

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la recherche
Scientifique

République du Mali

Un Peuple - Un But - Une Foi



UNIVERSITE DE BAMAKO



FACULTE DE MEDECINE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE

Année universitaire 2009 – 2010

Thèse N°.....

TITRE :

**ETUDE COMPARATIVE DES INDICES PALUDOMETRIQUES ET
CLINIQUES DE BAMAKO, DIORO, MENAKA ET MISSIRA**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 11 / 12 / 2010

Devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie

Par Monsieur *Cédrick Jean Joseph MBASSI*

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

JURY

Président : *Pr Soukalo Dao*

Membres : *Dr Klénon Traoré*

Dr Lansana Sangaré

Co-directeur : *Pr Ousmane Koita*

Directeur de thèse : *Pr Amadou Diallo*

DEDICACES

Je dédie cette thèse :

Au Tout Puissant,

pour toutes les grâces dont tu m'as comblé et pour ce rêve que tu me permets de réaliser.

A mon père,

ta rigueur et tes conseils avisés ont fait de moi ce que je suis et m'ont conduit à ce jour. Tu es mon premier exemple, faire mieux que toi comme tu l'as toujours dit reste mon premier objectif.

A ma mère,

malgré la distance qui nous a séparés j'ai toujours ressenti jusqu'ici l'étreinte de l'incommensurable amour que tu portes à tes enfants. Etre ton fils fut mon premier atout dans la vie.

J'espère pouvoir être un jour digne de tous les sacrifices que vous avez consenti à faire pour que je sois ce que je suis. JE VOUS AIME.

A mes aînés,

Annick, Patrick et Erick merci pour tout le soutien malgré la distance vous avez chacun à sa façon su rester présents dans ma vie. J'espère que la vie réunira tous « les vieux boucs » un jour nous avons encore tant de choses à apprendre les uns des autres et les uns aux autres.

A mil'son,

je t'adore boubou, tu as la chance d'avoir tes deux parents et quatre frères et sœur qui feraient tout pour toi sache en profiter sans en abuser. J'espère qu'on aura l'occasion d'apprendre à vivre près l'un de l'autre sans nous entre-tuer.

A toute la famille Jean MBASSI,

à Douala, Ngaoundéré, Mbalmayo, Yaoundé, Bokito, Port-au-Prince, Genève... tout comme le net, notre toile se tissera bientôt aux quatre coins du monde. Malgré la distance et le temps, vous ne m'avez pas oublié.

A Ursula Marta,

ma première nièce, tu as fait la joie de tous les Mbassi qui t'ont rencontrée, j'espère aussi connaître cette joie avant que tu ne sois trop grande.

A André TIENTCHEU,

Tu as toujours répondu présent chaque fois que j'ai eu besoin de toi, je t'en serai éternellement reconnaissant.

A Scholastique TCHOUMBOU,

tu as été mon phare, mais en plus de me montrer le chemin tu m'as aussi rappelé d'où je venais et ce que j'avais laissé derrière moi. Je ne te remercierai jamais assez.

A Christian TIENTCHEU,

tu as été le premier à me montrer qu'au point G, pas besoin de connaître celui à qui on rend service, du moment que c'est l'ami d'un ami c'est forcément un ami. Ta droiture et ton grand cœur ont forcé mon admiration.

A M²NS,

avec toi la vie n'a pas toujours été un long fleuve tranquille il y a eu des rapides, il y a eu des cascades, mais l'eau a continué de couler dans le bon sens. De nos erreurs, nous avons toujours su tirer les leçons pour aller de l'avant, j'espère que cela continuera ainsi...

A Stéphane TCHOMTCHOUA,

tu m'as ouvert ta porte alors que tu ne me connaissais pas, tu m'as protégé comme un père et as fait de moi un ami. Malgré toutes les fois où tu m'as « fey » je te suis toujours redevable, j'espère avoir l'occasion de m'acquitter de cette dette qui t'honore.

A Yannick MODI,

le MO, tu as été pour moi l'ami de Stéphane quelques jours, mon père quelques mois, mon ami quelques années et enfin mon frère. La grandeur de ton cœur n'a jamais cessé de m'étonner. Tu as su faire pour moi les erreurs que je ne devais pas commettre afin que j'en tire les leçons.

J'espère que le bon, la brute et le truand se retrouveront au camer ou ailleurs pour de nouvelles réunions de « sectes ». Vous êtes des gars « sûrs ».

A Aïcha NDICHOUT,

la différence entre excuse-moi et je m'excuse, ce fut la première chose que j'ai apprise de toi, j'aurais parié que sept années plus tard on ne se saluerait même plus, heureusement j'aurais perdu. J'ai appris à apprécier le beau temps qui suit la pluie parce qu'on ne sait pas combien de temps cela va durer. Il y a tant à dire sur toi et moi, mais cela dépasserait la taille de la thèse elle-même alors je me limiterai à te dire merci pour ton amitié.

A Rosine KWISSU,

la « kwisset » reste comme t'es. Ton cœur et ton courage sont immenses. Merci de m'avoir supporté je ne suis pas un cadeau, mais t'as su faire avec. Que le seigneur mette sur ta route un homme à ta mesure.

A willy ZONGO,

la vie n'a pas été tendre avec toi, mais, à après chaque coup tu t'es toujours relevé : j'admire ton courage. Après Bamako et Parakou, j'espère que l'on se retrouvera bientôt pour de nouvelles aventures...

A Nina TCHOANG,

en entrant dans la vie de steph tu es également entrée dans la mienne, tu es devenue la mater. Il m'a permis de faire d'une promotionnaire une amie, j'espère, pour la vie.

A mon groupe d'étude,

A B, Estelle et Nina l'apprentissage avec vous aura toujours été instructif et distrayant, chacun a toujours mis ses qualités au service du groupe faisant ainsi de la pression notre amie. Ce fut un plaisir de travailler avec vous et grâce à Herbert, je sais, que l'on se retrouvera bientôt.

A Mish-1 « de mon cœur »,

quelle que soit la distance tu seras toujours ma deuxième petite sœur, te supporter est un fardeau que j'aime porter. Grandis vite ta bulle ne te protégera plus longtemps.

A Nathalie KANKWE,

Ce fut un plaisir de partager un bout de chemin en ta compagnie. Tu m'en as appris beaucoup sur moi et sur la vie.

A tous mes potes loin de moi,

Claudy AWANA, Ulrich BEKO, Maturin, Armelle NDOGMO, Capucine FAMBOU, Claude NTALIPOUO, Eric MBOUYOU, Gladys O. BELLA, Ricardo TOKO... malgré la distance vous avez gardé le contact et vous vous êtes souciés de ma vie. Recevez toute ma reconnaissance.

REMERCIEMENTS

Mes Remerciements vont à l'endroit :

Du peuple malien,

merci pour votre hospitalité et pour l'enseignement que vous m'avez donné. Je ne vous remercierai jamais assez pour ce moment que vous m'offrez.

Du personnel du LBMA,

Dr SISSAKO, Dr SANGARE, Kotou, Fanta, Diarratou, Ayouba, Vincent, Chaka, Cheik... vous m'avez accueilli, guidé et encouragé merci pour tout.

De la famille DJOKAM,

Jules et Grâce merci de nous avoir ouvert les portes de votre maison, vous êtes des personnes formidables c'est une joie d'avoir fait votre connaissance.

De la famille TCHOMTCHOUA de Bamako,

Sachez qu'il y a une vie après Bamako et que ce lien créé par celui qui nous a reçus et encadrés persistera même après Bamako.

Des basketteurs du samedi soir,

Yan, Fabrice, Fatim, Arthur, Roméo, Stone, Rosine, Fabienne, Rodrigue, Francis, Patient, le "vioc", Paytoni, Dimitri... les gars on a « fourni », parfois comme si dimanche ne viendrait jamais. Vous avez été un soutien pour moi, grâce à vous le samedi a été bien des fois été le plus beau jour de ma semaine. Je vous dis donc à samedi.

De la cité Bakassi,

le dimo, Rosita, Mboutus, Splinter, Christella, Françoise, Alix, Stéphanie, Jovy, Fabrice, Christelle, Kassim, Marcelle, Ramatou... on a tout connu, les murs qui tombent, les serrures brisées, les vols, l'hostilité des voisins, mais Bakassi a survécu et survivra tant pis pour les jaloux.

D'Ange Sigaka, Yvan Barbosa, Lilliane Menowa,

Votre passage dans ma vie fut bref, mais marquant je ne vous oublierai pas de si tôt.

De Sandrine Biyogo, Adonis Assoumou, Annick Plaka,

vos passages répétés à Bakassi ont su laisser des traces dans mon cœur.

De Dimitri Kamegné et Fabienne Mpot,

Vous avez contribué chacun à sa façon à ce que j'en arrive là. Vous êtes des petits formidables je suis très heureux de vous connaître et je vous souhaite beaucoup de courage pour la suite.

De la promotion SEGALEN,

Férid TATIETSE, Marcel NGANDEU, Freddy SIMO, Levis KOUEKAM, Tatiana MBENA, Pierre BEDJI, Carole MAKOUANG, Hermann KENFACK, Rodrigue TIOKENG, Rodrigue DJOUFANG, Arnold SIMO, Marie Christine MBAGA, Gilles KOUAM, Georgette MABOUNE, Patricia EYOUP, Judith BAZECHOUIN, Christelle MONKAM, Christelle TONSI, Don Carléone BAGADEMA, Paulette DJEUGOUE, Patrick TAYEM, Guillaume KAMDEM, Alain Bertrand ESSOTE, Rosine KWISSU, Millie DJOUBI, Nina TCHOANG, Aïcha NDICHOUT, William TCHAWA, Neuilly TAFFO, Steve TAGNE, Hervé ZEDONG, Josiane SIGNE, Linda NJANDJO, Cédric SIDI, Liliane MVUKAP, Dorvale KWABONG, **Frédéric MENTZ, Nancy YONG, Billy SAMOU**, Estelle MEGNE, Madye NGO DINGOM, Firmin AVEBE, Ramel NGOUADJIO, Michelle NINTYONYO, Assamahou NJUMAVOUI, Patricia FOTSO, Aimée NITENDEM et tous ceux de la diaspora.

De l'A.E.E.S.C.M.

Si elle n'existait pas il faudrait la créer, quoi que l'on dise elle est essentielle à l'intégration des plus jeunes et beaucoup d'anciens lui doivent beaucoup moi en premier.

Aux différentes promotions,

A la promotion PRADIER : Roby TENEFO, Daniel YONGA, Constantin BAHIMBA, Sinclair.....

A la promotion CESAR : Josimar, Laurelle TOBOU, Roch FAMO, Pulchérie AMOUNA, Igor TSAFACK, Cyril MBASSI, Danielle THONANG, Grégory NGUEYEM...

A la promotion De GAULLE : Gaël NDJOH NGOH, Gilles AGHOAGNI, Inès MOLO, Yannick MFUPA, Jean Jacques AKWA, Alida MEUZEUBOU...

A la promotion SPARTE : Kevin KAMSU, Christian GAPINGSI, Martial FASSEU, Hermann NGALEU, Missa KAMISSOKO, Aziza DOUKOURE...

A la promotion ASTURIE : Justine TAKOS, Judicaël YANKENG, Pamela SAMIZA, Terence NDI, Floribert FOSSUO, Achile JIPAP, Nadine DEFRE, Gibering NDZUNE, ...

A la promotion STATE : Fabrice KUATE, Christelle WANDJI, Arnel TCHOMTCHOUA, Vanessa BALEBA, Ludovic KIFACK, Rodrigue BANGTE, Fatimata Coulibaly...

Ce fut un plaisir de vous avoir connus et côtoyés.

A notre Maître et Président du jury :

Professeur Soukalo Dao

- ❖ Maître de conférences en Maladies Infectieuses à la FMPOS
- ❖ Investigateur au Centre de Recherche et de Formation sur le VIH et la Tuberculose (S_ER_EF_O)
- ❖ Membre de la Société de Pathologies Infectieuses de Langue Française
- ❖ Membre de la Société Africaine de Pathologies Infectieuses
- ❖ Président de la Société Malienne de Pathologies Infectieuses et Tropicales (SOMAPIT)

Cher Maître,

Nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury.

Votre promptitude à apporter votre touche personnelle à ce travail nous a profondément touchés.

La qualité de vos cours et votre aptitude à transmettre vos connaissances forcent le respect.

Recevez ici l'expression de notre profonde admiration.

A notre Maître et juge :

Docteur Klénon TRAORE

- ❖ Docteur en santé publique
- ❖ Directeur de Programme National de Lutte contre le Paludisme

Cher Maître,

Nous avons été profondément marqués par l'accueil que vous nous avez réservé. Votre gentillesse et votre simplicité vous honorent.

C'est une très grande joie de vous compter parmi les membres de ce jury.

A notre Maître et juge :

Docteur Lassana SANGARE

- ❖ Assistant en Parasitologie à la FAST
- ❖ Chef de l'unité de Parasitologie au LBMA

Cher Maître,

Votre apport aux différentes étapes de l'élaboration de ce travail est inestimable.

Nous avons apprécié votre accessibilité et votre empressement à nous aider.

Recevez nos sincères remerciements.

A notre Maître et Co-directeur de thèse :

Professeur Ousmane KOÏTA

- ❖ Docteur en pharmacie et PhD en parasitologie moléculaire.
- ❖ Chargé de cours de biologie moléculaire appliquée à la FAST et de biologie animale à la FMPOS.
- ❖ Responsable du Laboratoire de Biologie Moléculaire et Appliquée de la FAST.
- ❖ Directeur adjoint du Programme NIH/NIAD/FMPOS de recherche sur le SIDA et la Tuberculose.

Cher Maître,

Ce travail est le vôtre, vous nous avez guidés des prémices aux conclusions de ce travail.

Vous avez initié, guidé et suivi ce travail malgré vos multiples occupations.

Nous avons apprécié vos qualités scientifiques et humaines, votre simplicité et votre générosité font de vous un maître respecté.

Cet instant solennel nous offre l'occasion de vous témoigner toute notre gratitude.

A notre Maître et Directeur de thèse :

Professeur Amadou DIALLO.

- ❖ Professeur de biologie animale et de zoologie à la FMPOS de Bamako.
- ❖ Recteur de l'université de Bamako.

Cher Maître,

C'est un grand honneur pour nous d'être compté parmi vos élèves.

Nous avons admiré vos immenses qualités humaines, sociales et scientifiques, en effet pour qui vous connaît Simplicité, humilité et sympathie ne sont pas de vains mots.

Recevez ici l'expression de notre profonde gratitude, de l'admiration et de l'attachement que nous avons à votre égard.

Sommaire

	Pages
Introduction.....	1
Objectifs.....	3
Généralités.....	4
I. Définition.....	4
II. Historique.....	4
III. Répartition géographique.....	5
1. Dans le monde.....	5
2. Le paludisme en Afrique.....	5
3. Le paludisme au Mali.....	7
IV. Biologie.....	8
1. Le vecteur.....	8
2. L'agent pathogène.....	8
a. Classification.....	8
b. Particularités liées à l'espèce.....	9
3. Cycle parasitaire.....	11
a. Cycle parasitaire chez l'homme.....	11
b. Cycle parasitaire chez l'anophèle.....	12
4. Mode de transmission et facteurs favorisant la transmission.....	13
a. Mode de transmission.....	13
b. Facteurs favorisant la transmission.....	14
V. Etude clinique.....	16
1. Physiopathologie.....	16
a. Accès palustre simple.....	16
b. Paludisme grave ou compliqué.....	16
c. Anémie palustre.....	16
d. Splénomégalie palustre.....	17
e. Physiopathologie des autres atteintes au cours du paludisme.....	17
2. Les formes cliniques.....	18

a. La primo-invasion.....	18
b. Accès palustre simple.....	18
c. Paludisme grave et compliqué.....	19
d. La fièvre bilieuse et hémoglobinurique.....	20
e. Le paludisme viscéral évolutif.....	20
VI. Diagnostic biologique.....	20
1. Diagnostic parasitologique.....	20
a. Le frottis mince et la goutte épaisse.....	20
b. Quantitative buffy coat.....	21
c. Diagnostic immunologique.....	22
d. Les tests rapides de diagnostic.....	22
e. La polymérase chain reaction.....	23
VII. Le traitement.....	23
1. Curatif.....	23
a. Les moyens.....	23
b. Indications.....	24
VIII. Prophylaxie.....	24
1. Prophylaxie individuelle.....	24
2. Prophylaxie collective.....	25
3. Vaccination.....	25
IX. Cadre d'étude.....	26
A. Monographie du site de Bamako.....	26
1. Situation géographique.....	27
2. Histoire.....	27
3. Population.....	28
4. Climat.....	28
5. Administration.....	28
6. Activités économiques.....	29
7. Infrastructures socio sanitaires.....	30
8. Culture, sport et religion.....	30
B. Monographie du site de Dioro.....	32
1. Situation géographique.....	32
2. Historique.....	34

3. La population.....	34
4. Le climat.....	36
5. Administration.....	36
6. Activités économiques.....	36
7. Infrastructures socio sanitaires.....	38
C. Monographie du site de Ménaka.....	39
1. Situation géographique.....	39
2. La population.....	39
3. Le climat.....	40
4. Présentation des villages.....	40
D. Monographie du site de Missira.....	49
1. Situation géographique.....	49
2. Historique.....	50
3. La population.....	50
4. Le climat.....	50
5. Administration.....	51
6. Activités économiques.....	52
7. Infrastructures socio sanitaires.....	52
Méthodologie.....	53
A. Notre étude.....	53
1. Type d'étude.....	53
2. Collecte et analyse des données.....	53
3. Aspects éthiques.....	53
B. Bamako.....	54
1. Cadre et lieu d'étude.....	54
2. Type et période d'étude.....	54
3. Population d'étude.....	54
4. Les variables.....	55
5. Techniques d'étude.....	55
6. Logistique.....	56
7. Aspects éthiques.....	56
B. Dioro.....	57

1. Cadre et lieu d'étude.....	57
2. Type et période d'étude.....	57
3. Population d'étude.....	58
4. Les variables.....	58
5. Techniques d'étude.....	59
6. Logistique.....	60
7. Aspects éthiques.....	61
C. Ménaka.....	62
1. Cadre et lieu d'étude.....	62
2. Type et période d'étude.....	62
3. Population d'étude.....	62
4. Les variables.....	64
5. Techniques d'étude.....	64
6. Logistique.....	65
7. Aspects éthiques.....	65
D. Missira.....	66
1. Cadre et lieu d'étude.....	66
2. Type et période d'étude.....	66
3. Population d'étude.....	66
4. Les variables.....	67
5. Techniques d'étude.....	67
6. Logistique.....	73
7. Aspects éthiques.....	74
Résultats.....	76
Commentaires et discussion.....	89
I. Approche méthodologique.....	89
II. Résultats.....	89
Conclusion.....	92
Recommandations.....	93
Bibliographie	94

Fiche signalétique.....	100
Serment d'Hippocrate.....	102

Listes des figures

	Pages
1. Répartition du paludisme dans le monde.....	5
2. Cycle biologique du Plasmodium humain.....	13
3. Un aperçu de la ville de Bamako.....	26
4. Localisation géographique des villages d'étude(Dioro).....	32
5. Carte de la préfecture de Ménaka.....	39
6. Localisation géographique du site d'étude(Missira).....	49
7. Carte d'irrigation de Dioro.....	58
8. Carte d'inclusion.....	68
9. Classification de la splénomégalie selon la méthode de Hackett.....	69
10. Goutte épaisse.....	71
11. Frottis mince.....	72
12. Représentation cartographique des différents sites d'étude.....	77
13. Représentation de la pluviométrie moyenne sur les différents sites.....	78
14. Représentation cartographique de la prévalence de l'infection palustre moyenne.....	80
15. Représentation cartographique de la parasitémie moyenne.....	81
16. Représentation graphique de la variation entre la Pluviométrie et la densité parasitaire.....	81
17. Comparaison entre la pluviométrie et la prévalence palustre des différents sites.....	82
18. Représentation graphique de la variation de la prévalence palustre en fonction de la pluviométrie.....	83
19. a. Répartition des espèces plasmodiales à Bamako.....	86
19. b. Répartition des espèces plasmodiales à Dioro.....	86
19. c. Répartition des espèces plasmodiales à Ménaka.....	86
19. d. Répartition des espèces plasmodiales à Missira.....	86
	Pages
20. Représentation cartographique de l'indice gamétocytaire moyen.....	88

Liste des tableaux

Comparaison de l'âge de la population d'étude entre les différents sites.....	78
1. Variation de la prévalence de l'infection palustre et de la parasitémie moyenne entre les différents sites.....	79
2. Variation de la prévalence de l'infection palustre en saison sèche entre les différents sites.....	83
3. Variation de la prévalence de l'infection palustre par tranche d'âge entre les différents sites.....	84
4. Répartition des infections palustres en fonction des espèces sur les différents sites	85
5. Variation de l'indice gamétocytaire moyen entre les différents sites.....	87
6. Variation de l'indice splénique moyen entre les sites.....	88
7. Variation du taux d'anémie moyen entre les sites.....	89

Abréviations

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PIB : Produit Intérieur Brut

PNLP : Programme National de Lutte contre le Paludisme

RBM: Roll Back Malaria

CTA: Combinaison Thérapeutique à base d'Arthémésinine

IFI : Immuno Fluorescence Indirecte

LBMA : Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée

DRS : Direction Régional de la Santé

PAM : Programme Alimentaire Mondial

µl : Microlitre

AQ13 : Amino4quinoleine de type 13

Mm Hg : Millimètre de mercure

P. falciparum : *Plasmodium falciparum*

P. malariae : *Plasmodium malariae*

P. ovale : *Plasmodium ovale*

P. vivax : *Plasmodium vivax*

PCR : Polymerase Chain reaction

PVM : Projet village millénium

Introduction

Le paludisme, fléau millénaire qui a jadis recouvert la quasi-totalité de la planète, est aujourd'hui présent dans 109 pays du globe [1]. Bien que déjà décrit par Hippocrate environ 100 ans avant Jésus-Christ dans son traité « Des airs, des eaux, des lieux », ce n'est qu'à partir du dix-neuvième siècle que l'homme a fait de véritables avancées dans la connaissance de cette pathologie, notamment en découvrant le parasite, son cycle parasitaire, le rôle de l'anophèle dans la transmission et la physiopathologie du paludisme [2].

