U. Blanchet (ed.); Quæ).
- White, N. J. (2017). Malaria parasite clearance. *Malar J*, 16(1), 88. <https://doi.org/10.1186/s12936-017-1731-1>
- White, N. J. (2018). Anaemia and malaria 11 Medical and Health Sciences 1108 Medical Microbiology 11 Medical and Health Sciences 1103 Clinical Sciences. *Malar J*, 17(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12936-018-2509-9>
- WHO. (1997). Guidelines for the safe transport of infectious substances and diagnostic specimens World. *J Irish Dental Association*, 19(5), 203–205.
- WHO. (2006). WHO briefing on Malaria Treatment Guidelines and artemisinin monotherapies. *World Health Organization*, 28(19 April), 1–28. https://www.who.int/malaria/publications/atoz/meeting_briefi%0Ang19april.pdf. Accessed: 8 January 2021.
- WHO. (2012). Preventive therapies for malaria. In *World malaria report 2011* (Vol. 201, pp. 1–4).
- WHO. (2016). Microscopy Examination of Thick and Thin Blood Films for Identification

Références bibliographiques

- of Malaria Parasites: Malaria Microscopy Standard Operating Procedure-Mm-Sop-08.
World Health Organization, 1–6.
- WHO. (2020). WHO 2019 malaria report. *Global Malar Prog*, 201, 1–4.
- Willcox, M. L., & Bodeker, G. (2004). Traditional herbal medicines for malaria. *BMJ*, 329(7475), 1156–1159. <https://doi.org/10.1136/bmj.329.7475.1156>
- Wilson, M. L. (2013). Laboratory diagnosis of Malaria: Conventional and rapid diagnostic methods. *Arch Pathol Lab Med*, 137(6), 805–811. <https://doi.org/10.5858/arpa.2011-0602-RA>
- Wotodjo, a. N. (2010). *Etude du paludisme chez les adultes dans deux villages du Sénégal : Dielmo et Ndiop*.
- Wright, G. J., & Rayner, J. C. (2014). Plasmodium falciparum Erythrocyte Invasion: Combining Function with Immune Evasion. *PLoS Pathog*, 10(3), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003943>
- Wundermann, G., & Osiki, A. (2017). Currently Observed Trend in the Resistance of Malaria to Artemisinin Based Combination Therapy in Nigeria – A Report of 5 Cases. *Int J Trop Dis Health*, 21(2), 1–5. <https://doi.org/10.9734/ijtdh/2017/30914>
- Yakob, L., Bonsall, M. B., & Yan, G. (2010). Modelling knowlesi malaria transmission in humans: Vector preference and host competence. *Malar J*, 9, 9–329. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-9-329>
- Yombi, J. C., & Olinga, U. N. (2015). La Malaria: Aspect clinique et thérapeutique. *Louvain Med*, 134(9), 499–509.
- Zara, M. O., Mahaman, M. L., Tahirou, I., Kamayé, M., & Ibrahim, A. (2020). Infection palustre de la femme enceinte à Niamey au Niger[Malaria infection during pregnancy in Niamey, Niger]. *Pan Afr Med*, 37(365), 1–10. <https://doi.org/10.11604/pamj.2020.37.365.20034>
- Zheng, Z., & Cheng, Z. (2017). Advances in Molecular Diagnosis of Malaria. In *Adv Clin Chem* (1st ed., Vol. 80, pp. 155–192). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2016.11.006>

ملخص شامل لحالات الملاريا في ثلاث مقاطعات

الخلاصة: يتكون عملنا من دراسة لثلاثة أعمال موجزة نشرت في ثلاث مناطق أفريقية هي: موجو ونيجيريا ودانغاسا

الدراسة الأولى: أجريت هذه الدراسة في موجو خلال الفترة من يناير 2016 إلى ديسمبر 2020. بلغ عدد المشاركين المشتبه في إصابتهم بالملاريا في موجو والذين كان لديهم فيلم دم حوالي 19106 حالة ، وقدرت حالات الملاريا المؤكدة مجهرياً بنسبة 4.2% (19106/793). وكان النوع السائد هو المتصورة النشيطة حيث مثلت 76.2% (793/604) من العينات الموجبة. في 2016-2020 ، ارتفع عدد حالات الملاريا من (259 إلى 77) كانت نسبتها بين الرجال (64.8% ، 793/514) أعلى منها بين النساء (35.2% ، 793/279) ، و 15-24 و 25. - 34 فئة عمرية كانت الأكثر تضرراً. كان معدل الزيادة في حالات الملاريا مرتفعاً بشكل ملحوظ خلال الفترة من (P < 0.0001) سبتمبر إلى نوفمبر وكان منخفضاً خلال الفترة من ديسمبر إلى فبراير