C'est une érythrocytopathie fébrile et hémolysante due à la présence et à la multiplication dans l'organisme d'un hématozoaire du genre *Plasmodium* transmis par la piqure d'un moustique, l'anophèle femelle [3]. C'est une maladie évitable, dont on guérit, mais qui tue un enfant toutes les 30 secondes [4].

L'O.M.S. dans son plan d'élimination de cette endémie a défini quatre phases : la lutte, la pré-élimination, l'élimination et la prévention de la réintroduction. Dans son dernier rapport chiffré, elle estime à 247 millions le nombre de cas de paludisme dont 86 % en Afrique ; à 881 000 le nombre de décès dont 91 % en Afrique. 85 % de ces décès concernaient des enfants de moins de 5 ans.

Le prix à payer pour le paludisme n'est pas qu'humain, il est aussi financier. On évalue à 12 millions de dollars les pertes du PIB, à 1,3 % le retard de croissance économique dans les pays fortement touchés. Il est également responsable de 40 % des dépenses publiques dans ces pays. Il retentit indirectement sur l'économie en augmentant le nombre de congés maladies, en favorisant l'absentéisme à l'école ou au travail et en freinant la scolarisation par les séquelles neurologiques qu'il occasionne [4].

Il faut noter qu'il existe des volontés politiques dans la lutte contre le paludisme à travers :

- La déclaration des Chefs d'Etats et de Gouvernements Africains sur le renforcement de la lutte contre le paludisme à Harare en 1997.

- L'initiative Roll Back Malaria (RBM) lancée en 1998 par l'OMS en collaboration avec d'autres organismes du système des Nations Unies, Unicef, Banque Mondiale.

- L'engagement des Chefs d'Etat Africains au sommet d'Abuja en avril 2000

- Les objectifs du millénaire pour le développement adoptés par l'Assemblée Générale des Nations Unies en septembre 2000 [4].

- L'accroissement continu de l'engagement financier qui est passé de 730 millions de dollars en 2006 à 1,7 milliard en 2009.

Tout ceci a permis de se rapprocher des objectifs de l'Organisation Mondiale de la Santé et le partenariat RBM qui sont de réduire le nombre de cas et de décès dus au paludisme de 50% ou plus d'ici 2010 et de 75% ou plus d'ici 2015, l'année 2000 servant de référence [1].

Pour y parvenir, l'OMS prône l'augmentation du nombre de moustiquaires. Le nombre de foyers africains équipés de moustiquaires est ainsi passé de 17 à 31 %. L'OMS a également misé sur l'augmentation de la fourniture des services publics de santé en combinaisons thérapeutiques à base d'arthémésinine (CTA) faisant passer leur nombre de 6 millions en 2005 à 49 millions en 2006, car jusqu'ici seuls 15 % des enfants dans les pays africains avaient accès aux CTA [5]. Tout ceci a permis en 8 ans de diminuer de plus de 50 % le nombre de cas de paludisme dans 3 pays africains (Erythrée, Sao Tomé-et-Principe, Rwanda) et 22 pays non africains [5].

Au Mali, l'organisme responsable de la lutte contre le paludisme appelé PNLIP créé en 1993 a émis les chiffres suivants en 2000 : 32,4 % de la mortalité exprimée au niveau des services de santé, 47,5 % des causes de mortalité chez les enfants de moins de 5 ans, 49 % des convulsions fébriles de l'enfant et du nouveau-né à Bamako, 16,7 % des hospitalisations pédiatriques, 48 % des motifs de consultation dans les centres de santé sont imputables au paludisme [6]. En 2005, 962 706 cas cliniques ont été enregistrés dans les formations sanitaires publiques soit 36 % du total des motifs de consultations.

Une comparaison des indices paludométriques s'avère nécessaire pour recadrer les stratégies de contrôle du paludisme dans le contexte épidémiologique propre à chaque faciès écoclimatique du pays.

Commentaire [M1]: Mentioner le but de l'étude et en quoi elle est importante.

Objectif général

Evaluer et comparer les indices paludométriques et cliniques de Bamako, Missira, Dioro et Ménaka.

Objectifs spécifiques

- Estimer la prévalence de l'infection palustre au niveau des quatre sites d'étude.
- Estimer la fréquence des porteurs de gamétocytes par site.
- Déterminer le taux d'anémie palustre par site.
- Comparer les paramètres paludométriques par site avec la pluviométrie.

GENERALITES

I. DEFINITION

Le paludisme est une érythrocytopathie fébrile et hémolysante due à la présence et à la multiplication dans l'organisme d'un hématozoaire du genre plasmodium et transmis par la piqûre de l'anophèle femelle [3].

II. HISTORIQUE

Le paludisme affecte l'homme depuis plus de 50 000 ans, mais son impact devient majeur sur la survie humaine avec la sédentarisation de l'homme pour l'agriculture. Ses manifestations cliniques sont décrites avec précision depuis des millénaires avant Jésus-Christ par les praticiens chinois. Ceux-ci attribuent les principaux signes à 3 démons [7] :

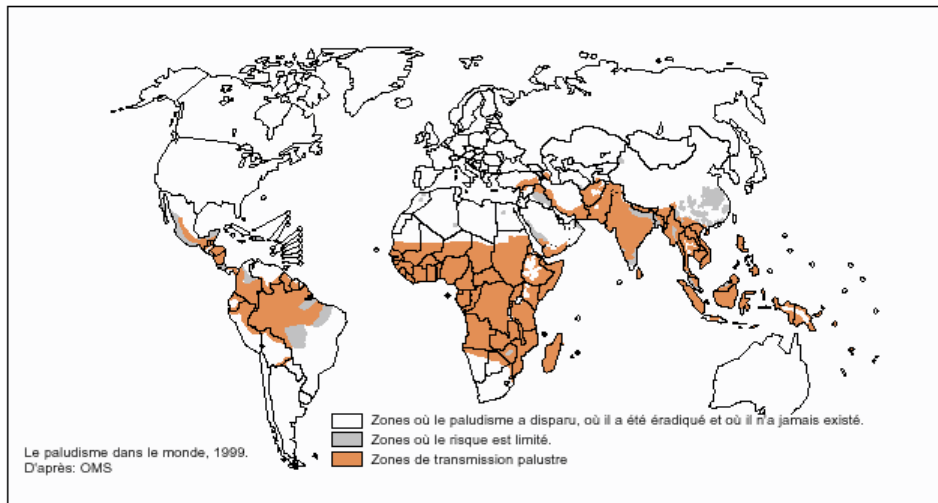
- le premier tient un marteau (céphalée)
- le deuxième tient un four chaud (fièvre)
- le troisième tient un seau (sueur froide)

On a longtemps cru que le paludisme était causé par le mauvais air émanant des marécages d'où son autre nom de malaria de l'Italien *mal'aria* pour mauvais air.

Ce n'est qu'en 1880 qu'Alphonse Levaran met en évidence l'agent pathogène. Les scientifiques Italiens Marchiafava et Gorgi le nomment plasmodium [1]. En 1899 Giovanni Batista Grassi met en exergue le rôle de l'anophèle femelle dans la transmission du parasite à l'homme. En 1922, Stephens découvre le plasmodium ovale. En 1948, Short et Gaham expliquent la latence de la maladie et le phénomène de reviviscence schizogonique par l'existence d'une phase exo-érythrocytaire tissulaire dans le foie [3 ; 8].

III. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

1) Dans le monde



Ci-dessus: Le paludisme dans le monde. Le paludisme est endémique dans les régions tropicales et subtropicales.

Figure 1. Répartition du paludisme dans le monde (OMS, 1999)

Il s'agit de la maladie parasitaire la plus répandue dans le monde. Il est au premier rang des priorités de l'OMS pour ses ravages directs et pour ses conséquences socio-économiques.

2) le paludisme en Afrique

En Afrique, le paludisme sévit surtout au sud du Sahara. On y retrouve 5 strates épidémiologiques [9] qui peuvent se modifier au gré des conditions naturelles.

➤ **La strate équatoriale** : constituée par les zones de forêt et de savanes humides post forestière avec des précipitations supérieures à 1500 mm d'eau par an. La morbidité s'étale sur toute l'année. La prémunition apparaît vers l'âge de 5 ans. Elle est caractérisée par une bonne répartition des précipitations permettant une transmission pérenne. Elle est intense et le taux de piqûres infectantes pourrait atteindre 1000 par habitant et par an [10]. Le paludisme sévit sur un mode endémique stable à transmission permanente.

➤ **La strate tropicale** : regroupe les savanes humides et semi-humides de l'Afrique de l'Ouest et de l'Est où les précipitations annuelles vont de 800 à 1500 mm d'eau. Elles

s'effectuent en une seule saison de 4 à 8 mois pendant laquelle se produit l'essentiel de la transmission, cette dernière est intense et le taux de piqûres infectantes varie de 100 à 400 par habitant et par an. La prémunition apparaît vers l'âge de 10 ans. Le paludisme sévit sur un mode endémique stable à recrudescence saisonnière.

➤ **La strate désertique et semi-désertique**, encore appelée strate sahélienne ou sahélo-saharienne. La pluviométrie est inférieure ou égale à 700 mm d'eau par année. Il s'agit du nord de l'Afrique (nord du Niger, et du Mali,) et du désert du Kalahari. La prémunition est beaucoup plus longue à apparaître, avec la possibilité de voir un paludisme grave chez l'adulte. Le paludisme sévit sur un mode instable à transmission épisodique.

➤ **La strate montagnarde**, touche surtout l'Afrique de l'Ouest (Niger, Sénégal). C'est la zone des vallées et des hautes terres, située au-dessus de 1000 mètres d'altitude. La période de transmission est très courte et il peut y avoir des années sans transmission. Faute de ne pouvoir acquérir une prémunition, la quasi-totalité de la population peut être touchée lors d'une épidémie.

➤ **La strate australe**, appelée aussi strate lagunaire touche les plateaux d'altitude situés au sud du bloc forestier centrafricain.

Les îles des Comores et de Madagascar réunissent sur leur territoire la plupart des différents faciès africains.

Tous ces faciès peuvent se modifier au gré des modifications naturelles du biotope (fleuves, rivières, lacs) ou anthropiques (barrages, riziculture, déforestation, urbanisation) [11].

L'épidémiologie du paludisme est conditionnée par l'environnement. En plus des modifications naturelles et artificielles, il est à noter que le comportement et le polymorphisme des anophèles vecteurs jouent un rôle important.

Le degré de réceptivité de la population à l'infection palustre varie d'un individu à un autre. Tous ces facteurs sont fonction :

- du lieu d'habitat (urbain, rural, côtier ou lagunaire) ;
- du type d'habitat (banco, tôle ou paille);
- du mode de vie (degré de prémunition, activités, prise ou non d'antipaludiques et observation des mesures de protection contre les vecteurs).

Tous ces facteurs sont sous l'influence des phénomènes d'urbanisation. Cette urbanisation qui augmente de 6 % par an dans les pays en voie de développement constitue un phénomène social majeur et s'effectue de façon anarchique [12].

En milieu rural, la multiplication des bancotières entraînant une augmentation des petits gîtes larvaires est aussi un facteur influençant.

3) Le paludisme au Mali

Au Mali, le paludisme est de type saisonnier c'est-à-dire que la transmission est endémique avec un pic saisonnier pendant la saison des pluies. Il est établi que le niveau de transmission est modulé par la pluviométrie, aussi la prévalence de l'infection palustre est plus élevée au sud plus humide qu'au nord très sec où le paludisme sévit sous forme épidémique [13].

Les études menées par Doumbo(1992) [14] ont montré que le Mali est un pays d'endémie palustre avec 5 faciès épidémiologiques de transmission.

➤ **Une zone de savane à transmission saisonnière longue** de 6 mois allant de mai à novembre avec 1 250 mm d'eau/an. Chez les enfants de moins de 5 ans, le portage parasitaire présente un indice plasmodique à 80-85 %. C'est la région soudano-guinéenne. Le paludisme sévit sur un mode holo-endémique.

➤ **Une zone de transmission saisonnière courte** de 3 à 4 mois dans les régions de savane nord-soudanienne et le sahel.

Le paludisme y est hyper endémique en saison des pluies avec 200-800 mm d'eau/an et un indice plasmodique variant entre 50 et 75%.

➤ **Une zone de transmission sporadique** située dans la zone sub-saharienne au Nord avec une précipitation de 200 mm/an et on y observe des épidémies avec un indice plasmodique inférieur à 5 %.

➤ **Des zones de transmission bi ou plurimodale** : qui regroupent la zone du Delta du Niger, les zones de retenues d'eau et de rizicultures (barrages). Le paludisme est de type méso-endémique avec un indice plasmodique inférieur à 40 %.

➤ **Des zones peu propices à la transmission** : le milieu urbain où la pollution des gîtes et la médication rendent le milieu impropre à l'impaludation. Le paludisme y est de type hypo endémique avec un indice plasmodique inférieur ou égal 10 %.

Le milieu urbain peut être scindé en deux : le centre-ville et le milieu périurbain. Le milieu périurbain est généralement caractérisé par une prolifération de quartiers spontanés, bidonvilles où la transmission est méso-endémique [14].

IV. BIOLOGIE

1) Vecteur

Il s'agit d'un moustique appartenant à l'ordre des diptères, de la famille des culicidae et du genre anophèle [15]. Seule la femelle hématophage assure la transmission.

Les anophèles femelles ne se nourrissent que sur les vertébrés lesquels les attirent par leurs odeurs, leurs couleurs sombres, leurs chaleurs et le gaz carbonique [2 ; 16]. L'intervalle qui sépare le repas de sang de la ponte est le cycle gonotrophique, dont la durée caractérise chaque espèce anophélienne en un lieu et à une saison donnée. Ce cycle varie de 2 à 5 jours. Il faut que le moustique ingère au moins 5 gamétocytes pour s'infester d'où l'importance de la charge gamétocytaire de la proie humaine et l'inconstance de l'infection des moustiques [4].

Parmi les 400 espèces d'anophèles actuellement décrites, environ une soixantaine peut avoir un rôle de vecteur du paludisme chez l'homme. Les vecteurs majoritaires sont : Anophèles Gambiae, Anophèles Funestus, Anophèles maculipennis, Anophèles Arabiensis [15].

Au Mali, ce sont les membres du complexe *Anophèles Gambiae* sl et *Anophèles funestus* qui transmettent le paludisme entre 18 heures et 6 heures du matin. Leur durée de vie moyenne est d'un mois [17].

2) Agent pathogène

a) Classification

Le paludisme est causé par un parasite, un protozoaire appartenant au phylum des apicomplexa, à la classe des sporozoa, à la sous-classe des coccidia, à l'ordre des eucoccidia au sous-ordre des haemosporina, à la famille des plasmodia, au genre *Plasmodium*, quatre espèces affectent l'homme [6].

Pour son cycle évolutif, le *Plasmodium* nécessite deux hôtes : l'homme et le moustique. Sur le plan strictement biologique, l'anophèle est le véritable hôte définitif, car c'est chez lui que se déroule la reproduction sexuée. Mais pour des raisons anthropocentriques, on le considère comme le vecteur et l'homme comme l'hôte définitif faisant du paludisme une anthroponose et non une zoonose.

b) Particularités liées aux espèces

b.1. Plasmodium falciparum

C'est de loin la plus répandue et la plus redoutable de toutes les espèces plasmodiales, à cause de la fièvre tierce souvent fatale, de l'anémie sévère, et autres complications qu'elle provoque. Elle est surtout répandue dans les zones intertropicales où le paludisme sévit sous forme endémique à cause de la température, de l'humidité, entretenant des conditions favorables au développement des moustiques.

Sur un frottis sanguin à *Plasmodium falciparum*, l'image se caractérise par sa monotonie, on observe de jeunes trophozoïtes (le plus petit des quatre espèces) annulaires, minces et gracieux, plus ou moins abondants. Il existe des formes caractéristiques telles les formes « accolées », « en bracelets arabes », « en haltères », un grain de pigment noir apparaît dans les trophozoïtes âgés. Les schizontes sont localisés dans les capillaires profonds et surtout au niveau du cerveau, du foie, des reins, du cœur. C'est tous les globules rouges à tout stade de maturité qui sont parasités, leur taille reste inchangée et ils peuvent être parsemés de petites mouchetures caractéristiques, les taches de Maurer, colorées en rouge-brun au Giemsa.

L'aspect à la goutte épaisse est différent, les hématozoaires paraissent plus petits et sont en plus grand nombre.

Concernant les *P. falciparum* chloroquinorésistants, la parasitémie est souvent très faibles et la confection de la goutte épaisse est donc indispensable, le pigment malarique apparaît très tôt dans les jeunes trophozoïtes annulaires qui ne doivent pas être confondus avec ceux de *P. malariae*. Il représente 85 à 90 % de la formule parasitaire au Mali [18].

b.2. Plasmodium malariae

Il représente 10 à 14 %, est l'agent de la fièvre quarte, c'est un parasite qui a surtout des affinités pour les globules rouges âgés. Cette préférence peut avoir des conséquences à type de syndromes néphrétiques parfois graves. Ce parasite a une distribution mondiale,

mais très inégale, il est essentiellement présent en Afrique et en Asie. Cette espèce n'est pas meurtrière, mais peut entraîner des rechutes jusqu'à 20 ans après la primo-infection due à la présence des formes pré-érythrocytaires (formes latentes ou hypnozoïtes) s'exprimant à l'occasion d'une agression, telle une splénectomie [19]. Son frottis sanguin se caractérise par un parasitisme pauvre. Son schizonte mature possède en général 8 à 12 mérozoïtes. En goutte épaisse, le champ microscopique est enrichi, les trophozoïtes jeunes peuvent prendre l'aspect de ceux de *P. falciparum* avec la présence constante de pigment malarique, les autres éléments restent inchangés.

b.3. Plasmodium ovale

Responsable de fièvre tierce bénigne, parasitant les hématies jeunes, on le trouve surtout dans les régions où le *P. vivax* est absent et rare, en Afrique au sud du Sahara. Cette espèce ne tue pas, mais peut entraîner des rechutes jusqu'à 2 à 5 ans après l'inoculation des sporozoaires par la présence des formes hypnozoïtes ou dormantes au niveau hépatique. Il représente moins de 1 % de la formule parasitaire au Mali.

Le frottis sanguin montre un panache de toutes les formes évolutives. L'hématie hôte est jeune, hypertrophiée et présente à sa surface des granulations de schüffner. Le schizonte mature possède 8 à 16 mérozoïtes.

Les aspects à la goutte épaisse sont comparables à ceux du *P. vivax* et le diagnostique différentiel est très difficile, voire impossible si le parasitisme est très faible.

b.4. Plasmodium vivax

Il est responsable de la fièvre tierce bénigne, la nécessité de la présence de l'antigène Duffy (rare dans la race noire) pour sa pénétration dans le globule rouge tend à expliquer sa localisation plus en Asie, Amérique, et exceptionnellement en Afrique du Nord, il est aussi responsable de rechutes de 2 à 3 ans après l'infection liée aussi à des formes dormantes présentes au niveau du foie.

Au frottis sanguin, on a un panache intense dans lequel on peut trouver toutes les variétés évolutives. Le schizonte mature est une rosace occupant toute l'hématie avec une marqueterie de mérozoïtes (12 à 18). Le *P. vivax* attaque les jeunes hématies (réticulocytes), le pluri parasitisme est rare, l'hématie parasitée subit précocement un important remaniement, s'hypertrophie et tend à devenir polygonal avec apparition précoce de granulations de Schüffner.

La goutte épaisse est aussi panachée et très enrichie, les trophozoïtes jeunes ont le même aspect que celui décrit précédemment, les autres éléments sont aisément reconnaissables.

Sa présence a été confirmée au nord du Mali dans nos populations leucodermes en 1998 sous forme de foyers autochtones [20].

Il existe une cinquième espèce, *Plasmodium knowlesi* étroitement lié à la répartition des singes macaques de l'Asie du Sud-Est. Actuellement, plusieurs centaines de cas ont été rapportés chez l'homme dont certains mortels. Au microscope, *P. knowlesi* ressemble au conventionnel *P. malariae*, mais le confondre pourrait être gravissime, car contrairement à ce dernier il peut être létal pour l'homme. Le point positif étant qu'à ce jour il est sensible à la simple chloroquine. Aucun cas d'infection à *P. knowlesi* n'a été répertorié au Mali [57].

3) Cycle parasitaire

Le cycle de développement du plasmodium nécessite deux hôtes obligatoires : l'homme et le moustique.

a. Cycle parasitaire chez l'homme

Il se déroule en deux phases : une phase hépatique (ou exo-érythrocytaire) et une phase sanguine (ou érythrocytaire)

a.1. La phase hépatique

L'anophèle femelle infesté en piquant l'homme lui inocule dans le sang, le parasite sous forme de sporozoïtes. Ceux-ci restent dans la circulation sanguine pendant une demi-heure avant de pénétrer dans les cellules du foie.

Une fois dans l'hépatocyte, les sporozoïtes restent quiescents (hypnozoïtes) pour le *P. ovale* et le *P. vivax* ou par multiplication nucléaire, ils deviennent des schizontes intra hépatocytaires (corps bleus). Cette phase dure 7 à 21 jours en fonction de l'espèce plasmodiale, elle est cliniquement muette et correspond à la phase d'incubation de la maladie.

a.2. La phase sanguine

La rupture des corps bleus libère des mérozoïtes qui pénètrent les globules rouges par endocytose, et se transforment en trophozoïte. Le trophozoïte grossit et se transforme en schizonte sanguin qui est appelé corps en rosace à maturité et qui contient de nombreux

mérozoïtes dont le nombre varie selon l'espèce plasmodiale. L'éclatement de l'hématie libère les mérozoïtes dans la circulation sanguine. Chaque mérozoïte envahit une nouvelle hématie, poursuivant ainsi le cycle intra érythrocytaire. Au cours de la multiplication dans les hématies, le parasite va produire au dépend de l'hémoglobine un pigment appelé l'hémozoïne. Parallèlement apparaissent dans l'hématie des taches de Maurer (*P. falciparum*), des granulations de Schuffner (*P. vivax* et *P. ovale*) ou des ponctuations de Ziemann (*P. malariae*)

Le cycle sanguin dure 48 heures chez le *P. falciparum*, *P. vivax* et *P. ovale*, 72 heures chez le *P. malariae*. C'est l'éclatement simultané des corps en rosace d'une même génération qui provoque l'accès fébrile typique du paludisme.

Après plusieurs cycles schizogoniques sanguins, certains mérozoïtes se différencient en élément à potentiel sexué : les gamétocytes. Ceux-ci ne poursuivront leur développement que s'ils sont absorbés par un anophèle femelle.

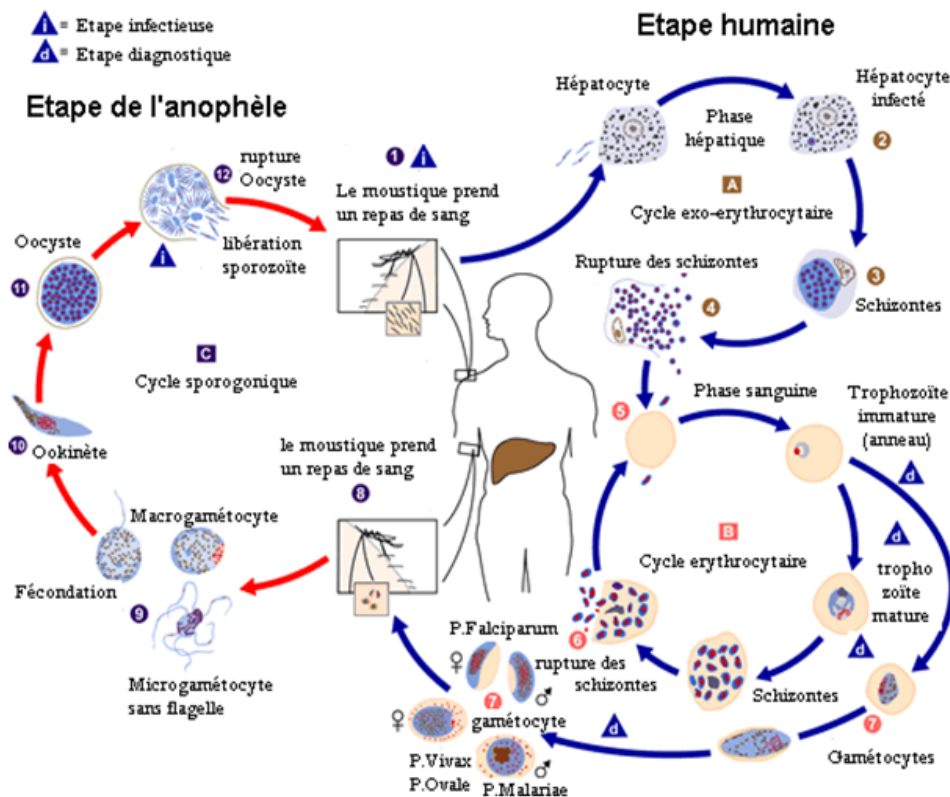
b. Cycle parasitaire chez l'anophèle.

Encore appelé cycle sporogonique, il débute dès l'infection de l'anophèle femelle ayant piqué un impaludé porteur de gamétocytes.

Les gamétocytes passent dans son estomac, le gamétocyte femelle (ou macrogamétocyte) se transforme et devient immobile. Le gamétocyte mâle (microgamétocyte) va subir une exflagellation qui l'allongera et le rendra mobile.

La fécondation du macrogamétocyte par le microgamétocyte aboutit à la formation d'un œuf mobile dans la lumière du tube digestif appelé Ookinète. Celui-ci va traverser et aller s'enkyster sur sa face externe formant un oocyste. Une fois mûr l'oocyste éclate et libère des sporozoïtes qui vont gagner les glandes salivaires de l'anophèle d'où ils seront inoculés à l'homme lors d'une nouvelle piqûre.

La durée du cycle chez l'anophèle est de 10 à 40 jours selon la température extérieure et les espèces. [4 ; 14 ; 16 ; 21 ; 22]



Source : <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx>

Figure 2 : Cycle biologique du Plasmodium humain.

4) Mode de transmission et facteurs favorisant la transmission.

a. Mode de transmission

En dehors de la transmission par piqûre de moustique, le paludisme peut également se transmettre par transfusion sanguine, greffe d'organe, seringue ou par voie congénitale.

Sur le plan épidémiologique, il est indispensable de réunir simultanément quatre éléments pour que le paludisme se développe.

➤ La présence des hommes porteurs de gamétocytes du *Plasmodium* dans leur sang périphérique : Le développement du parasite ne se poursuit que lorsque les gamétocytes sont ingérés par le moustique *Anopheles*. Cela suppose que le portage des formes sexuées soit essentiel dans le développement du parasite, en effet c'est chez le moustique anophèle qu'a lieu les recombinaisons durant la méiose [20 ; 23]. Ainsi, les

porteurs de gamétocytes sont essentiels dans la transmission, d'où l'idée de la recherche d'un vaccin bloquant la transmission entre l'homme et le vecteur.

➤ L'existence d'une population d'anophèles vecteurs : très souvent, la présence des *anophèles* ne signifie pas la transmission malgré la présence de porteur de gamétocytes. Pour qu'il y ait une transmission, il faudra une compatibilité entre le parasite et le vecteur. Le parasite a besoin de conditions physiologiques qui permettent son développement (sa morphogenèse) en défiant la réponse immunitaire de son hôte. C'est ainsi que les moustiques du genre *Culex* et *Aedes* comprennent plusieurs espèces qui se gorgent sur les hommes et transmettent des maladies, comme la fièvre jaune et la filariose, mais aucune de ces espèces ne transmet le paludisme. Ainsi, il y a une spécificité d'interaction entre le parasite et le vecteur qui est la base du maintien de la transmission d'un agent infectieux. En général, la chaîne épidémiologique du paludisme requiert cette compatibilité. Il y a plusieurs mécanismes qui expliquent cette incompatibilité : présence d'une toxine qui peut activement inhiber ou arrêter le développement du parasite [24] et le phénomène d'encapsulation [25].

➤ La présence d'hommes réceptifs au *Plasmodium* : des études ont bien montré la présence des récepteurs antigéniques par lesquels le parasite pénètre les globules rouges. C'est ainsi que les antigènes Duffy sont nécessaires pour l'infection des hématies par le *P. vivax* [26]. C'est pour cette raison que les infections par *P. vivax* sont rares dans la population mélanoderme qui est Duffy négatif en Afrique.

➤ Des conditions écologiques favorables [27].

b. Facteurs favorisant la transmission

Les facteurs environnementaux tels que la température, la pluviométrie et l'humidité relative sont des éléments déterminants dans l'épidémiologie du paludisme.

▪ **La température** : La relation entre le niveau de développement chez les arthropodes et la température a été décrite par des auteurs. Selon Lactin et al.(1995) le taux de croissance du vecteur augmente à partir de zéro à un seuil, atteint un maximum et décroît rapidement à zéro à une forte température (température létale) [28]. Il semble que les températures extrêmes ont peu d'effet sur la survie des œufs, et peu est connu sur la mortalité des larves et des puces. Des études comme celle d'Ohta [29] ont montré que la température des mares et étangs avec une profondeur de 5 à 10 cm est déterminée par

l'interaction entre plusieurs facteurs climatiques comprenant les radiations solaires, la température ambiante et la vitesse du vent. La température ambiante au niveau du micro habitat de l'adulte du vecteur est importante dans la détermination de la durée du cycle d'oviposition. Pour *Anopheles gambiae* *sl* par exemple, c'est généralement 2 jours à 25°C, mais peut s'étendre à 3-5 jours à des températures très basses. La température joue un rôle important dans le développement du vecteur, mais aussi sur la sporogonie du parasite. La durée du cycle s'allonge lorsque la température diminue. Les zones où la température est inférieure à 18 °C, la population anophélienne pourrait être inexistante.

- **La pluviométrie** : Plusieurs vecteurs utilisent différents gîtes au niveau desquels ils déposent leurs œufs (canaux d'irrigation, mangrove, marécages, etc...) aussi longtemps que l'eau est propre et pas trop ombrageuse. Dans les zones semi-arides, ces gîtes ne sont disponibles qu'avec la pluie. L'association de la pluviométrie et des épidémies de paludisme a été reconnue il y a de cela des décennies [30]. Pendant qu'une augmentation des précipitations peut accroître les populations de vecteurs (en augmentant le nombre de gîtes larvaires potentiels pour les populations anophéliennes), un excès de pluies peut au contraire perturber les petits gîtes larvaires avec destruction des œufs et des larves. Ainsi, la distribution de la pluviométrie sur une période de temps bien donnée peut être plus essentielle dans le développement du moustique que la quantité de pluie donnée, puisque les gîtes doivent être stables du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte. En effet, la quantité de surface d'eau disponible qui est le facteur le plus important pour le développement des moustiques dépend de la quantité et la fréquence de la pluie, mais aussi de la topographie et la porosité du sol.

Le paludisme est endémique au Mali avec une intense transmission au cours de la saison pluvieuse dont la durée est variable en fonction des zones climatiques. Au Mali, il y a 7 niveaux de transmission en fonction du nombre de mois consécutif avec au moins 60 mm de pluie. Et ce nombre augmente du Nord au Sud c'est-à-dire du Sahara à la zone soudanienne reconnue il y a de cela des décennies [30]. Pendant qu'une augmentation des précipitations peut accroître les populations de vecteurs (en augmentant le nombre de gîtes larvaires potentiels pour les populations anophéliennes), un excès de pluies peut au contraire perturber les petits gîtes larvaires avec destruction des œufs et des larves. Ainsi, la distribution de la pluviométrie sur une période de temps bien donnée peut être plus essentielle dans le développement du moustique que la quantité de pluie donnée, puisque les

gîtes doivent être stables du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte. En effet, la quantité de surface d'eau disponible qui est le facteur le plus important pour le développement des moustiques dépend de la quantité et la fréquence de la pluie, mais aussi de la topographie et la porosité du sol.

V. Etude clinique

1) Physiopathologie

a. Accès palustre simple.

Pour la fièvre, le facteur déclenchant est la présence du pigment malarique ou hémotoïne dans le sang. Il provient de l'éclatement des hématies parasitées et agirait sur les centres bulbaires thermorégulateurs. La fièvre peut avoir une allure continue (cycle endo-érythrocytaire mal synchronisé) ou avoir une périodicité (cycle endo-érythrocytaire bien synchronisé avec libération régulièrement répétée de pigment malarique dans le sang) [28].

L'hépatomégalie et surtout la splénomégalie sont la conséquence de l'hyperactivité du système monocyte-macrophage chargé de débarrasser l'organisme aussi bien du pigment malarique que des débris érythrocytaires.

b. Paludisme grave ou compliqué

Seule l'espèce *P. falciparum* est responsable du paludisme grave ou compliqué. Il s'observe chez les sujets non immuns (jeunes enfants, expatriés, sujets vivants en zone hypo-endémique). Malgré de nombreuses études récentes en paludologie, le mécanisme du paludisme grave ou compliqué reste encore mal éclairé. Quatre hypothèses ont été avancées:

- une augmentation de la perméabilité de la barrière méningée entraînant une fuite du liquide céphalo-rachidien et un œdème cérébral;
- une coagulation intra-vasculaire disséminée ;
- des phénomènes immunopathologiques avec dépôts d'immuns complexes ;
- des mécanismes toxiques faisant intervenir des cytokines telles que le Tumor Necrosis Factor ou TNF

La cyto-adhérence des souches de *P. falciparum* serait liée à la présence de protubérances particulières (knobs) et au phénomène de Rosette (agglutination des hématies saines autour d'une hématie parasitée) qui peuvent obstruer des capillaires profonds et entraîner une séquestration dans les veines et les capillaires de certains viscères (cerveau, cœur, rein, poumon, placenta). Le métabolisme intense des plasmodies dans les viscères où

siège la séquestration se fait aux dépens des cellules parenchymateuses qui sont ainsi privées d'oxygène (anoxie) et de glucose (hypoglycémie) [31 ; 32 ; 33 ; 34 ; 35 ; 36].

c. Anémie palustre

L'anémie est en relation avec la destruction des globules rouges parasités et avec l'opsonisation d'hématies normales et la présence d'auto-anticorps anti-érythrocytaires, de plus les globules rouges parasités présentent à leurs surfaces, des antigènes du mérozoïte permettant l'action des anticorps et l'hémolyse [12]. Plusieurs autres mécanismes contribuent à l'anémie, la dysérythropoïèse (fonctionnement anormal de la moelle osseuse), association avec des saignements anormaux, avec une hémolyse intra-vasculaire ou une insuffisance rénale.

d. Splénomégalie palustre

La rate, organe essentiel, agit comme moyen de défense par séquestration d'hématies parasitées et sans doute d'hématies saines sensibilisées par des antigènes plasmodiaux. Elle participe également aux déclenchements des mécanismes cellulaires et humoraux.

L'hypertrophie de la rate est la conséquence de l'hyperactivité du système monocytes-macrophages chargé de débarrasser l'organisme aussi bien du pigment malarique que des débris érythrocytaires.

Chez l'enfant entre 4 mois et 10 ans, la fréquence des splénomégalies est considérée comme un bon indice de la morbidité palustre. Dans les zones d'endémie palustre stable, elle disparaît progressivement entre 10 et 15 ans, témoignant de l'acquisition de la prémunition. Quelques adolescents gardent cependant une splénomégalie modérée, dure, sans retentissement, qui persistera indéfiniment [37].

e. Physiopathologie des autres atteintes au cours du paludisme

L'état de choc est dû à un débit cardiaque insuffisant et une mauvaise perfusion tissulaire.

L'hémoglobinurie résulte de la rupture rapide des globules rouges dans la circulation (hémolyse intra-vasculaire massive) tandis que l'ictère est dû à l'hémolyse d'une part et d'autre part à l'insuffisance hépatique.

La thrombopénie est fréquente au cours du paludisme à *P. falciparum*, mais les hémorragies spontanées sont rares chez les enfants et les adultes. Et si elles se produisent, elles sont plus la conséquence d'une coagulation intra-vasculaire disséminée.

L'œdème pulmonaire peut être la conséquence d'un remplissage liquidien excessif par perfusion intraveineuse, avec une perméabilité capillaire accrue, particulièrement si une insuffisance rénale y est associée. Le syndrome de détresse respiratoire chez l'adulte paraît être dû à un effet direct des parasites séquestrés dans les poumons, peut être par l'intermédiaire de la libération des cytokines ; chez l'enfant en zones d'endémie, la cause principale serait l'acidose métabolique.

L'acidose est probablement due à une pénurie relative en oxygène dans les tissus suite à la séquestration. Cette pénurie en oxygène est plus grave encore quand il y a hypo volémie et/ou une anémie sévère, vu que ces deux pathologies peuvent altérer l'approvisionnement en oxygène des tissus. Le manque d'oxygène force les tissus à obtenir leur énergie par d'autres voies biochimiques qui ne dépendent pas de l'oxygène; un des résultats est la libération d'acide lactique, entraînant une acidose métabolique qui peut être exacerbé par la prise de salicylés, administrés souvent pour faire baisser la fièvre.

Au niveau rénal, on trouve parfois des érythrocytes cyto-adhérents dans les capillaires glomérulaires, mais il n'est pas aussi important que dans des organes tels que le cerveau. Les problèmes rénaux qui persistent sont dus à une diminution de la perfusion corticale dans la phase aiguë de la maladie pour ce qui est de la nécrose aiguë des tubules [38], en ce qui concerne la néphrite aiguë, il s'agit d'un dépôt d'Ig M, et pour le syndrome néphrotique (paludisme à *plasmodium malariae*) il est en rapport avec le dépôt de complexes immuns et de complément sur la paroi glomérulaire [39].

2) Formes cliniques

a. Primo-invasion

Il frappe les sujets neufs et les enfants de moins de 5 ans. Il associe habituellement :

- une fièvre à 39-40°C, continue, parfois irrégulière;
- un malaise général : courbatures, céphalées, douleurs abdominales, nausées, vomissements et diarrhée (classique « embarras gastrique fébrile ») et des myalgies.

L'examen physique trouve une discrète hépatomégalie douloureuse sans splénomégalie.

b. Accès palustre simple

Classiquement, trois phases succèdent dans les accès simples à savoir :

➤ La sensation de froid avec frisson intense, céphalée et vomissement. Le malade est agité et e violents frissons lui donnent envie de se couvrir ; sa température s'élève (39 °C), sa rate s'hypertrophie, sa tension artérielle baisse. Cette phase dure une à deux heures.

➤ La chaleur, la peau du malade est sèche et brulante ce qui le conduit à rejeter ses couvertures, sa température atteinte 40 à 41 °C, sa rate diminue de volume, le pouls est très rapide ou lent. Après avoir été pâle, le malade est congestif, vultueux. La sensation de malaise est intense. Cette dure 3 à 4 heures

➤ Les sueurs profuses accompagnent la défervescence, laissant le patient asthénique et courbaturé. Sa température s'effondre avec une hypothermie (36,5 °C), sa tension artérielle remonte, cette phase dure deux à quatre heures.

Cet accès se répète, selon le cycle schizogonique de l'espèce plasmodiale [22; 40; 41].

c. Paludisme grave et compliqué [7, 37, 38]

Le paludisme grave regroupe un large éventail de manifestations traduisant les différentes atteintes viscérales et les complications qui peuvent s'observer au cours des formes sévères du paludisme à *P. falciparum*. Selon l'OMS un paludisme grave est l'association entre la présence dans le sang du *P. falciparum* et l'un des critères suivants :

- neuropoludisme (score de Glasgow < 9)
- trouble de la conscience (score de Glasgow < 15 et > 9)
- convulsion répétée (>1 par 24 heures)
- prostration
- syndrome de détresse respiratoire
- ictère (clinique)
- acidose métabolique (bicarbonate plasmatique <15 mmol/l)
- anémie grave (hémoglobine <5 g/dl ou hématocrite <15 %)
- hyper parasitémie (>4 % chez les sujets non immuns, ou >20 % chez le sujet immun)
- hypoglycémie (< 2,2 mmol/l)
- hémoglobinurie macroscopique
- insuffisance rénale chez l'adulte (diurèse < 400 ml/kg/24 heures ; ou créatinémie > 265 µmol/l) et chez l'enfant (diurèse < 12ml/kg/24 heures ; ou créatinémie élevée).

- collapsus circulatoire (tension artérielle systolique < 50mm de hg avant 5ans, tension artérielle systolique < 80 mm de hg)
- hémorragie anormale
- œdème pulmonaire (radiologique)

L'évolution du paludisme grave dépend de la rapidité du traitement spécifique et de la qualité de la prise en charge des différentes complications. En l'absence de traitement, le paludisme est létal. Avec le traitement, la létalité varie entre 10 et 30 % selon les séries. Lorsque l'évolution est favorable, la guérison est totale, sans séquelles chez l'adulte alors que des séquelles peuvent persister chez l'enfant [40].

d. La fièvre bilieuse et hémoglobinurique

La fièvre bilieuse hémoglobinurique est rare et s'observe chez les sujets vivants en zone d'endémie se soumettant à une prophylaxie irrégulière par la quinine. L'ingestion de quinine déclenche une hémolyse massive avec état de choc, fièvre et anurie d'origine immuno-allergique en rapport avec l'intermittence de la prise. D'exceptionnels cas analogues ont été rapportés lors de traitements curatifs par halofantine. Il s'agit d'une tubulo-néphrite aiguë fébrile par hémolyse intra-vasculaire. Le frottis est négatif, le taux d'anticorps anti palustre est souvent élevé, et le traitement vise à favoriser la reprise de la diurèse par les méthodes d'épuration extra-rénale, la quinine est formellement proscrite.

e. Le paludisme viscéral évolutif

C'est une fébricule qui s'accompagne d'une altération de l'état général dont l'amaigrissement est le principal symptôme. Sa caractéristique essentielle est la présence d'une volumineuse splénomégalie sensible, constante chez l'enfant. L'examen clinique retrouve des signes en faveur d'une anémie : pâleur, dyspnée, tachycardie, œdème des membres inférieurs. En zone d'endémie, les enfants de 2 à 5 ans sont les plus touchés. La goutte épaisse révèle parfois de rares *P. falciparum*. L'évolution sous traitement se fait vers la guérison. En l'absence de traitement, les poussées se succèdent, mais une régression est possible lors de l'acquisition d'immunité efficace. En l'absence de traitement, l'évolution se fait vers un état cachectique fébrile avec splénomégalie. La guérison est possible sous traitement.