الدراسة الثانية: أجريت هذه الدراسة المجتمعية المقطعية على 357 طفلاً تتراوح أعمارهم بين 1 و 15 عامًا ، في مجتمع ريفي نيجيري خلال موسم الأمطار ، على مدى 3 أشهر من أبريل إلى يونيو 2019. فقط 110 (30.8%) لديهم ناموسيات . استخدم معظمهم من الطبقة الاجتماعية العالية (45 ؛ 40.9%) الناموسيات ، وكان معظمهم من الأطفال دون سن الخامسة. تم إعطاء ستة وثلاثين (36 ، 10.1%) من مضادات الملاريا بشكل روتيني للوقاية من الملاريا. كان عدد الأطفال الذين استخدموا المبيدات الحشرية والأعشاب المحلية وحواجز النوافذ وحواجز الأبواب والكريمات المضادة للبعوض على التوالي: 102 (28.6%) و 151 (42.3%) و 278 (77.9%) و 99 (27.7%) و 15 (5.0%). كل هذه الطرق المستخدمة للوقاية من الملاريا لم يكن لها تأثير ذو دلالة إحصائية على انتشار طفيلي الملاريا في المشاركين

الدراسة الثالثة: أجريت هذه الدراسة في منطقة دانغاسا خلال الفترة من 2012 إلى 2020. تم تسجيل ما مجموعه 1401 مشاركاً من جميع الأعمار بعد أخذ عينات عشوائية نصف سنوية للأسر من قائمة التعداد المجتمعي لانتشار عدوى المتصورة المنجلية بدون أعراض مع المراقبة المستمرة

تمت دراسة تجمعات الحشرات لفحص كثافة الانتقال بناءً على مزارع رش البيروثرويد ، واختبار الهبوط البشري ، للمستضد المحيط. وقد لوحظت زيادة في انتشار العدوى تراوحت بين 9.5 ومقاييس المتميز المناعي المرتبط بالإنزيم إلى 62.8% في بداية موسم الأمطار ومن 15.1 إلى 66.7% في نهاية موسم الأمطار. لكل منزل كانت معدلات العض ، ومعدلات البوغ ، ومعدلات التلقيح الحشري اعلى بكثير في دانغاسا لا تزال الملاريا تشكل عبئاً على الصحة العامة في المناطق ، على الرغم من الانخفاض الملحوظ في انتشارها والتدابير الوقائية المتخذة. تسلط هذه الدراسة الضوء على الحاجة إلى استخدام طرق الوقاية الفعالة ضد الملاريا بشكل رئيسي بين الطبقات الاجتماعية المختلفة ، بما في ذلك الأطفال دون سن الخامسة مع معالجة اختلال التوازن الاجتماعي والديموغرافي من أجل القضاء على الملاريا ومكافحتها بنجاح خاصة في المناطق الريفية. المناطق ذات المستوى الاقتصادي المنخفض

الكلمات المفتاحية: ملاريا ، مضاد للملاريا ، علاج ، إفريقيا ، موجو ، نيجيريا ، دانغاسا ، وقاية

Résumé complet des cas de paludisme dans trois régions

Résumé : Notre travail consiste en une étude de trois travaux de synthèse publiés dans trois régions Africaines à savoir : le Mojo, le Nigeria et le Dangassa :

Première étude : Cette étude a été effectuée à Mojo durant Janvier 2016 à Décembre 2020 Le nombre de participants suspectés de paludisme à Mojo ayant subi un frottis sanguin était d'environ 19106, les cas de paludisme confirmés microscopiquement étaient estimés à (4,2%, 793/19106). L'espèce dominante était *Plasmodium vivax* qui représentait (76,2% ,604/793) des échantillons positifs. En 2016-2020, le nombre des cas du paludisme est passée de (259 à 77) dont le pourcentage chez les hommes (64,8%, 514/793) était plus élevé que chez les femmes (35,2%, 279/793), et la tranche d'âge 15-24 ans et celle de 25-34 ans ont été les plus touchés. Le taux d'augmentation des cas de paludisme était significativement élevé durant la période allant de Septembre à Novembre et était basse durant la période allant de Décembre à Février ($P < 0,0001$).