VI. Diagnostic biologique

1) Diagnostic parasitologique

a. Le frottis mince et la goutte épaisse

La technique de conception d'un frottis mince demande de prélever une petite goutte de sang stérile avec un vaccinostyle, que l'on dépose sur une lame de verre porte-objet (25X75mm) préalablement dégraissée. A l'aide du petit coté d'une lame posée à 45 °, le frottis est constitué dans un mouvement alternatif de la deuxième lame, d'abord de gauche à droite assurant le contact avec la goutte de sang, ce qui lui permet de se répandre à la jonction des deux lames et dans un second temps sans cesser le contact, la lame est rapidement glissée de droite à gauche pour former un film translucide mono globulaire qui sera immédiatement séché par agitation manuelle puis fixé au méthanol et coloré par le Giemsa 3 % ou fixé et coloré dans un même temps par le May-Grunwald-Giemsa.

Pour ce qui est de la goutte épaisse, on prélève une goutte de sang que l'on dépose sur une lame porte-objet. La goutte est légèrement étalée et défibrinée par rotation concentrique d'un coin de lame de verre, jusqu'à obtention d'un disque sanguin dont l'hémolysât rose sera aspiré par un coin de papier buvard sans toucher la lame, elle est séchée, fixée et colorée comme le frottis sanguin.

Ces techniques permettent de déterminer les espèces et les stades plasmodium (frottis mince) d'une part et de déterminer la charge parasitaire (goutte épaisse) d'autre part. La goutte épaisse permet donc de calculer les indices épidémiologiques (indice plasmodique, indice gamétocytaire).

Mais elles doivent être faites par un spécialiste bien expérimenté, demandent une source de lumière, un temps d'exécution et d'attente souvent long (1 heure pour la goutte épaisse et 15 à 20 minutes pour le frottis mince), ne peuvent mettre en évidence la parasitémie systémique.

Le frottis mince ne permet de déterminer de faible parasitémie (moins de 200 parasites/µl de sang), tandis que la goutte épaisse n'est pas performante dans le diagnostic d'espèces [4].

b. Quantitative Buffy-Coat

C'est une méthode par immunofluorescence directe, où le sang est prélevé sur une ponction digitale, et est récupéré dans un tube contenant l'anticorps et l'acridine orange. Tenu horizontalement, le tube est soumis à plusieurs agitations afin de mélanger le sang à

son contenu. Par la suite, l'extrémité opposée du revêtement orangé est fermée par une fermeture en plastique, tandis qu'un flotteur est inséré à l'autre. Enfin, l'échantillon est marqué à l'aide d'une étiquette autocollante qui est placée sur le tube. Le tube est centrifugé pendant 5 minutes, à la fin de cette opération il est placé dans la rainure du «paraviewer» de manière que l'extrémité bouchée dépasse la zone abaissée, dès lors la lecture au microscope à fluorescence peut commencer.

Cet examen est reconnu pour sa très grande sensibilité (supérieure à celle de la goutte épaisse), sa réalisation simple et rapide, son intérêt se trouve aussi dans le diagnostic des formes pauci-parasitaires et dans la surveillance de l'infection.

Toutefois, le fait qu'il nécessite un microscope à fluorescence, qu'il manque de spécificité, ne sont pas à son avantage [4].

c. Diagnostic immunologique , ELISA et IFI

Le principe d'IFI consiste à mettre en contact, un antigène figuré de parasite de goutte et/ou sur frottis sanguin, et un sérum animal ou humain. Si ce sérum contient des anticorps spécifiques contre cet antigène, le complexe immun persistera après le lavage, et sera fluorescent en lumière ultra-violette grâce au fluo chrome associé aux anticorps.

Quant au principe d'ELISA, il consiste à fixer sur un support solide des éléments contenus dans le liquide biologique. Ensuite, les antigènes solubles sont détectés à l'aide d'un complexe immun marqué par l'antigène, et seront révélés par addition d'un substrat spécifique de l'enzyme.

Ces techniques apportent des informations précieuses qui permettent de confirmer le paludisme, lorsque la parasitémie a été réduite par exemple par un traitement anti palustre. Elles permettent également de suivre la guérison par la décroissance du taux des anticorps, et ont aussi un intérêt en zone d'endémie.

Le diagnostic immunologique ne peut remplacer le diagnostic parasitologique direct, du fait que les anticorps apparaissent avec un retard de plusieurs jours sur la parasitémie et disparaissent plus tard. Il ne peut être utilisé pour un diagnostic de routine, mais beaucoup plus pour la recherche [4].

d. Les tests rapides de diagnostic

Le Parasight F®, dont le principe consiste à mettre en évidence dans le sang total l'antigène protéique de type II riche en histidine (HRP II) relativement spécifique de *P.*

falciparum. L'utilisation de bandelettes sur lesquelles ont été fixés des anticorps anti-HRP donne une idée exacte de la présence ou non de l'antigène parasitaire dans l'échantillon. Il a l'avantage d'être manuel, rapide pour le diagnostic du paludisme, mais il n'apporte pas de donnée quantitative et il reste positif de nombreux jours après la disparition des parasites.

L'OptiMal-IT®, son principe se base sur la détection d'une enzyme métabolique intracellulaire abondante produite par les plasmodies dans le sang, la lactate déshydrogénase (LDH) qui est produite par les formes asexuées et sexuées du parasite. Elle est rapidement détectée par une série d'anticorps monoclonaux dirigés contre les iso formes est l'enzyme permettant de faire une différenciation entre les espèces plasmodiales. Il n'y a aucune réaction croisée avec la LDH humaine. Ce test est plus performant que le précédent et plus adapté au diagnostic d'infection aiguë, car l'enzyme est détecté quand le parasite a un métabolisme actif.

e. La Polymérase Chain Réaction (PCR)

C'est une technique de biologie moléculaire, basée sur la sélection puis l'amplification d'un gène spécifique du parasite à partir d'amorces spécifiques de ce gène. Elle a l'avantage de pouvoir détecter une souche spécifique du parasite par des amorces spécifiques de gène ou après digestion du produit de PCR avec des enzymes de restriction spécifiques. Elle permet la détection des parasitemies très faibles.

Elle est utilisée pour le diagnostic du paludisme et en enquête de masse. Mais n'est réalisable que dans des laboratoires spécialisés et son coût est très élevé.

VII. Le traitement

1) Curatif

Il a pour but de soulager les malades par une amélioration des signes cliniques et l'obtention de la clairance parasitaire.

a. Les moyens [39 ; 42 ; 43 ; 44 ; 45 ; 47]

Le traitement se fait essentiellement à l'aide d'antipaludiques qui selon leur mode d'action se classent soit en schizonticides, soit en gamétocides.

a.1. Les schizontocides

Ce sont des médicaments agissant sur les formes érythrocytaires asexuées et prévenant l'accès palustre sans toutefois empêcher sa réapparition après l'arrêt du traitement. Ils sont naturels (quinine, artémisinine et ses dérivés) ou de synthèses (chloroquine, halofantrine, le proguanil.). De nos jours, les associations schizontocides telles que les ACT (Artemisinin Combined Treatment) sont préconisées par l'OMS pour éviter la survenue rapide de résistance comme celle qui touche la chloroquine.

a.2. Les gamétocides

Il s'agit d'antipaludiques actifs sur les gamètes et ils permettent de lutter contre la transmission du parasite. Ils sont tous des dérivés des Amino-8-quinoléine.

Ils agissent en inhibant la synthèse de l'ADN des gamétocytes présents dans le sang humain et qui ne peuvent donc ensuite plus se transformer en gamètes chez l'anophèle. L'arrêt du cycle sporogonique bloque ainsi la transmission palustre au sein d'une population. On leur connaît également une modeste action schizonticide hépatique. Ainsi, l'association avec un schizonticide permet donc d'assurer une cure radicale de ces affections avec une suppression du risque de rechutes.

Malheureusement, les Amino-8-quinoléine se sont révélés mal tolérés et toxiques. Neutropénies, agranulocytoses, troubles gastro-intestinaux étant fréquents quelques soient les doses administrées et le rythme des prises.

b. Indications

L'accès palustre simple se traite par voie orale et les combinaisons thérapeutiques appelées ACT en sont le traitement de choix. Prônées par l'OMS se sont des associations telles que : Artésunate+Amorciaquine, Artémether+Lumefantrine ou Artésunate+Méfloquine.

Le traitement préventif intermittent chez la femme enceinte se fait au quatrième et au huitième mois avec l'association Sulfadoxine+Pyriméthamine [46].

L'accès grave et compliqué quant à lui se traite à la quinine injectable. Les nouvelles présentations de l'Artémisinine sont la nouvelle alternative à la quinine, leur efficacité leur maniabilité et leur tolérance étant supérieures à celle-ci [47].

L'accès palustre à *P.vivax*, *ovale*, *malariae* a pour thérapeutique de choix la chloroquine. L'action hypnozoïticide de la primaquine en fait le traitement des rechutes.

Toute fois les accès graves à *P. vivax* et à *P. knowlesi* sont traités comme les accès graves à *P. falciparum*.

VIII. Prophylaxie

La prophylaxie collective et individuelle constitue la première ligne de défense contre l'infection.

1) Prophylaxie individuelle

Elle consiste à se protéger des piqûres de moustiques par l'utilisation de moustiquaires imprégnés d'insecticide, de produits répulsifs sur les parties découvertes du corps, d'insecticides (spray, serpentins...).

Pour les touristes, il est indispensable d'y ajouter une chimioprophylaxie à la chloroquine, l'association chloroquine-proguanil, doxycycline ou méfloquine.

La durée d'administration étant fonction du niveau de la zone d'endémie.

Pour les populations vivant en zone de forte endémie palustre, l'OMS préconise de laisser intact la prémunition ou d'en permettre l'acquisition chez les plus jeunes et préconiser la chimio prophylaxie uniquement chez la femme enceinte [39 ; 48].

2) Prophylaxie collective

Associe en plus des mesures citées ci-dessus, une notion de détection précoce des épidémies, un renforcement des capacités locales de recherche, le drainage des marécages ou leur assèchement, le faucardage de la végétation aquatique, la régularisation des berges, la suppression des mares temporaires et des vieux récipients par la population, le drainage et le nettoyage des fosses et des caniveaux, l'utilisation de poissons larvivores pour les gîtes - aquatiques permanents.

3) La vaccination

Elle consiste à induire l'immunité de l'hôte contre le parasite de façon à contrôler la densité parasitaire ou à protéger les sujets vaccinés. Dans le cadre du paludisme 3 types de vaccins sont en cours d'étude :

➤ Les vaccins anti-stade exo-érythrocytaire, ils visent à empêcher de pénétrer ou de se développer dans les cellules hépatiques.

- Les vaccins anti-stade sanguin asexué (anti-mérozoïte): ils empêchent les mérozoïtes de pénétrer ou de se développer dans les hématies.
- Les vaccins bloquant la transmission : ils induisent des anticorps empêchant la maturation des stades sexués du parasite chez l'anophèle [2].

IX. Cadre d'étude

A. Monographie du site de Bamako

1. Situation géographique [49]

Située sur les rives du fleuve Niger, appelé Djoliba (« le fleuve du sang »), la ville de Bamako est construite dans une cuvette entourée de collines. Elle s'étend d'ouest en est sur 22 km et du nord au sud sur 12 km, pour une superficie de 267 km². Le district de Bamako compte une forêt classée, celle de Koulouba qui s'étend sur une superficie de 2010 ha.



Figure 3 : un aperçu de la ville de Bamako [49]

2. Historique [49]

Le site de Bamako a été occupé dès la préhistoire comme l'ont confirmé les fouilles archéologiques de Magnambougou. Bamako, originellement bàmakô (« marigot du caïman » en langue bambara), a été fondée à la fin du XVI siècle par les Niaré, anciennement appelé Niakate, qui étaient des Sarakolés. Niaréla, le quartier des Niaré, est un des plus anciens quartiers de Bamako. À la fin du XIX siècle, Bamako est un gros village fortifié de 600 habitants, lorsque le 1 février 1883, les Français, avec Borgnis-Desbordes, y pénètrent. En 1895, elle devient chef-lieu de cercle avant de devenir capitale du haut Sénégal-Niger le 17 octobre 1899 puis du Soudan français en 1920. Entre 1903 et 1907 est construit le palais de Koulouba, palais du gouverneur puis siège de la présidence de la république à partir de l'indépendance en 1960. En 1904, la ligne de chemin de fer Dakar-Niger est inaugurée. En 1905 débute la construction de l'Hôpital du point G. Le 20 décembre 1918, Bamako devient une commune mixte dirigée par un administrateur-maire.

Terrasson de Fougères, gouverneur intérimaire (en 1920 et 1921), puis gouverneur du Soudan français (actuel Mali) du 26 février 1924 à 1931 résidera au Palais de Koulouba à Bamako.

Il fut à l'origine d'un grand nombre d'aménagements urbains de la ville. En 1927 est construite la cathédrale. La Maison des artisans est créée en 1931. En 1947, un premier pont sur le Niger est érigé. La grande mosquée de Bamako est construite en 1948.

Le 18 novembre 1955, Bamako devient une commune de plein exercice, son maire, Modibo Keita, est élu pour la première fois un an plus tard, le 16 novembre 1956.

Le 22 septembre 1960, l'indépendance du Mali est proclamée et Bamako devient la capitale de la nouvelle république.

3. Population

Bamako située à 1 000 km de Dakar et d'Abidjan et à 120 kilomètres de la frontière guinéenne est devenue le carrefour de l'Afrique de l'Ouest et accueille une population variée, composée des différentes ethnies présentes au Mali, mais aussi issues des pays limitrophes.

Son accroissement démographique est impressionnant : 2 500 habitants en 1884, 8 000 habitants en 1908, 37 000 habitants en 1945, près de 100 000 en 1960 lors de l'indépendance du Mali. L'agglomération compte aujourd'hui plus d'un million six cent mille habitants et continue d'attirer une population rurale en quête de travail (certains experts parlent de trois millions d'habitants en 2007 à Bamako). Cet accroissement incontrôlé entraîne des difficultés importantes en termes de circulation, d'hygiène (accès à l'eau potable, assainissement), pollution...

4. Climat

Bamako occupe la frange la plus méridionale du Sahel africain correspondant à la zone soudanienne. Elle bénéficie de ce fait d'un climat tropical assez humide avec un total des précipitations annuelles de 878 millimètres, mais avec une saison sèche et une saison des pluies bien marquées. Le mois de décembre ne reçoit en effet pas la moindre goutte de pluie (précipitations égales à 0 mm) tandis que le mois d'août le plus pluvieux est bien arrosé (précipitations égales à 234 mm). Les pluies régulières estivales permettent le développement d'une savane arborée ainsi que la culture de plantes telles que le sorgho, le maïs et le coton.

5. Administration [49]

Le district de Bamako est divisé en six communes par l'ordonnance du 18 août 1978 modifiée par la loi de février 1982.

La commune I compte 256 216 habitants. Limitée au nord par la commune rurale de Djalakorodji (cercle de Kati), à l'ouest par la commune II, au nord-est par la commune rurale de Sangarébourgou (cercle de Kati), à l'est par la commune rurale de Gabakourou III et au sud par le fleuve Niger, elle couvre une superficie de 3 426 km². Neuf quartiers composent cette commune : *Banconi, Boulkassombougou, Djelibougou, Doumanzana, Fadjiguila, Sotuba, Korofina Nord, Korofina Sud et Sikoroni*.

La commune II, limitée à l'est par le marigot de Korofina, à l'ouest par le pied de la colline du Point G, au nord par la limite nord du district et au sud par le lit du fleuve Niger, couvre une superficie de 1 681 Km² et compte une population de 160 680 habitants. La commune compte onze quartiers : *Niaréla* (le plus ancien où réside la famille des fondateurs de Bamako), *Bagadadji, Médina-Coura, Bozola, Missira, Hippodrome, Quinzambougou, Bakaribougou, Zone industrielle et Bougouba*. La commune abrite 80 % des industries du Mali.

La commune III est limitée au nord par le cercle de Kati, à l'est par le boulevard du Peuple qui la sépare de la commune II, au sud par la portion du fleuve Niger, comprise entre le pont des Martyrs et le Motel de Bamako, et à l'ouest, par la rivière Farako à partir du Lido, l'Avenue Cheick Zayed El Mahyan Ben Sultan et route ACI 2000, couvrant une superficie de 23 Km². Sa population est de 119 287 habitants. La commune III est le centre administratif et commercial de Bamako. Elle accueille notamment les deux plus grands marchés de la capitale, le grand marché Dabanani et Didida. Vingt quartiers composent cette commune et les villages de Koulouninko et Sirakorodounfing ont été rattachés à la commune III.

La commune IV, limitée à l'est par la commune III, au nord et à l'ouest par le cercle de Kati et au sud par la rive gauche du fleuve Niger, couvre une superficie de 36 768 hectares, avec une population de plus de 200 000 habitants en 2001. Elle est composée de huit quartiers : *Taliko, Lassa, Sibiribougou, Djikoroni-Para, Sébénikoro, Hamdallaye, Lafiabougou et Kalabambougou*.

La commune V couvre une superficie de 41 Km². Elle est limitée au nord par le fleuve Niger, au sud par la zone aéroportuaire et la commune de Kalaban-Coro, à l'est par la commune VI et le Niger. Elle est composée de huit quartiers : *Badalabougou, Sema I, Quartier Mali, Torokorobougou, Baco-Djicoroni, Sabalibougou, Daoudabougou et Kalaban-Coura* et compte 249 727 habitants.

La commune VI avec une superficie de 8 882 hectares est la plus vaste du district de Bamako. Sa population est d'environ 600 000 habitants. Elle est constituée de dix quartiers : *Banankabougou, Djanékéla, Faladié, Magnambougou, Missabougou, Niamakoro, Sénou, Sogoniko, Sokorodji et Yirimadio*.

Chaque commune est gérée par conseil communal et un maire élu en son sein. Bamako est également érigé en district avec un maire élu par l'ensemble des conseillers.

La capitale malienne est dotée de 15 commissariats qui contrôlent chacun un arrondissement de police.

6. Activités économiques [49]

Une ligne de chemin de fer relie Bamako à Dakar en passant par Kati, Négala, Kita et Kayes. Le réseau routier permet de se rendre vers Koulikoro, Kati, Kolokani, Ségou, Sikasso. L'aéroport international de Bamako-Sénou est situé à 15 km du centre-ville et dessert les principales capitales des pays de la sous-région, mais également du reste de l'Afrique et Paris. La navigation sur le fleuve Niger est possible à partir de Koulikoro vers Mopti et Gao. Une bonne partie du transport se fait soit par le fleuve Niger, notamment par la Compagnie malienne de navigation, soit par les routes asphaltées qui relient Bamako aux principales grandes villes des régions. Le taxi-brousse est l'un des principaux éléments du transport routier malien. La ville de Bamako est située de part et d'autre du fleuve Niger. Deux ponts relient les deux rives : le pont des Martyrs (ancien pont de Badalabougou achevé en 1960 et rebaptisé en mémoire des manifestants tués en mars 1991 par le régime de moussa Traoré) et le pont du roi Fahd d'Arabie saoudite, du nom du bailleur de fonds. Une chaussée submersible est praticable en dehors de la saison des pluies. Un troisième pont est actuellement en projet, financé par la République populaire de Chine. Localisé à hauteur de Sotuba, il a comme objectif de désengorger la circulation dans la ville.

L'agriculture est limitée essentiellement au maraîchage, la pêche (malgré la présence de pêcheurs bozos) et l'élevage sont peu développés. Le district de Bamako concentre 70 % des entreprises industrielles. Le secteur tertiaire est le plus développé, notamment l'artisanat (avec notamment la Maison des artisans) et le commerce. Mais Bamako est aussi le siège des grandes entreprises et des administrations du pays. L'électricité, dont la distribution est assurée par Énergie du Mali, provient du barrage hydroélectrique de Sélingué. La distribution d'eau potable à Bamako et à Kati est assurée par une station de pompage sur le fleuve Niger. Cependant, la capacité de 135 000 m³ d'eau potable par jour est insuffisante pour assurer les besoins estimés à 152 000 m³ durant la saison chaude entre avril et juin. Durant cette période, les quartiers situés en hauteur connaissent de fréquentes coupures d'eau dans la journée.

7. Infrastructures socio sanitaires [49]

L'hôpital du point G, construit entre 1906 et 1913, couvre une superficie de 25 hectares. Ancien hôpital militaire, devenu hôpital civil peu avant l'indépendance du Mali, il se situe sur une colline surplombant Bamako, nommée par le colonisateur français Point G.

Le deuxième hôpital de Bamako est l'hôpital Gabriel Touré qui porte le nom d'un jeune médecin et humaniste soudanais né en 1910 à Ouagadougou et mort en 1935 après avoir été contaminé par un malade atteint de la peste pulmonaire. Il a été créé le 17 janvier

1959 à la place d'un ancien dispensaire. Le contrat d'exécution de la construction d'un nouvel hôpital à Bamako, dénommé *Hôpital du Mali* et permettant de désengorger les hôpitaux Gabriel Touré et du point G, a été signé le 27 décembre 2008. Construit dans le quartier Yirimadio (rive droite de Bamako), il comprendra un département mère-enfant (pédiatrie et gynécologie obstétrique), un département de médecine interne, d'imagerie médicale et un service d'hospitalisation de 150 lits, ainsi qu'un service d'urgence-réanimation, un service technique de blocs opératoires, une unité d'hospitalisation du jour ou de courte durée. Cet hôpital est financé et équipé par la coopération chinoise.