Deuxième étude : Cette étude transversale communautaire menée auprès de 357 enfants âgés de 1 à 15 ans, dans une communauté rurale nigériane pendant la saison des pluies, sur une période de 3 mois d'Avril à Juin 2019. Seuls (110, 30,8%) avaient des moustiquaires. La plupart d'entre eux de classe sociale élevée (45 ; 40,9 %) utilisaient des moustiquaires, et la plupart d'entre eux étaient des enfants de moins de cinq ans. Trente-six (36, 10,1%) antipaludiques ont été administrés en routine pour prévenir le paludisme. Le nombre d'enfants qui avaient utilisé des insecticides, des herbes indigènes, des barrières de fenêtre, des barrières de porte et des crèmes anti-moustiques était respectivement : (102, 28,6 %), (151, 42,3 %), (278, 77,9 %), (99, 27,7 %) et (15, 5,0 %). Toutes ces méthodes utilisées pour prévenir le paludisme n'avaient aucun effet statistiquement significatif sur la prévalence du parasite du paludisme chez les participants ($P > 0,050$).

Troisième étude : Cette étude a été effectuée dans le district de Dangassa durant 2012 à 2020. Au total, 1401 participants de tous âges ont été inscrits après un échantillonnage aléatoire semestriel des ménages à partir de la liste de recensement communautaire pour la prévalence de l'infection asymptomatique à *P. falciparum* avec une surveillance continue. Les populations d'insectes ont été étudiées pour examiner l'intensité de la transmission en fonction des cultures de pulvérisation de pyréthroïdes, du test d'atterrissage humain et du test immuno-enzymatique (ELISA) pour l'antigène ambiant. Une augmentation de la prévalence de l'infection a été observée et qui allait de 9,5 à 62,8% en début de saison des pluies et de 15,1 à 66,7% en fin de saison des pluies. Par maison, les taux de piqûres, les taux de spores et les taux dinoculation entomologique (EIR) étaient beaucoup plus élevés à Dangassa.

Le paludisme continue d'être un fardeau de santé publique dans les régions, malgré une diminution marquée de sa prévalence et les mesures préventives prises. Cette étude souligne la nécessité de recourir à des méthodes de prévention efficaces contre le paludisme principalement chez les différentes classes sociales, y compris les enfants de moins de cinq ans tout en traitant le déséquilibre sociodémographique pour une élimination et un contrôle réussis du paludisme surtout dans les régions à faible niveau économiques.

Mots clés : Paludisme, antipaludique, traitement, prévention, Afrique, Mojo, Nigeria, Dangassa.

Comprehensive summary of malaria cases in three regions

Abstract: Our work consists of a study of three summary works published in three African regions namely: Mojo, Nigeria and Dangassa:

First study: This study was conducted at Mojo during January 2016 to December 2020. The number of participants with suspected Malaria in Mojo who had a blood film was approximately 19,106, microscopically confirmed malaria cases were estimated at (4.2%, 793/19106). The dominant species was *Plasmodium vivax* which represented (76.2%, 604/793) of the positive samples. In 2016-2020, the number of Malaria cases increased from (259 to 77) whose percentage among men (64.8%, 514/793) was higher than among women (35.2%, 279/ 793), and the 15-24 and 25-34 age groups were the most affected. The rate of increase in malaria cases was significantly high during the period from September to November and was low during the period from December to February ($P < 0.0001$).

Second study: This cross-sectional community study conducted with 357 children aged 1 to 15 years, in a rural Nigerian community during the rainy season, over a period of 3 months from April to June 2019. Only (110, 30.8%) had mosquito nets. Most of them from high social class (45, 40.9%) used mosquito nets, and most of them were children under five years old. Thirty-six (36, 10.1%) antimalarials were routinely administered to prevent malaria. The number of children who had used insecticides, native herbs, window barriers, door barriers and mosquito repellent creams were respectively: (102, 28.6%), (151, 42.3%), (278, 77.9%), (99, 27.7%) and 15 (5.0%). All of these methods used to prevent Malaria had no statistically significant effect on the prevalence of the Malaria in the participants ($P > 0.050$).

Third study: This study was conducted in Dangasa district during the period from 2012 to 2020. A total of 1,401 participants of all ages were enrolled after biannual random sampling of households from the community census list of asymptomatic *P. falciparum* infection with continuous monitoring. Insect populations were studied to examine transmission intensity based on pyrethroid spray cultures, human landing test, and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for ambient antigen. An increase in the prevalence of infection was observed, ranging from 9.5 to 62.8% at the start of the rainy season and from 15.1 to 66.7% at the end of the rainy season. Per house, biting rates, spore rates and entomological inoculation rates (EIR) were much higher in Dangassa.

Malaria continues to be a public health burden in the regions, despite a marked decrease in its prevalence and the taken preventive measures. This study highlights the need to use effective prevention methods against Malaria mainly among different social classes, including children under five years old while addressing the socio-demographic imbalance for successful elimination and control of malaria especially in rural areas regions with low economic level.

Keywords: Malaria, antimalarial, treatment, prevention, Africa, Mojo, Nigeria, Dangassa