8. Culture, Sport et religion [50]

a) Monuments et sites

Bamako étant la capitale politique et administrative, les principaux ministères se situent dans le quartier du fleuve. La présidence de la République est installée dans le Palais de Koulouba, situé sur une colline baptisée par les Bamakois « colline du pouvoir ». Ce palais a été construit en 1908 pour abriter la résidence du gouverneur du Soudan français pendant la colonisation. Le Musée national du Mali a été construit en 1979 par les architectes Jean-Loup Pivin et Pascal Martin Saint-Léon, en banco stabilisé en s'inspirant du style soudanais. Il propose plusieurs expositions à partir de nombreux témoignages matériels de la vie culturelle des sociétés maliennes : sur l'artisanat traditionnel et moderne, la vie quotidienne, la statuaire, les objets de culte ou de pouvoir... Il met en valeur les arts contemporains : les arts plastiques ou la photographie, ainsi qu'une collection sur la préhistoire au Mali. À proximité se trouve un jardin botanique présentant les principales espèces caractéristiques ainsi qu'un parc zoologique de 17 hectares.

Le Marché rose est situé au cœur de Bamako. Construit pendant la colonisation, il fut dévasté par un incendie en 1993 puis reconstruit. Il est le poumon économique de la ville, avec l'autre grand marché, celui de Médine. La Maison des artisans, construite en 1933, est située à proximité de la grande mosquée. Elle regroupe Monument de l'indépendance les différents types de productions artisanales du pays (bois, or, fer, cuir...).

Le Palais de la Culture Amadou Hampaté Ba qui se trouve au bord du fleuve Niger à Badalabougou est l'espace culturel qui abrite les grandes rencontres artistiques et culturelles nationales et internationales.

b) Espaces culturels et musées [49]

- Centre Culturel français.
- Bibliothèque nationale du Mali abritant la Maison africaine de la photographie.
- Le musée de la Femme.
- Le Musée national du Mali (les coutumes et le textile).
- Le site archéologique et les peintures rupestres.

- Le Conservatoire des Arts et Métiers multimédias Balla Fasseke Kouyaté est un établissement d'enseignement supérieur dans les domaines artistiques : danse, musique, art plastique et multimédia.
- Palais de la Culture Amadou Hampaté Ba.

c) Sport [49]

Plusieurs stades sont construits à Bamako : stade Mamadou Konaté, stade omnisports Modibo Keïta, stade Ouenzzin Coulibaly, stade du 26 mars. La plupart de ces stades ont été agrandis et modernisés pour la Coupe d'Afrique des nations de football 2002 qui a eu lieu au Mali. Le Stade malien, le Djoliba AC et le Centre Salif Keita sont des clubs de football basés à Bamako. Le Panafrican meeting est un meeting d'athlétisme qui se déroule chaque année à Bamako.

d) Religion [49]

La population est laïque, mais à 90 % musulmane. On rencontre à Bamako beaucoup d'écoles coraniques et plus de cent mosquées.

B. Monographie du site de Dioro

1. Situation géographique [51]

L'étude a été conduite dans la commune de Dioro et intéressait 8 villages de la dite commune : Koïla markala, Koïla bamana, Kolomi, Tiby 1, Tiby 2, Tiby wèrè, Diarraka wèrè, Wéna. La commune de Dioro est située à 60 km côté Est du cercle de Ségou et est limitée :

- Au Nord par le fleuve Niger
- Au Sud par les communes de Diouna et Cinzana
- A l'Est par les communes de Diédougou et de Kamiandougou,
- A l'Ouest par les communes de Farakou-Massa

La commune se compose de 30 villages.

LA CARTE DES COMMUNES DE DIORO ET DE FARAKOU MASSA

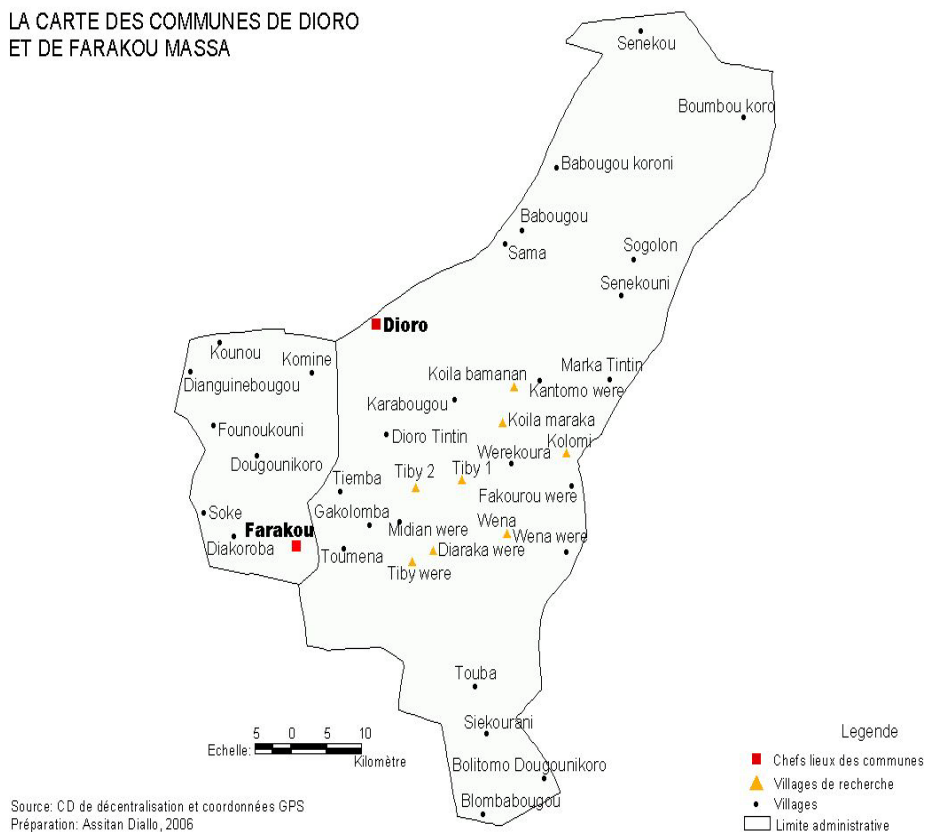


Figure 4 : Localisation géographique des villages d'étude (Dioro)

2. Historique [51]

Le site de la ville de Dioro a été aménagé vers 1700 par trois frères N’Golo, Touba et Zana TRAORE venant du Bendougou (région de Sikasso). Ils s’y installèrent pour motif de chasse et furent rejoints par des familles, FOFANA, SANGARE, KONTA, SIMPARA., BOZOS et SOMONOS.

Le nom « Dioro » ressort de deux versions :

- Selon les Bambaras Dioro, signifie le dépôt des anciens fétiches « Diokoro ».
- Selon les Bozos, c’est l’escale des pirogues « Kouroun Dioyoro ».

Reconstruit trois fois surtout pour cause d’attaques dont la principale fut celle d’El Oumar TALL, le village ne s’installa définitivement que vers la fin du 19^e siècle (1810 environ) avec l’arrivée de la colonisation française.

Dès lors, les COULIBALY (fondateurs) détiennent la chefferie traditionnelle et administrative tandis que les chefs religieux sont issus des familles Bozos.

Dioro appartenait au canton de M’Beba pendant la colonisation.

Au début du 20^e siècle un français du nom de Dala s’installa afin de pratiquer la culture irriguée du coton et d’arachide au Nord – Est de la Ville. Les aménagements faits pour mener cette activité ont contribué entre autres à donner à partir des années 1930, une dynamique aux échanges commerciaux et cela a suscité l’engouement des compagnies commerciales pour le transfert du marché de Komine à Dioro en 1932.

Après l’indépendance du Mali, Dioro fut érigé en 1961 en chef lieu d’arrondissement. Il a connu beaucoup de modifications avec la création de l’arrondissement de Katiéna.

Depuis cette date, il a fallu attendre la loi n° 96-059 du 04 novembre 1996 portant création des communes qui divise l’ex Arrondissement de Dioro (82 Villages) en 4 communes dont celle de *Dioro, Farakou-Massa, Kamiandougou et Dièdougou*.

3. La population [51]

Structures et Organisations sociales

La Famille élargie est encore la première unité sociale au sein de laquelle s’exercent les diverses fonctions de production, de reproduction et de sauvegarde du patrimoine.

Il est frappant de relever que l'ensemble des familles COULIBALY « autochtones » constitue un groupe relativement homogène ayant à sa tête un chef (le chef de famille fondateur) et que les Bozos « autochtones » ont également à leur tête un chef.

Néanmoins, il est reconnu au niveau de l'administration un seul chef jouant le rôle de responsable administratif. Ce chef est actuellement celui des COULIBALY.

Le chef du village est traditionnellement propriétaire des terres. Néanmoins, avec la cession par le terroir de toute la zone rizicole à L'O.R.S, la commune de Dioro a perdu entièrement son droit de gestion coutumière sur cette zone devenue propriété publique de l'Etat.

Au niveau de chaque quartier et village, existe un chef de quartier ou de village qui de ce fait devient conseiller du chef de village.

Au sein de chaque Famille, l'organisation du travail est gérée par le « Patriarche ». Les fonctions de ménage, de production et de reproduction exercée par les Femmes leur confèrent une place centrale dans la stabilité de la famille.

Malgré cette triple fonction, elles ne bénéficient guère que d'un statut de « second plan » par rapport aux Hommes.

Il existe des structures associatives telles que le Ton villageois, la Coopérative des éleveurs, des riziculteurs et des pêcheurs. Nous assistons également à la naissance et ou la consolidation de structures de partis à la faveur du nouveau climat politique du pays.

Les caractéristiques démographiques

La population est estimée en 2007 à 47 836 habitants (Source DRPSIAP Ségou), dont 23 591 Hommes et 24 245 Femmes. Cette population est composée d'ethnies diverses : Bambara, Peuhls, Bozo, Dogon, Malinké, Sonrhäï, etc.

Environ 65 % de la population est active. Les ethnies dominantes sont : Bambara, Bozo, les Peuhls.

La population est fortement concentrée aux abords du Fleuve et dans les centres commerciaux comme Dioro, Senenkou, Koïla, aussi la quasi-totalité de la population est musulmane. On dénombre toutefois une poignée de chrétiens fonctionnaires et autre profession du secondaire et du tertiaire et des animistes.

Devant la faiblesse des rendements, les jeunes migrent vers les villes à la quête du travail bien rémunéré.

4. Le climat [51]

La commune de Dioro est située dans la zone soudano – Sahélienne d'où une saison pluvieuse allant de mai en octobre et une saison chaude de mars en mai. La température de la zone oscille entre 35 ° et 45 °.

Les vents dominants sont au nombre de deux (2).

L'Harmattan, vent chaud et sec, venant du Nord vers le Sud dure de décembre à février. La mousson, vent froid humide d'origine maritime, souffle du sud vers le nord pendant l'hivernage.

La Pluviométrie

La pluviométrie moyenne est de 600 mm à 700 mm dans les années normales. Avec l'avancée du désert, nous assistons de plus en plus à une pluviométrie n'atteignant pas la moyenne. Elle est d'une importance capitale. Elle permet le démarrage des travaux agricoles et le maintien des jeunes plants avant l'arrivée des eaux d'inondation.

5. Administration [51]

La commune de Dioro fait partie de la région de Ségou, République du Mali. Le conseil Communal est composé de 23 Conseillers, dont un Maire principal et trois adjoints. Le personnel communal comprend : un secrétaire général, deux régisseurs, un secrétaire-dactylographe, un planton, et un collecteur.

6. Activités économiques [51]

Le Secteur secondaire

Le secteur secondaire est naissant et dynamique.

Il existe dans la commune de Dioro une variété d'ateliers artisanaux. Les domaines concernés sont : la menuiserie, la forge, la mécanique, la cordonnerie, la transformation des produits : Moulin et Décortiqueuses.

Le commerce est important et constitue l'un des motifs les plus évidents de la polarisation que joue la commune sur les autres communes voisines.

Outre le marché hebdomadaire, le commerce boutique est assez dynamique.

Les spéculations commerciales faites par les femmes autour du riz, des tubercules et produits maraîchers assurent aux ménages des compléments de revenus très appréciables.

Dans la commune, les unités de production évoluent de plus en plus vers une intégration des activités.

Le Secteur tertiaire

Il existe une rizerie non fonctionnelle dont les activités concernaient le décortilage du riz.

Cette unité industrielle qui constituait un autre motif de polarisation de bras valides pendant une bonne période de l'année. Les sous-produits sont utilisés dans l'alimentation des hommes et du bétail. Les déchets (balles de riz) sont utilisés dans les rizières pour la lutte contre le Diga et dans le maraîchage comme fumure et pour le maintien de l'humidité du sol.

Agriculture

L'agriculture constitue la principale activité de la commune. A ce titre, le riz est nettement la première spéculation de l'agglomération, ensuite vient le mil – sorgho, le fonio, le gombo qui sont des cultures secondaires et se pratiquent en hivernage. Les équipements recensés au Village sont : Charrues, Herses. Il existe aussi des engins motorisés suffisamment équipés pour le travail du sol. Le transport et le battage sont effectués par les grands commerçants de la ville.

Le maraîchage, pratiqué par une grande partie de la population a connu un essor ces dernières années grâce à l'encadrement d'un périmètre par AFRICARE.

La pêche

La Pêche constitue également une activité non négligeable même si elle est en nette régression en termes de tonnage de poisson capturé. Ceci est dû aux effets de la sécheresse et à la baisse du niveau du fleuve Niger.

Elevage

L'élevage est assez important et concerne les Bovins, les ovins, les caprins, les arkins, équins et la volaille. Parmi le cheptel bovin, il y a les Bœufs de labour soit plus d'un et demi par exploitant rizicole.

Environnement .

a) Les Ressources en Eau

L'eau de consommation provient des Puits, des forages et du fleuve.

Le fleuve Niger est le seul cours d'eau qui arrose la commune. Il est caractérisé par une période de crue allant de mai en octobre et de décrue de novembre en mai.

Le cours d'eau permet l'irrigation des rizières par le système de canaux principaux et secondaires.

Il existe des points d'eau importants (mares...)

b) Ressources forestières

L'installation des casiers rizicoles a beaucoup perturbé les ressources forestières. Cependant dans les zones inondées, on y rencontre des types d'arbres comme le Karité, le Balanzan et le Baobab.

c) Les Ressources fauniques

Elle est presque inexistante en raison de la présence du casier et la dégradation de l'environnement.

Mais on y rencontre de petits animaux tels que les Lièvres, les Porcs. On note aussi la présence de quelques oiseaux.

7. Infrastructures socio sanitaires [51]

a) Les infrastructures sanitaires

La commune comprend 03 (trois) CSCOM : celui de Dioro, Babougou et de Koïla-Bamana. Ces centres sont insuffisants, voir étroits pour couvrir l'aire sanitaire de la commune. Aussi, il existe dans la commune de Dioro 6 pharmacies qui sont toutes fonctionnelles.

b) Les infrastructures scolaires et éducatives

07 écoles publiques (dont 2 seconds cycles) : Dioro I, II, III, A, B, C /5 écoles communautaires/1 CED et des medersas existent dans la commune. A ceci s'ajoutent des centres d'alphabétisations.

c) Les infrastructures hydrauliques

Elles sont insuffisantes pour satisfaire la population en eau potable.

On peut noter :

Les forages publics	40
Les Forages privés	01
Les Puits publics	15
Les Puits privés	08

d) Les infrastructures d'élevage, d'économie et d'accueil

Pharmacie Vétérinaire	02
Parc de vaccination (Babougou, Dioro, Wena)	04
Marché à Bétail (Babougou et Dioro)	02
Abattoir (Dioro)	01
Marché Hebdomadaire	05
Gare de Transport	01
Station d'essence	03
Centre d'accueil	01
Terrain de sport non aménagé	01
Radio	01

C. Monographie du site de Ménaka

1. Situation géographique

Le Cercle de Ménaka situé au nord-est du Mali couvre une superficie de 79.804 km². La géomorphologie du cercle est caractérisée par l'existence des dunes (mortes et vivantes, stables ou bougeantes), des plaines à matériaux limoneux, des mares et oueds, des plaines de sable et des terrains rocheux.

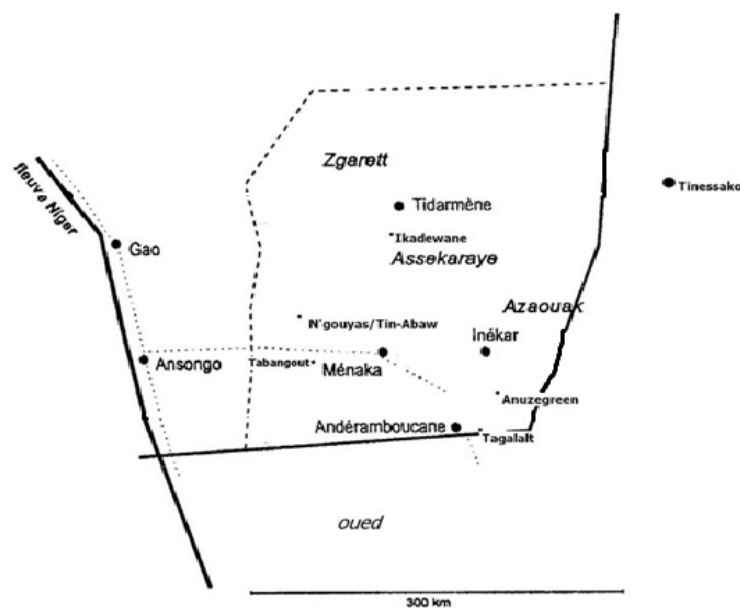


Figure 5: Carte de la préfecture de Ménaka

2. La population

La population du cercle de Ménaka est composée par des cultivateurs sédentarisés et des éleveurs nomades [31]. Cette population commence à se fixer autour des points d'eau et des centres administratifs importants. En 1996, 18 % de la population étaient plus ou moins permanents dans les villes de Ménaka, Andéramboukane et Inékar. Le reste de la population se trouvait dans des campements nomades, dont quelques-uns sont de plus en plus fixes. La population est essentiellement composée des différentes strates Kel Tamacheq (ceux qui parlent le Tamacheq - la langue des Touareg). La majorité de la population est Kel

Tamacheq soit 95 % et le reste est composé de Sonrhaï, de Haoussa et d'Arabes, qui se retrouvent dans les villes de Ménaka et Andéramboukane (fonctionnaires et commerçants). Les populations Kel Tamacheq sont caractérisées par une hiérarchie stricte. En général, on distingue les groupes sociaux suivants [52] :

Les Imajeren. Les nobles de la société touarègue (2 % de la population), ils ont le pouvoir politique et ils décident des actes de guerre. Ils protègent les pâturages en temps de pénurie.

Les Kel Essouk Les leaders spirituels des Touaregs (12 % de la population).

Les Imrad. Ils ne sont ni nobles, ni esclaves. Ils sont dépendants des guerriers nobles. Par ailleurs, ce sont de grands éleveurs.

La situation sociosanitaire de la zone se présente avec un poste de santé par arrondissement ; ces centres de santé, dont le personnel relève en majorité de l'Etat avait fini par désertier les postes suite à l'insécurité, ces centres de santé sont fonctionnels, à l'exception de celui de Tidarmène.

3. Le climat

Le climat est semi-désertique et se divise en trois (3) saisons : la saison des pluies s'étend de juillet à septembre, la saison froide va d'octobre à janvier (avec une température moyenne de 23 °) et la saison chaude commence en février et se termine en juin (température moyenne de 38 °). La pluviométrie annuelle oscille entre 300 mm au sud du cercle et 150 mm au nord. Toute la zone de Ménaka est comprise dans le bassin versant du fleuve Niger dont le tracé est Nord-Ouest et Sud-est. Sur la rive gauche du fleuve, il y a des vestiges d'un réseau hydrographique important avec l'Azaouak dont le cours supérieur coule quelques jours par an, le Zgaret et l'Assakaraye. De nombreuses mares y existent dont certaines sont pérennes. Il n'y a pas de fleuve permanent à Ménaka [52].

La végétation du cercle de Ménaka est de type steppique. Les formations végétales existantes vont de la steppe rase et discontinue des dunes du nord au bush sahélien des regs du sud. Le cercle est aride et sec pendant la saison chaude et gagne des surfaces énormes de pâturages en saison pluvieuse.

4. Présentation des villages

Le chef-lieu de la commune de Ménaka compte 8 619 personnes, dont 4 332 hommes et 4 287 femmes avec 1 549 ménages et 1 164 concessions. La composition ethnique est plus diversifiée que sur les autres sites. On y rencontre presque toutes les

ethnies du Mali. Cela s'explique par le fait qu'il est le centre administratif le plus important du cercle.

Tabangout distant du chef-lieu de commune de 5 km, qui est un quartier de Ménaka central, se caractérise par la dominance de population à peau noire.



Photos 1 : vue des environnants de Ménaka : ici la sortie de Ménaka vers Tidarmène (photo de gauche) et vers Tabangout (photo de droite).

N'gouyas, site occupé depuis 1973 et situé à 35 km de Ménaka. Il est habité essentiellement par les Daoussahaq. Suivant les données du RGPH (1998), le site comptait 303 personnes, dont 162 hommes et 141 femmes avec 51 ménages et 50 concessions. Au moment des enquêtes (mai 2004), le chef du site avait estimé la population à plus de 6 000 personnes.



Photos 2 : Vue lointaine de la vallée verdoyante séparant N’gouyas et Tin-Abaw, il existe une mare permanente entre ces 2 localités

Photos 3 : Vue de l’Ecole de N’gouyas où l’équipe s’était installée pour l’étude

Tin abaw, site créé en 1984 et distant de Ménaka de 25 km. Il est habité par 236 personnes, dont 111 hommes et 125 femmes. Il comportait 44 ménages pour 33 concessions. Tout comme N’gouyas, avec lequel il partage la même mare pérenne, il est essentiellement habité par les Daoussahaq.

Pour ces deux sites, nous retenons une certaine autonomie des ménages. C’est dire que chaque ménage est constitué d’unité simple à savoir un couple et ses dépendants. Ils relèvent de la commune de Ménaka. Aucun des sites ne comporte de centre de santé ou de dispensaire et à fortiori d’infirmiers.



Photos 4 : Vue de la mare permanente séparant N'gouyas et Tin-Abaw, la photo a été prise du côté de Tin-Abaw.

La commune d'Inékar, le chef-lieu de la commune a été créé en 1962. Il a été érigé en arrondissement en 1967. Inékar est situé à l'est et à 100 km de Ménaka. Pour un notable, le village aurait été créé par les Haoussas (agriculteurs) associés aux Bellahs et aux Peulhs (chasseurs). Aujourd'hui, nous y rencontrons des Daoussahaq, des Tamacheq, des Peulhs. Certes, les deux premiers dominent. Les fractions Daoussahaq sont : Kel Abakot, Kel Agayog, Kel Inwelène, Kel Taitoft et Kel Bario. Les fractions touarègues sont : les Gabakar ou Ingourouya, les Idraggagane, les Ikarabassane, les Kel Attaram et les Tafez-fezt. Le site est dirigé par un Bellah (Idgoliten), Agali Ag Hachkou qui vit à 10 km (Inadown).

La population est estimée à 5 768 personnes, dont 3 125 hommes et 2 643 femmes, répartis entre 1 123 ménages pour 1 159 concessions. Ce contraste peut s'expliquer par l'insécurité résiduelle et le non-retour des exilés après la signature des accords de paix consécutive à la rébellion des années 1990-1996 qui sévissait dans les régions nord du Mali.

Les activités principales se résument à l'élevage et à l'agriculture. La zone est un passage obligé des troupeaux d'Anderamboukane en partance pour la cure salée.

Elle regorge de nombreux pâturages et de points d'eau. Les plus importants sont : Inékar-village, *Inalakam*, *Tari diryat*, *Inagaber*, *Agazaragan*, *Imsellis*, *Ebala*, *In Tallak*, *Erikisum* et *Tahabanat*.



Photos 5 : Vue d'un puits à large diamètre à Inékar.



Photos 6 : Vue de la Mairie de la commune rurale d'Inékar.

La commune d'Anderamboukane, elle est située au sud-est du cercle et à 100 km du chef-lieu de la commune de Ménaka. La commune compte 11 038 habitants dont 5 857 hommes et 5 181 femmes et repartit entre 1 864 ménages pour 1 830 concessions. La commune compte plusieurs mares (20) dont deux pérennes (Anderamboukane et Tamalat). La mare d'Anderamboukane s'étend sur près de 30 km. La commune est le deuxième grand centre après Ménaka. Aux premières heures de l'indépendance du pays, il servait de lieu de retraite du Président Modibo Keita.



Photos 7 : Vue de la bordure de la mare pérenne d'Anderamboukane, ces collections d'eau après le retrait des eaux sont des gîtes larvaires potentiels.

Photos 8 : Vue de la mare pérenne

Le site de Tagalalt, il relève de la commune d'Anderamboukane. Il a été créé en 1986 par la Vision mondiale. Sa population est essentiellement Bellah, Zarma et Haoussa.

L'activité principale est l'élevage. Elle est facilitée par la présence d'une mare et d'un puits à grand diamètre. Le site comporte un poste de santé.



Photos 9 : Vue de la mare semi permanente de Tagalalt.



Photos 10 : Vue de la végétation luxuriante le long de la mare de Tagalalt.

Anuzegreen, la localité est située à 75 km de Ménaka et 25 km d'Anderamboukane. La célébrité de la localité est liée au fait qu'elle a été créée par les *Ouelleminden* (*Kel Attaram*), les descendants de Firhoun, la haute noblesse (*Imajeren ag ettebel*) vers les années 1980.

Administrativement, elle relève d'Anderamboukane. Le site est très riche en forêts alluvionnaires (l'*Assakaraye*) et des gîtes de pâturages.



Photos 11 : Vue du sol rocailleux
aux environs d'Anuzegreen



Photos 12 : Vue d'une dune de sable au
environs d'Anuzegreen.

La commune de Tidarmène et le site d'Ikadewane, la commune est distante du chef-lieu de cercle de 100 km au nord. Elle compte 18 fractions avec une population totale de 4 969 habitants, dont 2 631 hommes et 2 338 femmes. Cette population est répartie entre 998 ménages pour 1 041 concessions. Elle est la commune la moins habitée à cause de sa situation géographique et climatique. Au demeurant, elle est la commune la plus fréquentée par les éleveurs parce que possédant de riches prairies de terres salées.



Photos 13 : Vue d'une dune de sable entre Tidarmene et Ikadewane.

Il faut noter que le cadre de notre étude présente des disparités écologiques, quatre (4) sites ont des mares pérennes (Andéramboukane, N’Gouyas, Tin Abaw et Tagalalt) et les autres sites se caractérisent par la présence de puits à grand diamètre, de forêts alluvionnaires d’épineux, de roches salines et de mares intermittentes (Ménaka, Tabangout, Anuzegreen, Inékar et Tidarmène – Ikadewane).

D. Monographie du site de Missira [53]

1. Situation géographique

Le village de Missira est situé à environ 170 km au nord-ouest de Bamako. La zone de Missira est située aux abords immédiats de la réserve de biosphère de la boucle de Baoulé sur la rive droite de la rivière Baoulé qui est la limite naturelle entre les cercles de Kolokani et de Kita. Cette boucle comprend les parties ouest du cercle de Kolokani, est du cercle de Kita, sud du cercle de Diéma et nord-ouest du cercle de Kati. Elle est située à 8,44° longitudes ouest et 13,71° latitudes nord, appartenant à la région naturelle du plateau mandingue, la zone de Missira est contiguë au parc national de la boucle du Baoulé et à la forêt classée du Fina desquelles elle n'est séparée que par le cours du Baoulé.



Figure 6 : Localisation géographique du site d'étude

2. Historique

Le village de Missira a été fondé par Kandia Diawoye FOFANA, il y a environ 145 ans. Originaire du Kaarta d'où les trois groupes Kakolo sont quittés suite à l'invasion peulh des troupes de El hadj Oumar TALL qui voulait les convertir à l'islam dans les années 1840-1845, le plus important des groupes s'est réfugié dans le Bélédougou. C'est ainsi que commença un long périple à la recherche de paix, de terres fertiles et d'eau. Après une escale à Togoï (environ 5 km au Nord-est de Kolokani), c'est à N'Tiokombougou, refuge du grand chasseur Bambara N'Tiokon, où ses autres frères, qui s'y étaient sédentarisés, lui firent appel pour venir auprès d'eux en qualité de chef que s'installa Kandia Diawoye FOFANA.

Devant la prospérité et la puissance de certains ; la mésentente s'installa entre les frères Kakolo. A la tête des siens, il décida d'aller s'installer ailleurs parce qu'il avait peur du conflit d'où le nom du village : "M'bi sira" (j'ai peur). Il obtint le site de Missira auprès de Bourou Niama le solitaire en échange d'une de ses esclaves. Son marabout lui prédit qu'il mourra dans un an, mais que ses héritiers seront les plus puissants de la zone, et ce fut ainsi. Et son premier fils Karidjigué dirigea le village.

Le village a connu 11 chefs du fondateur à l'actuel chef Sokona Maye FOFANA.

3. Population

Le village compte environ 1500 habitants. Les principales ethnies sont les Kakolos, les fondateurs du village et les Bambaras constituant la population sédentaire. Il y a aussi des Peuls et des Maures qui constituent la population nomade. Le village est dirigé par un chef du village assisté par quelques conseillers. L'Islam et l'animisme sont les pratiques religieuses du village.

4. Le climat

Le climat est de type soudanien nord (550 -750mm de précipitations par an) avec une nette tendance sahélienne vers le nord. Les deux principales saisons sont : la saison des pluies en relation avec des vents soufflants du sud-ouest (mousson) et la saison sèche durant laquelle l'harmattan (vent chaud et sec venant du nord-est) est prédominant.

▪ La saison sèche s'étale de novembre à mai et comprend une saison sèche fraîche et une saison sèche chaude :

- la saison sèche fraîche (novembre – février) comporte des températures moyennes mensuelles de 23 à 29 ° C, des humidités relatives de 22 à 51 % et une évaporation moyenne mensuelle variant de 76 à 317 mm.

- la saison sèche chaude, enregistre des températures moyennes mensuelles variant de 29 à 35 °C, des humidités relatives moyennes de 27 à 69 % et une évaporation atmosphérique très intense en moyenne de 304 à 422 mm/mois.

▪ La saison de pluie, couvre la période de juin à octobre et la valeur annuelle des précipitations diminue progressivement du Sud vers le Nord.

La végétation est de type savane arborée avec un tapis herbacé. L'arbre le plus fréquent est le karité (*Vitellaria paradoxa*) « si ».

Le paysage typique de la zone est une surface d'érosion plane ancienne (pédiment) où s'élèvent des reliefs gréseux aux pentes abruptes entourées d'éboulis et protégées dans leur partie supérieure par une couverture de grés résistants et une curasse latéritique.

La faune invertébrée est constituée par de nombreux insectes d'importance médicale, dont les culicidae (les Anopheles, culex et Aedes). Parmi les vertébrés, il y'a plusieurs espèces d'oiseaux : pintades (*Numida meleagris*) « kami », francolins (*Francolins bicalcaratus*) « wolo », perroquet (*Poicephalus senegalus*) « solo », tourterelles (*Streptopelia spp*) « toubani » ; de reptiles : vipères (*Bitis gabonica*) « fonfonni », cobra (*Naja nigricolis*) « gorongo » et de mammifères : phacochères (*Phacochoerus aethiopicus*) « je », lièvres (*Lepus sp*) « sonsan ».

Hydrographie

Le réseau hydrographique de la boucle du Baoulé est formé par le Baoulé et ses affluents. Le Baoulé long de 842 km prend sa source dans les monts Mandingues, à 700 m d'altitude avec la confluence des rivières Simanko et de Kénienbaoulé. Il se jette dans le Bakoye au Nord de Toukoto. Les plus importants des affluents du Baoulé de la source vers l'embouchure sont : le Bafing (rive gauche), le kénie (rive gauche), le dla (rive droite), le keniébako (rive gauche) et le babing-ko (rive gauche).

Le dla (rive droite) qui marque la limite sud de la zone de Missira représente le déversoir du lac wénia. Ce cours d'eau constitue un gîte larvaire pour les simulies (*Similium damnosum*) vectrices de l'onchocercose) et un gîte permanent pour le développement des Anophèles pendant une bonne partie de l'année.

Le village Missira est accessible en toute saison. Il existe une voie bitumée de Bamako à Kolokani (119 km) et 50 km environ de piste latéritique menant à Missira. Les moyens de transport sont les charrettes, les bicyclettes, les motocyclettes et les automobiles.

5. Administration

La zone de Missira fait partir de la commune rurale de Sébécoro I, cercle de Kolokani, région de Koulikoro, république de Mali.

6. Activités économiques

Les activités économiques sont l'agriculture, l'exploitation forestière, la chasse, la pêche, la cueillette, l'apiculture et le petit commerce.

L'agriculture, il est pratiqué essentiellement par la population autochtone sédentaire. Il s'agit d'une agriculture rudimentaire qui utilise des instruments comme la daba et la

charrue. Elle porte sur les cultures vivrières comme le mil, le sorgho, le maïs et le riz dans une moindre mesure. L'arachide et le haricot sont des cultures commerciales.

L'élevage. il est surtout pratiqué par la population nomade il s'agit d'élevage transhumant. Le cheptel comprend les ovins, caprins et bovins. Le bétail passe toute la saison sèche à Missira, mais dès les premières gouttes de pluie annonçant l'hivernage, les éleveurs se déplacent vers le nord (frontière mauritanienne) pour y retourner après la saison des pluies. La population sédentaire fait l'élevage de petits ruminants (moutons et chèvres) et volailles (poulets et pintades).

L'exploitation forestière est une pratique quotidienne pour la population qui utilise les produits comme le bois de chauffe, de construction et pour les buts médicaux. Elle s'effectue autour du village et parfois dans la forêt.

La chasse est pratiquée essentiellement par les chasseurs et quelques villageois pour la viande de consommation. Mais elle est de moins en moins pratiquée en raison de nombreux territoires où la faune est protégée par le service de la conservation de la nature et la faible densité du gibier. Actuellement, elle porte essentiellement sur les pintades et les francolins.

La pêche est pratiquée dans les plans d'eau au tour du village pendant l'hivernage et dans le Baoulé en toute saison. C'est une pêche de subsistance, mais lorsque les captures sont importantes, les poissons sont vendus dans le village ou dans les villages environnants.

La cueillette est une activité de femmes. Les produits de la cueillette sont la noix de karité (*Vitellaria paradoxa*) « si » et les fruits du néré (*Parkia biglobosa*) « nère », du tamarin (*Tamarindus indica*) « ntomi », du baobab (*Adansonia digitata*) « nsira ».

L'apiculture traditionnelle est pratiquée par quelques hommes du village.

Le petit commerce est pratiqué dans le village par les Maures et quelques sédentaires qui tiennent des boutiques. Dans le village, les achats se font au comptant ou par troc, pratique utilisée surtout par les femmes peuhles lors de la vente du lait.

7. Infrastructures sociosanitaires

Le village de Missira est doté d'une école de six classes, d'un camp forestier (pour la réserve de biosphère), d'une mosquée. Il n'y a aucun poste de santé dans le village. Le centre le plus proche est à 8 km (centre de santé communautaire de Sébécoro I) vers lequel sont acheminés les malades. Mais depuis 2004, un centre de santé a été mis en place par le LBMA dans le cadre de l'essai clinique d'un médicament en phase II : aminoquinoline de type 13 (AQ13).

METHODOLOGIE

A. Notre étude

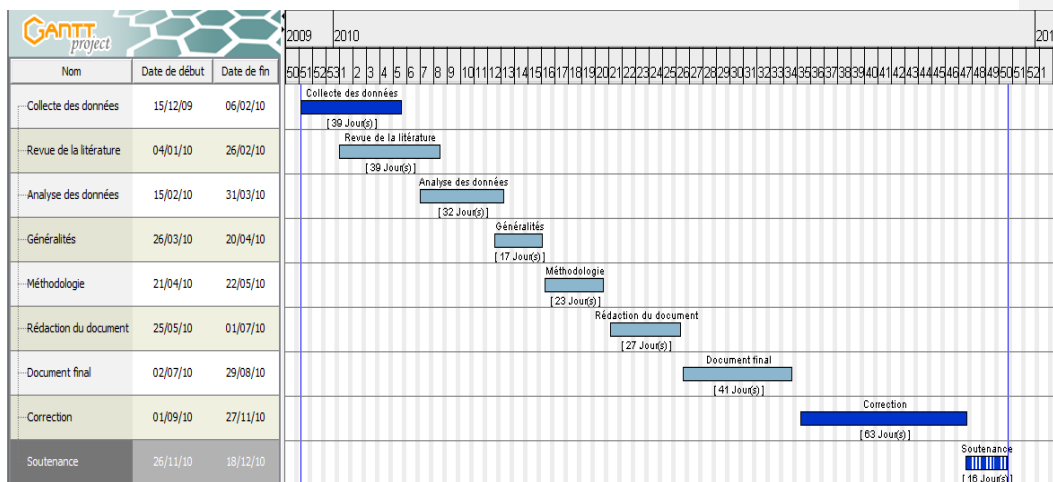
1. Type d'étude

Il s'agissait d'une étude rétrospective portant sur des données recueillies entre 2004 et 2006 sur le paludisme par le LBMA au cours de ses enquêtes de terrain dans le village de Missira, les communes de Dioro et Ménaka ainsi que leur laboratoire à Bamako.

2. Collecte et analyse des données

Les données ont été recueillies dans la base de données informatique du LBMA. Elles ont été saisies sur le logiciel Excel 2007, leur analyse a été faite avec le logiciel SPSS 16.0. Pour l'analyse statistique, nous avons utilisé le test du khi deux pour la comparaison des variables qualitatives, le test de corrélation de Pearson pour les variables quantitatives, le test d'Anova pour la comparaison des moyennes. Un seuil de signification de 0,05 a été fixé.

3. Chronogramme des activités



Commentaire [M2]: Faired'abord la méthodologie de notre propre étude avant de parler de celle utilisée lors de la récolte des données sur le terrain.

4. Aspects éthiques

Le LBMA est un laboratoire de recherche qui a l'habitude de publier le résultat de ses recherches pour les besoins du monde scientifique tout en gardant l'anonymat des patients.

Les données de cette thèse ont été recueillies tout en respectant les règles habituellement suivies par le LBMA en matière de publication scientifique.

B. Bamako

1. Cadre et lieu d'étude

Pour cette étude rétrospective en milieu urbain nous avons choisi le laboratoire de biologie moléculaire appliquée pour les raisons suivantes :

- sa situation en milieu urbain
- la compétence et l'expérience du personnel
- la fiabilité des résultats

Le laboratoire de biologie moléculaire appliquée (LBMA) à la faculté des sciences et techniques est un laboratoire de recherche avec un médecin consultant. Il est situé sur la colline de Badalabougou ou « la colline du savoir » sur la rive droite du fleuve Niger en commune V.

En 2006, la ville de Bamako comptait 1 690 471 habitants. Son rythme de croissance est actuellement le plus élevé d'Afrique (et le sixième au monde). Bamako est le centre administratif du pays, un centre commercial pour toute la région alentour. La capitale Bamako est érigée en district et subdivisée en six communes dirigées par des maires élus. Elle occupe la frange la plus méridionale du Sahel africain correspondant à la zone soudanienne. Elle bénéficie de ce fait d'un climat tropical assez humide avec un total des précipitations annuelles de 878 millimètres, mais avec une saison sèche et une saison des pluies bien marquées. Le mois de décembre ne reçoit en effet pas la moindre goutte de pluie (précipitations égales à 0 mm) tandis que le mois d'août le plus pluvieux est bien arrosé (précipitations égales à 234 mm) [49].

2. Type et période d'étude

Il s'agit d'une étude analytique et rétrospective des données sur le paludisme recueillies pendant trois années (2004-2006) au Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée de l'université de Bamako.

3. Population d'étude

Notre population d'étude est composée par les sujets reçus au Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA) pour un bilan de paludisme durant la période de 2004 à 2006.

a) Echantillonnage

Il s'agit là d'un sondage exhaustif, qui consiste à recruter tous les cas suspects de paludisme qui se sont présentés au LBMA pour un diagnostic biologique durant la période 2004-2006.

b) Critères

➤ ***Critères d'inclusion***

Sujets de tout âge et de tout sexe reçus au Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA) pour un bilan de paludisme durant la période de 2004 à 2008.

➤ ***Critères de non-inclusion***

Tous sujets reçus au LBMA pour bilan de paludisme en dehors de la période de 2004 à 2006.

Les sujets ayant été reçus pour un bilan différent de celui du paludisme et n'ayant pas de goutte épaisse.

Les sujets dont les informations sont incomplètes.

4. Les variables

a) ***Variables sociodémographiques*** : l'âge, le sexe, la résidence, et la profession.

b) ***Variables paludométriques ou biologiques*** : la goutte épaisse, le frottis mince, les espèces parasitaires et la densité parasitaire.

5. Techniques d'étude

▪ ***Goutte épaisse et microscopie*** : une goutte de sang a été déposée sur chacune des 2 lames porte-objets (Fisher, MA) portant le numéro d'identification du sujet. La goutte de sang est alors étalée sur un diamètre de 1 cm avec le bout large d'une seconde lame porte-objet. Afin de permettre, la défibrination et la destruction des globules rouges pouvant contenir les parasites, des mouvements circulaires étaient effectués sur la goutte à l'aide d'un bout aigu de la seconde lame. La lame était ensuite mise dans une boîte pour séchage à l'abri des mouches et de la poussière. Les lames une fois séchées ont été colorées avec du giemsa à 3 % (Sigma, St Louis, Mo) pendant 60 minutes.

La lecture des lames a été faite avec l'objectif de grossissement 100 d'un microscope de type Nikon (Nikon Eclipse E400, Japon) sous immersion. Pour estimer la parasitémie, nous avons utilisé la méthode de Payne (1988) en multipliant le nombre de

parasites comptés sur 300 leucocytes par 25 (se rapportant à la moyenne leucocytaire de 7500 chez l'Africain).

- ***Frottis mince*** : une goutte de sang, pour son étalement a été déposée à l'extrémité de chacune des 2 lames porte-objets (Fisherbrand®, MA) portant le numéro d'identification du sujet. Les étalements ont été fixés avec du méthanol et ensuite colorés au giemsa.

6. Logistique

Tous les examens ont été effectués sur place le Laboratoire de Biologie Moléculaire et Appliquée possédant tous les équipements nécessaires aux analyses.

7. Aspects éthiques

Le LBMA est un laboratoire de recherche qui publie les résultats de ses recherches pour les besoins du monde scientifique tout en gardant l'anonymat des patients. Les données de cette thèse ont été recueillies tout en respectant l'anonymat des sujets.

C. Dioro

1. Cadre et lieu d'étude

L'étude a été conduite dans la commune de Dioro et intéressait 8 villages de ladite commune : Koïla markala, Koïla bamana, Kolomi, Tiby 1, Tiby 2, Tiby wèrè, Diarraka wèrè, Wéna. Parmi les huit villages cinq sont situés en zone d'irrigation à savoir Koïla markala, Koïla bamana, Kolomi, Tiby 1, Tiby 2. Tiby wèrè, Diarraka wèrè et wéna eux se retrouvent en zone exondée.



Source: CD de décentralisation et coordonnées GPS

Figure 7 : Carte d'irrigation de Dioro

2. Type et période d'étude

Il s'agit d'une étude transversale rétrospective qui s'est déroulée en deux temps à cause de la fête de Ramadan. Du 14 au 19 octobre 2006, l'équipe a travaillé dans les villages de Tiby I et Tiby II, du 10 au 19 novembre 2006, dans les six autres villages retenus pour l'étude dans la commune rurale de Dioro.

Calendrier du déroulement des activités dans les villages

Villages	Dates de passage par village	Code village	Nombre de ménages par village	% de ménages par village
Koïla Markala	13-14/11/06	1	91	18 %
Koïla Bamanan	15-17/11/06	2	145	29 %
Kolomi	12/11/06	3	25	5 %
Tiby 1	14 - 18/10/06	4	99	20 %
Tiby 2	19/10/06	5	43	9 %
Tiby Wèrè	10/11/06	6	30	6 %
Diarraka Wèrè	11/11/06	7	15	3 %
Wèna	18-19/11/06	8	52	10 %
TOTAL			500	100 %

3. Population d'étude

La population d'étude allait de 6 mois à 49 ans.

a) Echantillonnage

Les sujets étaient sélectionnés à partir d'une liste de la population choisie au hasard. 500 individus ont été sélectionnés dans 300 concessions réparties dans les huit villages. L'échantillonnage initial de 300 concessions était basé sur des considérations socio-économiques suivant le sondage démographique initial. Chaque sujet était identifié suivant le nom, l'âge et le sexe. L'échantillonnage de la population d'étude est résumé dans le tableau ci-dessus.

b) Critères**➤ Critères d'inclusion**

Toute personne tirée au hasard lors de la sélection de la population d'étude.

➤ Critères de non-inclusion

Toute personne ayant refusé de donner son consentement éclairé.

4. Les variables**a) Variables socio démographiques**, l'âge, le sexe, la résidence

b) Variables paludométriques ou biologiques, la goutte épaisse, les espèces parasitaires et la densité parasitaire, le taux d'hémoglobine, la température et la splénomégalie.

5. Techniques d'étude

- **Goutte épaisse et microscopie** : une goutte de sang a été déposée sur chacune des 2 lames porte-objets (Fisher, MA) portant le numéro d'identification du sujet. La goutte de sang est alors étalée sur un diamètre de 1 cm avec le bout large d'une seconde lame porte-objet. Afin de permettre, la défibrination et la destruction des globules rouges pouvant contenir les parasites, des mouvements circulaires étaient effectués sur la goutte à l'aide d'un bout aigu de la seconde lame. La lame était ensuite mise dans une boîte pour séchage à l'abri des mouches et de la poussière. Les lames une fois séchées ont été colorées avec du giemsa à 3 % (Sigma, St Louis, Mo) pendant 60 minutes.

La lecture des lames a été faite avec l'objectif de grossissement 100 d'un microscope de type Nikon (Nikon Eclipse E400, Japon) sous immersion. Pour estimer la parasitémie, nous avons utilisé la méthode de Payne (1988) en multipliant le nombre de parasites compté sur 300 leucocytes par 25 (se rapportant à la moyenne leucocytaire de 7500 chez l'Africain).

- **Frottis mince** : une goutte de sang, pour son étalement a été déposée à l'extrémité de chacune des 2 lames porte-objets (Fisherbrand®, MA) portant le numéro d'identification du sujet. Les étalements ont été fixés avec du méthanol et ensuite colorés au giemsa.

- **Détermination du taux d'hémoglobine** : nous avons utilisé le spectrophotomètre portable de type HemoCue 201® pour estimer le taux d'hémoglobine chez tous les sujets de l'enquête.

- **Test Core™** : ce test d'immunocapture a été utilisé pour détecter l'antigène plasmodial (*Plasmodium falciparum histidine rich protein*) pour une prise en charge rapide des sujets fébriles par l'équipe médicale.

- **Palpation de la rate** : l'augmentation du volume de la rate peut être un indicateur de l'infection chronique à *Plasmodium* ou de *Schistosoma*. Au cours de l'examen clinique de chaque sujet, la palpation de la rate a été systématique, et la présence d'une splénomégalie a été classée selon la méthode de Hackett (OMS, Conférence de Kampala, 1951).

- **Prise de température** : la fièvre est une manifestation majeure de l'infection à *Plasmodium*. Au cours cette étude, la température axillaire a été prise à l'aide d'un thermomètre de type ThermoScan™ (Suède). Toute température supérieure à 37,5 °C était considérée comme de la fièvre.

- **Observation de la conjonctive.** La multiplication des parasites à l'intérieur des globules entraîne la destruction de l'hémoglobine et conduit à une anémie. La pâleur au niveau des conjonctives reflète cette anémie, décelée au cours de l'examen des conjonctives à la lumière du jour.

- **Consultation médicale des sujets non inclus.** Lors des passages de l'équipe dans les villages, des patients adultes ont été consultés par les médecins de l'équipe (Drs Diallo et Thiero) et les consultations pédiatriques assurées par Drs Momo et Thiero. Et cela se passait lorsque tous les sujets inclus dans l'enquête ont été vus pour la collecte des échantillons de sang.

6. Logistiques

a) Centre d'hébergement

Une équipe de près de quinze personnes a été retenue pour la mise en œuvre des activités de toutes les étapes de la collecte des données sur le paludisme et les micronutriments. Cette équipe a bénéficié du campement de l'Office du Riz de Dioro comme centre d'hébergement.

b) Moyens de déplacement

Pour permettre à l'équipe technique de se déplacer entre Dioro, lieu de résidence, et les sites de l'étude (les huit villages), deux véhicules utilitaires adaptés aux conditions de terrain avaient été mis à leur disposition.

c) Groupe électrogène

Afin de fournir le courant électrique aux différents équipements nécessaires à l'alimentation électrique de la centrifugeuse, un groupe électrogène fourni par le PVM de Ségou a permis aussi l'éclairage convenable des salles de consultation médicale.

d) Guides

Les guides qui ont une meilleure connaissance des ménages de leur village devaient s'investir pour regrouper les sujets retenus pour l'étude, au lieu indiqué des activités de collecte des données. Il était prévu dans le cadre de ce travail quatre guides pour la collecte des paramètres parasitologiques, mais en l'absence de ces vrais guides dans certaines localités, certains chefs de village se sont impliqués dans la mobilisation des sujets d'étude en association avec le superviseur de l'équipe pour le regroupement rapide de la totalité des ménages concernés par l'étude.

7. Aspects éthiques

Les participants ont été identifiés à partir des registres de recensement démographique du PVM dans lesquels figuraient, en plus du nom et l'âge, le sexe du sujet de l'enquête. Chaque sujet (Homme, Femme) dont l'âge est supérieur à 17 ans a approuvé sa participation en apposant son empreinte digitale sur le document du consentement. Pour les enfants, leurs parents ont donné leur assentiment par empreinte digitale. Le document pour le consentement éclairé et volontaire, approuvé par les comités d'éthique de l'INRSP (Bamako, Mali) et de Columbia University (USA), a été traduit en français et ensuite en Bamanan sur cassette audio par un agent de la radio locale de Ségou. Ainsi, des groupes de 10 sujets (Hommes, Femmes et enfants) ont été admis dans une salle pour l'écoute du consentement à partir d'un magnétophone. Après l'écoute de la cassette, des réponses furent données aux questions posées par les participants.

Il est à noter qu'un lot de médicaments a été mis à la disposition de l'équipe pour permettre aux médecins cliniciens de faire la prise en charge des cas de maladies cliniquement décelables chez les sujets de l'étude et les sujets hors protocoles.

D. Ménaka

1. Cadre et lieu d'étude

Notre étude a été effectuée dans l'aire de santé du cercle de Ménaka et elle concernait les villages Tidarmène-Ikadewane, Inékar, Anuzegreen, Andérambougane, Tagalalt, N'gouyas, Tin-abaw et Tabangout.

2. Type et période d'étude

Nous avons mené une étude comparative transversale à 2 passages (premier passage en mai 2004 qui correspond à la saison sèche, 2^e passage en février 2005 saison sèche froide).

3. Population d'étude

a) Echantillonnage

Nous avons choisi les sites d'étude en fonction de leur accessibilité et de leur stabilité, car les oueds ou mares peuvent séparer certains de la ville de Ménaka pendant une certaine période de l'année. Aussi certains sites sont concernés par des cas de nomadisme réels. C'est ainsi que nous avons sélectionné les sites suivants couvrant le cercle de Ménaka : *Tidarmène-Ikadewane, Inékar, Anuzegreen, Andérambougane, Tagalalt, N'gouyas, Tin-abaw et Tabangout*. La taille minimale de notre échantillon était 1 300 individus. Elle a été déterminée par la formule ci-après :

$$n = \frac{\epsilon \alpha^2 p q}{i^2}$$

Où :

$\epsilon \alpha = 1,96$ sensiblement égal à 2 soit 4

p= prévalence du paludisme dans la zone de Ménaka [54]

q= 1-p

i= Précision voulue par le chercheur, dans notre cas (10 %)

La population des 9 communes rurales était estimée à 15 584 individus.

La taille de l'échantillon d'après cette formule était 1 300 sujets nécessaires à l'étude.

Nous avons procédé à une stratification de la population à étudier en grappes :

Le nombre de grappes a été déterminé par le rapport suivant

15 584/1 300=12.

Les unités statistiques par grappe avaient été déterminées en divisant la taille de l'échantillon par le nombre de grappes soit 108.

La répartition des grappes à travers les neuf communes rurales du cercle de Ménaka était la suivante :

- Ménaka 324 sujets (grappes 1, 2 et 3),
- Andéramboukane 216 unités statistiques (grappes 4 et 5)
- Tabangout 108 sujets (grappe 9),
- Tidarmène/Ikadewane 108 sujets (grappe 7),
- Tagalalt 108 sujets (grappe 8),
- Anuzegreen 108 sujets (grappe 6)
- N'gouyas 108 sujets (grappe 10)
- Inékar 108 sujets (grappe 11),
- Tin-abaw 108 sujets (grappe 12).

La première grappe était située à Ménaka ville; la 9e grappe était localisée à Tabangout à 5 km de Ménaka. Notre population d'étude était constituée en majorité par les élèves de l'école fondamentale des différentes localités enquêtées. A cause des mouvements de population, nous avons préféré enquêter dans les écoles pour mieux contrôler les sujets retenus pour l'étude et cela en parfait accord avec les autorités administratives et sanitaires de la localité. En parfaite collaboration avec les autorités scolaires, nous avons sensibilisé et organisé les élèves pour une réussite de nos travaux.

Tous les enfants éligibles avaient été cliniquement examinés par le médecin de notre équipe de recherche appuyé par le médecin-chef adjoint du centre de santé de Ménaka. Les résultats de l'examen médical étaient consignés dans un registre médical qui servait de support des données. Immédiatement après l'examen médical, notre équipe de laboratoire sous la direction d'un pharmacien appuyé par des techniciens de laboratoire faisait les prélèvements capillaires sanguins pour les tests de goutte épaisse et d'hématocrite.

b) Critères

➤ Critères d'inclusion

Nous avons inclus au maximum les enfants entre 6 à 9 ans et des adultes choisis de façon aléatoire.

➤ Critères de non-inclusion

Toute personne ayant refusé de donner son consentement éclairé

4. Les variables

a) Variables socio démographiques, l'âge, le sexe, la résidence

b) **Variables paludométriques ou biologiques** : la goutte épaisse, les espèces parasitaires et la densité parasitaire, le taux d'hématocrite, la température et la splénomégalie.

5. Techniques d'étude

Des gouttes de sang obtenues à la suite d'une piqûre au niveau du doigt ont été utilisées pour faire un étalement sanguin (goutte épaisse), un confetti, le test OptiMal (DiaMed) et la détermination de l'hématocrite.

▪ **Goutte épaisse et microscopie**

Une goutte de sang a été déposée sur une lame –porte–objet (Fisher, MA) portant le numéro d'identification du sujet. La goutte de sang est alors étalée sur un diamètre de 1 cm avec le bout d'une seconde lame – porte–objet, des mouvements circulaires étaient effectués, permettant la défibrination et la destruction des globules rouges pouvant contenir les parasites. La lame était ensuite mise dans une boîte pour séchage à l'abri des mouches et de la poussière.

Les lames une fois séchées ont été colorées avec du Giemsa à 5 % (Sigma, St Louis, Mo) pendant 45 minutes. La lecture des lames a été faite avec l'objectif 100 au microscope de type Olympus (CX41, Japan) sous immersion. Pour estimer la parasitémie, nous avons utilisé la méthode de Payne.D. (1988) [32] en multipliant le nombre de parasites comptés sur 300 leucocytes par 25 (se rapportant à la moyenne leucocytaire de 7500 chez l'Africain).

▪ **Détermination de la micro–hématocrite**

Un tube capillaire (VWR, West Chester, PA) dont l'intérieur est revêtu d'héparine (anticoagulant) a été rempli de sang jusqu'au trait de calibration. Ensuite, un des bouts a été bouché avec de la cire. Le sang contenu dans chaque tube capillaire de chaque sujet a été ensuite séparé avec la centrifugeuse à micro–tube de type IEC. La lecture a été faite à l'aide d'un abaque et selon les instructions du fabricant (VWR, West Chester, PA).

▪ **Palpation de la rate**

Le grossissement de la rate peut être un indicateur essentiellement de l'infection chronique à Plasmodium, et de Schistosoma, mais d'autres étiologies sont possibles. Chaque sujet a été examiné en palpant la rate et la présence d'une grosse rate a été classée selon la méthode de Hackett [33].

Stade 0 : Rate de volume normale, impalpable même en inspiration profonde.

Stade 1 : Rate palpable lors de l'inspiration profonde ce qui est normal chez le nourrisson, mais pathologique chez l'adulte.

Stade 2 : Rate palpable lors de la respiration normale, mais qui ne dépasse pas l'horizontale passant à égale distance entre le rebord costal et l'ombilic.

Stade 3 : Rate qui descend au dessous de cette ligne, mais qui ne dépasse pas l'horizontale passant par l'ombilic.

Stade 4 : Rate qui descend au-dessous de l'ombilic, mais ne dépasse pas une ligne passant à égale distance entre l'ombilic et la symphyse pubienne.

Stade 5 : Rate qui descend au-dessous de cette ligne et qui est palpable dans la fosse iliaque gauche.

- ***Prise de température***

La fièvre est une manifestation majeure de l'infection à Plasmodium. Au cours cette étude, la température tympanique a été prise à l'aide d'un thermomètre de type ThermoScan™. Toute température > à 37,5 °C était considérée comme de la fièvre.

- ***Observation de la conjonctive***

La multiplication des parasites à l'intérieur des globules entraîne la destruction de l'hémoglobine et conduit à une anémie. Cette anémie se reflète par une pâleur au niveau des conjonctives. Ainsi, les conjonctives ont été examinées à la lumière du jour.

6. Logistiques

Avec le soutien de la direction régionale de la santé, la mission basée à Ménaka avec 2 véhicules Toyota, Land Cruiser 4X4 (avec 2 chauffeurs et 2 aides-chauffeurs) a pu se rendre sur les différents sites d'étude avec un personnel de soutien fourni par le Centre de santé de Référence de Ménaka. La direction régionale a aussi mis à notre disposition un pharmacien, 2 techniciens de laboratoire.

7. Aspects éthiques

Le protocole a été expliqué au conseil des villages ou de fraction avant l'inclusion des sujets. Les sujets non consentants ont été exclus de l'étude. Par contre, des soins ont été prodigués à tous les sujets chaque fois que leur état de santé le nécessitait sans tenir compte de leur refus de participer à l'étude. Leurs consentements étaient précédés de celui des autorités sanitaires (DRS Gao, Médecin-chef Ménaka) et administratives (préfet Ménaka, sous préfet Andéramboukane).

E. Missira

1. Cadre et lieu d'étude

L'étude a été conduite dans le village de Missira, commune rurale de Sébécoro I, dans le cercle de Kolokani. Nous avons choisi le village de Missira pour trois raisons fondamentales :

- Le village de Missira est assez isolé et le mouvement de population est assez restreint.
- Le paludisme est un problème de santé selon la population.
- L'existence d'un centre de santé permettant d'entreprendre cette étude.

2. Type et période d'étude

L'étude est de type suivi de cohorte longitudinale avec des passages transversaux mensuels d'avril à novembre 2004, de mai à décembre 2005, de janvier à mars et de juin à octobre 2006.

3. Population d'étude

La population d'étude était constituée d'enfants de 1 à 11 ans.

a) Echantillonnage

Pour l'étude, nous avons procédé à un recensement de tout le village. Cinquante-deux familles ont été recensées et codifiées, nous avons ainsi constitué une cohorte d'enfants âgés de 1 à 11 ans sans distinction de race, de sexe ou d'ethnie.

b) Critères

➤ Critères d'inclusion

L'enrôlement se faisait de façon continue.

Ont été inclus dans l'étude : tous les enfants du village ayant un âge compris entre 1 et 11 ans dont les parents ont donné leur assentiment.

➤ Critères de non-inclusion

N'ont pas été inclus dans l'étude :

- Tous les enfants dont l'assentiment parental n'a pas été obtenu
- Tous les enfants d'âge inférieur à 1 an ou supérieur à 11 ans
- Tous les enfants ne résidant pas à Missira.

4. Les variables

a) Variables socio démographiques : l'âge et le sexe.

- b) **Variables paludométriques ou biologiques** : la température, la splénomégalie, la goutte épaisse, le frottis mince, la parasitémie et l'espèce plasmodiale.

5. Technique d'étude

Chaque enfant de notre échantillon amené en consultation pour une pathologie quelconque était enregistré à partir de sa carte d'inclusion. Les données socio-démographiques et cliniques ont été collectées au moyen d'un registre élaboré suivant les objectifs de l'étude. Nous avons mesuré les paramètres cliniques, parasitologiques, et biologiques.

The image shows a form titled "Carte d'inclusion « Missira »". It has a decorative border with a repeating geometric pattern. On the left side, there are labels for personal information: ID:, Nom:, Prénom:, Age:, Sexe:, Père:, Mère:, and Famille:. On the right side, there is a large box labeled "Photo" and a smaller box labeled "Date: mois /année".

Figure 8 : carte d'inclusion

▪ Matériels

- thermomètre électronique ;
- stéthoscope ;
- pèse-personne ;
- alcool ;
- coton hydrophile ;
- abaisse-langue ;
- seringue (5 ml et 10 ml) ;
- micro-perfuseurs ;
- un stock de médicaments (surtout antipaludiques, sérum glucosé, antalgique-antipyrétiques, antiémétiques, anticonvulsivants, antibiotiques...).

▪ Evaluation de la température

Les températures étaient prises à l'aide d'un thermomètre électronique placé sous l'aisselle. L'audition d'un signal émis par l'appareil signe la fin de la prise de température et le chiffre lu était corrigé en y ajoutant 0,5 °C. La fièvre a été définie par une température axillaire supérieure à 37,5 °C.

▪ **Appréciation de la rate**

La taille de la rate a été déterminée selon la classification de Hackett

0 = Rate non palpable même en inspiration profonde ;

1 = Rate palpable en inspiration profonde ;

2 = Rate palpable en respiration normale sur la ligne mamelonnaire gauche ne dépassant pas la ligne horizontale passant à égale distance entre le rebord costal gauche et l'ombilic ;

3 = Rate descendant en dessous de cette ligne, sans dépasser la ligne horizontale passant par l'ombilic ;

4 = Rate dépassant cette dernière ligne, mais ne franchissant pas l'horizontale passant à égale distance entre l'ombilic et la symphyse pubienne

5 = Rate descendant en dessous de cette ligne.

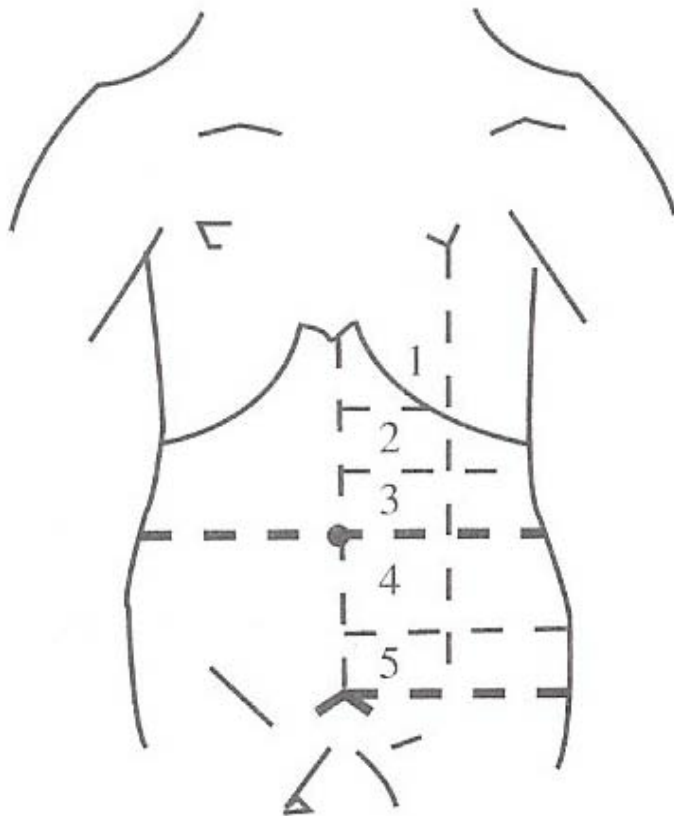


Figure 9 : classification de la splénomégalie selon la méthode de Hackett

La parasitémie et la détermination de l'espèce plasmodiale ont été faites à partir de la goutte épaisse et du frottis mince [55].

▪ **Goutte épaisse**

Elle consistait à la détermination de l'espèce plasmodiale, du stade de développement du parasite et de la charge parasitaire.

● **Matériels et réactifs**

Ils comprennent :

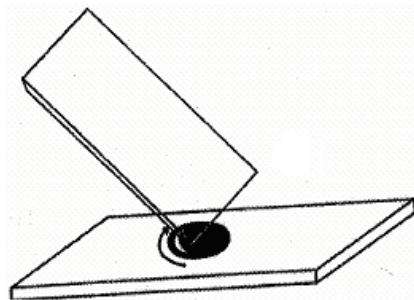
- lames porte-objets ;
- vaccinostyle (lancette) stérile ;
- alcool à 90 ° ;
- méthanol ;
- éosine ;
- bleu de méthylène ;
- compteur ;
- gants stériles en polyvinyle ;
- coton hydrophile ;
- papier hygiénique ;
- huile d'immersion ;
- bac de coloration ;
- marqueurs indélébiles ;
- boîtes OMS de conservation de lames ;
- solution de Giemsa à 3 % ;
- eau distillée tamponnée (pH= 7,2) ;
- éprouvette graduée (100 cc, 500 cc, 1 litre) ;
- râteliers ;
- chronomètre ;
- crayon de papier ;
- microscope optique ;
- comprimés tampons (un comprimé tampon pour un litre d'eau).

● **Mode d'opération**

Le troisième ou le quatrième doigt de la main gauche de l'enfant est désinfecté avec un tampon d'alcool. Le côté du bout du doigt le moins sensible est choisi. A l'aide d'un vaccinostyle stérile, on fait une ponction capillaire d'un coup sec. De la main gauche, nous avons pressé le doigt piqué pour obtenir une goutte de sang.

La première goutte est éliminée à l'aide d'un coton sec, ensuite une goutte de sang est déposée au centre d'une lame étiquetée. A l'aide de l'extrémité d'une autre lame, décrire des mouvements circulaires et centrifuges jusqu'à atteindre environ un centimètre de diamètre. Le numéro de l'enfant ainsi que la date du prélèvement ont été inscrits au crayon au bout de

la lame. Les lames ont été séchées à l'air libre et/ou à l'aide de séchoir électrique à l'abri de la poussière et des mouches (figure 9).



→ Sens de l'étalement

Figure 10 : Goutte épaisse

• *Coloration*

Nous avons utilisé la technique de coloration au Giemsa diluée à 3 % dans de l'eau tamponnée pH= 7,2 en un seul temps de 45 minutes. Cette technique permet en même temps la déshémoglobinisation et la coloration selon un plan horizontal stable et immergé. Nous avons préparé suffisamment de colorant pour remplir la cuve. Le colorant a été ensuite versé lentement dans la cuve contenant les lames. Nous avons attendu 45 minutes, puis nous avons versé doucement de l'eau propre dans la cuve pour enlever l'écume de la surface du colorant ensuite les lames ont été placées délicatement dans un pot rempli d'eau de robinet pour ne pas décoller la goutte épaisse colorée. Les lames sont séchées sur un râtelier.

• *Examen microscopique*

Les gouttes épaisses étaient lues au microscope optique binoculaire au grossissement 1 000 à l'immersion (objectif 100 et oculaire 10).

La méthode quantitative de Payen (Payen et al. 1989) a été utilisée pour la détermination de la parasitémie sur la goutte épaisse. La densité parasitaire a été déterminée sur 300 leucocytes et rapportée à 7500 leucocytes pour avoir la parasitémie par mm^3 de sang. Nous avons pris 7 500 leucocytes comme la moyenne leucocytaire par mm^3 de sang chez l'africain.

Les lectures ont été faites au LBMA pour les lames des passages transversaux et directement sur place pour les lames du suivi longitudinal.

• *Calcul de la parasitémie :*

La parasitémie a été calculée suivant la formule de Payen :

$$X = 7\,500Y/300$$

X = parasitémie par mm³ de sang

Y = nombre de formes asexuées de *Plasmodium* compté pour 300 leucocytes.

Nous avons compté le nombre de parasites en même temps que le nombre de leucocytes, à 300 leucocytes le compte s'arrêtait. Selon le nombre moyen de leucocytes chez l'africain qui est de 7 500/mm³ de sang, la parasitémie a été calculée. La positivité de la goutte épaisse était liée à la présence au moins d'un parasite, soit 25 parasites par mm³ de sang [56].

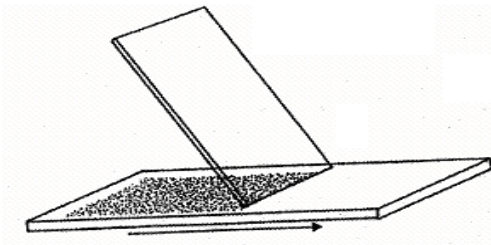
▪ **Frottis mince**

Les frottis ont été effectués pour la détermination des espèces ainsi que celle des différents stades de développement des plasmodies.

• **Mode opératoire**

On recueille une goutte de sang de 10 µl environ en la mettant délicatement en contact avec une extrémité de la lame d'étalement. On tient la lame d'une main et de l'autre il faut poser le bord parfaitement lisse d'une autre lame (lame rodée) juste devant la goutte de sang, de sorte à avoir un angle de 45 ° environ de la première.

On fait glisser la lame rodée jusqu'à ce qu'elle touche la goutte de sang. On laisse la goutte s'étaler tout le long du bord de la lame rodée puis on la pousse jusqu'au bout de la lame d'étalement d'un mouvement doux et régulier. Les frottis ont été séchés rapidement à l'aide d'un séchoir puis gardés à l'abri de la poussière et des mouches (figure 10).



→ Sens de l'étalement

Figure 11 : Frottis mince

• **Coloration :**

La technique de coloration rapide (1 minute) de Leucostat Stain :

- tremper la lame 3 fois dans la solution A (méthanol) ;
- égoutter l'excédent de la solution A et laisser sécher ;
- plonger 3 fois de suite dans la solution B (éosine) ;

- égoutter et rincer à l'eau de robinet ;
- plonger 6 fois dans la solution C (bleu de méthylène) ;
- rincer à l'eau de robinet ;
- sécher les frottis sur un râtelier.

Les frottis ont été lus immédiatement au microscope au grossissement 1 000 à immersion (objectif 100 et oculaire 10) dans le cadre du suivi longitudinal.

▪ Détermination du taux d'hémoglobine

Le taux d'hémoglobine a été déterminé par la méthode spectrophotométrique en utilisant l'appareil portable HemoCue® (Hemocue AB, Ängelholm, Suède n°651450) fonctionnant sur batterie ou sur courant alternatif.

• *Matériels et réactifs nécessaires pour le dosage avec l'HemoCue®*

- Micro-cuvette réactive ;
- batterie de 1,5 volt ;
- coton ;
- alcool à 70 ° ;
- gants en polyvinyle stériles ;
- vaccinostyle.

• *Echantillon pour le dosage à l'HemoCue®*

Un microlitre de sang capillaire.

• *Principe de détermination du taux d'hémoglobine à l'HemoCue®*

Il est basé sur la transformation de l'hémoglobine en acide méthémoglobine dont l'absorption est mesurée aux longueurs d'ondes de 750 et 880 nm.

La méthémoglobine désoxycholate de sodium contenue dans la micro-cuvette qui hémolyse les hématies, le nitrite de sodium qui transforme l'hémoglobine en méthémoglobine et acide de sodium qui en se liant à la méthémoglobine formera avec celle-ci de l'acide méthémoglobine.

• *Mode opératoire pour le dosage à l'HemoCue®*

- Allumer l'HemoCue® en position "power on" ;
- tirer la porte-cuvette en position d'insertion, on entend un déclic d'arrêt qu'on ne doit pas dépasser ;
- attendre l'affichage de "READY" sur l'écran de lecture ;
- tester l'HemoCue® avec la cuvette de contrôle ;
- noter le résultat affiché et vérifier qu'il ne diffère pas du résultat attendu donné par le fabricant sur la notice d'accompagnement (12g/dl) ;

- doser les échantillons de la façon suivante : remplir la micro-cuvette et placer dans la position de la lecture, puis remettre la porte-cuvette dans position d'insertion et attendre quelques secondes pour le résultat ;
- noter enfin le résultat sur le cadran de lecture.

- ***Expression des résultats***

Les résultats sont directement affichés sur l'écran de lecture du photomètre en g/dl. Les résultats sont portés sur la feuille de paillasse. L'anémie a été définie par un taux d'hémoglobine inférieur à 10 g/dl de sang (enfant après la période néonatale).

6. Logistique

Une équipe permanente composée d'un médecin, un biologiste et d'un étudiant était renforcée lors des passages transversaux.

Le travail était organisé comme suit :

- ***Passages transversaux***

A la fin de chaque mois, une équipe pluri-disciplinaire constituée de médecins, de pharmaciens, de biologistes et d'étudiants est dépêchée dans le village dans le cadre des passages transversaux (suivi actif). A chaque passage, l'équipe se fait assister par trois guides dans l'organisation du travail. Quelques jours avant l'arrivée de l'équipe tout le village est informé à travers nos guides qui organisaient la programmation et la venue des enfants au centre de santé. Durant ces passages, l'équipe procédait à une évaluation clinique et biologique de l'état de santé de tous les enfants de 1 à 11 ans.

Le centre était organisé en trois postes de travail : l'identification, la parasitologie et la clinique.

- L'identification

C'est le premier poste où les enfants passaient par ordre d'arrivée munis de leur carte d'inclusion. Ici après vérification et identification à travers leur carte, le passage à ce poste est sanctionné par une croix sur la liste et un coupon de papier sur lequel l'identificateur met le numéro, l'âge, le sexe de l'enfant et sa signature. Sur ce coupon de papier qui suit l'enfant jusqu'au poste clinique là où il est retenu, après avoir été vu et signé en parasitologie.

- La parasitologie

C'est le second poste de travail, lieu de prélèvement du sang. Ici après l'enregistrement chaque enfant est piqué au doigt pour recueillir du sang. Ce sang servait pour faire la goutte épaisse, le frottis mince, et à la détermination du taux d'hémoglobine.

- La clinique

C'est le dernier poste où les enfants subissaient un examen clinique après leur enregistrement. Certains paramètres tels que le poids, la température axillaire, la rate, l'aspect des muqueuses étaient enregistrés.

• *Suivi longitudinal*

En cas de maladie de ces enfants, la prise en charge est assurée par l'équipe permanente. Cette équipe sentinelle a le devoir de suivre la santé des enfants jusqu'au prochain passage. A chaque consultation l'enfant vient avec sa carte et il est enregistré dans le registre de suivi clinique (suivi passif). Après l'interrogatoire et l'examen physique, l'enfant passe chez le biologiste (laboratoire) qui, en fonction de l'orientation, diagnostique particulièrement les cas de paludisme.

Le biologiste effectue une goutte épaisse, un frottis mince, et détermine le taux d'hémoglobine.

En ce qui concerne le traitement, nous avons opté pour la prise de médicament sous surveillance, c'est ainsi que l'enfant venait prendre ses doses au centre durant tout le traitement.

7. Aspects éthiques

Cette étude a été faite dans le cadre du protocole d'essai clinique en phase 2 de l'aminoquinoline 13 (AQ13) qui a été approuvé par le comité d'éthique de la FMPOS université de Bamako.

Au préalable, nous avons pris contact avec le médecin-chef et le préfet de Kolokani afin de les impliquer sur le plan administratif. Avec leur aval nous avons rencontré les autorités de la commune de Sébécoro I pour leur expliquer le protocole.

Notre équipe de recherche pour ses activités dans le village de Missira a effectué, plusieurs visites de prise de contact pour informer la population, leur expliquer et détailler le protocole de recherche afin d'avoir l'adhésion de la population et leur pleine participation en fonction des besoins de santé de la population de Missira, village situé à 8 km du centre de santé communautaire d'accès relativement difficile. En obtenant ainsi le consentement communautaire du village, nous avons planifié le travail après avoir eu l'assentiment volontaire des parents pour la participation de leurs enfants à l'étude.

Les enfants bénéficiaient de prise en charge gratuite et chaque parent était libre de retirer son enfant de l'étude à tout moment sans perdre les bénéfices de la consultation et les soins gratuits pour les affections courantes dites mineures. Pour les autres pathologies, la

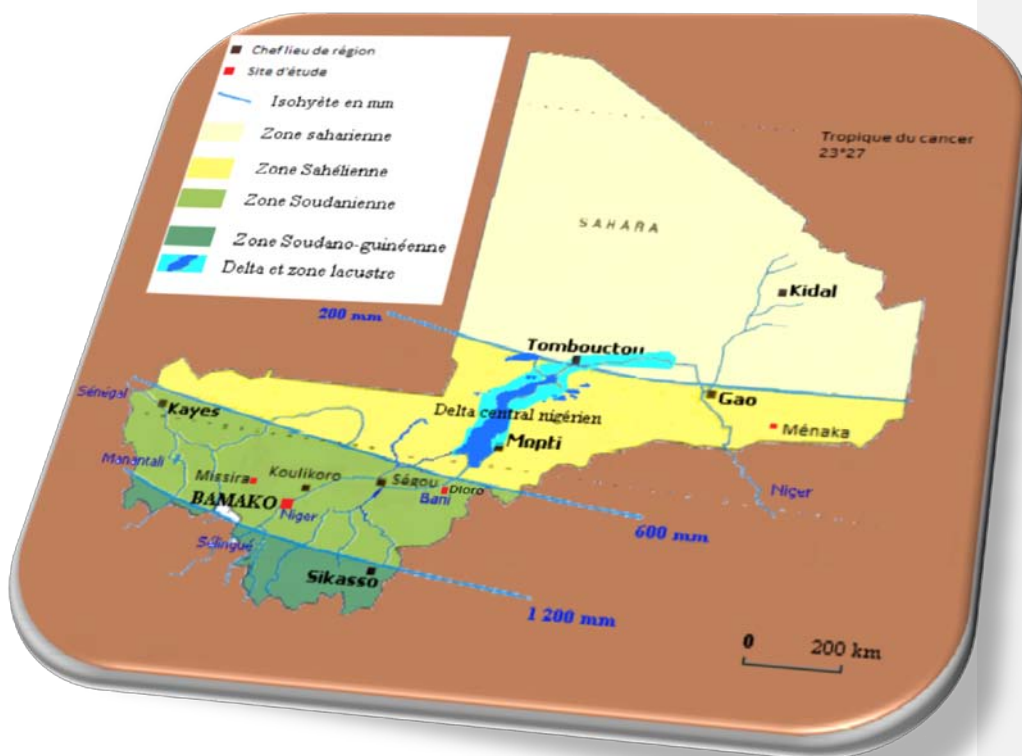
référence était de règle. En outre, les adultes bénéficiaient également de consultation et de soins gratuits et même ceux venant de villages voisins et ceci à la hauteur de notre plateau technique.

8 RESULTATS

Nous avons par cette étude comparé les paramètres parasitologiques du paludisme dans 4 faciès éco-climatiques au Mali. Il s'agit du village de Missira situé dans la zone de savane nord-soudanienne, la ville de Bamako dans la zone de savane soudanienne, la commune de Dioro dans la lisière entre la zone soudanienne et la zone de steppe sahélienne

et enfin la commune de Ménaka dans la zone de steppe semi-désertique en bordure du Sahara avec quelques villages situés autour des mares (figure 11).

Nous avons d'abord comparé ces sites selon les hauteurs de pluie, ainsi la plus forte moyenne des pluies était observée à Bamako avec 878 mm, elle était de 650 mm à Missira, 513 mm à Dioro et était très faible à Ménaka avec 225 mm (figure 12).



(Source : www.fao.org/ay/AGPC/doc/counprof/Mali/agromap.jpg)

Figure 12 . Représentation cartographique des différents sites d'étude

Tableau 1 , Comparaison de l'âge de la population d'étude entre les différents sites.

Nous avons fait la répartition de nos populations d'étude en fonction de l'âge afin de déceler les différences entre elles.

	Bamako	Dioro	Ménaka	Missira
Age moyen	26 ans	15 ans	14 ans	5 ans

Age minimal	1 mois	11 mois	2 mois	1 an
Age maximum	78 ans	49 ans	90 ans	11 ans

L'âge maximum le plus élevé était retrouvé à Ménaka (90 ans) et le plus bas à Missira (11 ans) alors que l'âge minimum le plus bas était celui de Bamako (1 mois) et le plus haut celui de Missira (1 an). Enfin, l'âge moyen le plus bas était celui de Missira (5 ans) et le plus élevé était celui de Bamako (26 ans). Nous avons retrouvé une différence significative entre les âges de nos différentes populations d'étude ($P < 10^{-6}$).

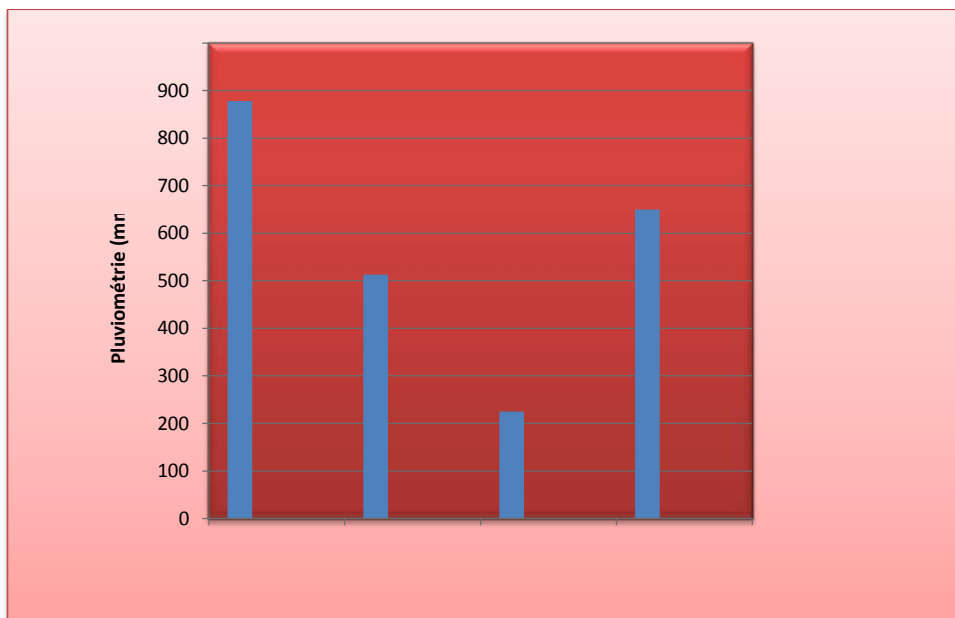


Figure 13 : Représentation de la pluviométrie moyenne sur les différents sites.

Selon les données pluviométriques, la ville de Bamako en zone soudanienne est le site qui recevait le plus d'eau de pluie avec 878 mm, venait ensuite le site de Missira en zone nord soudanienne avec 650 mm, puis celui de Dioro en zone soudano-sahélienne avec 513 mm et le site de Ménaka en zone semi-désertique avec 225 mm.

Tableau 2 : Variation de la prévalence de l'infection palustre et de la parasitémie moyenne entre les différents sites.

En fonction du nombre de passages annuels sur les quatre sites, nous avons comparé la prévalence de l'infection palustre ainsi que la parasitémie moyenne afin de déceler les différences.

	Bamako			Dioro	Ménaka		Missira		
	2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
Population examinée	165	301	350	500	1 322	1422	336	352	333
Population infectée	41	25	54	336	64	98	142	200	163
Prévalence palustre	24,85	8,31	15,43	67,20	4,80	6,89	42,26	56,82	48,95
Parasitémie moyenne	1394	8568	3300	5632	718	427	6238	6866	3699

La prévalence palustre la plus élevée au cours de l'étude était retrouvée à Dioro en 2006 (67,20 %) et la plus faible à Ménaka en 2004 (4,80 %). Nous avons retrouvé une différence statistiquement significative entre les différents sites ($P < 10^{-6}$). De même sur chacun des sites nous avons retrouvé une différence significative entre les années d'étude (Bamako : $P = 8.10^{-6}$, Ménaka : $P = 0,019$, Missira : $P = 0,0007$). La parasitémie moyenne la plus élevée était retrouvée à Bamako en 2005 (8568 parasites/ μ l) et la plus faible à Ménaka au cours de la même année (427 parasites/ μ l).

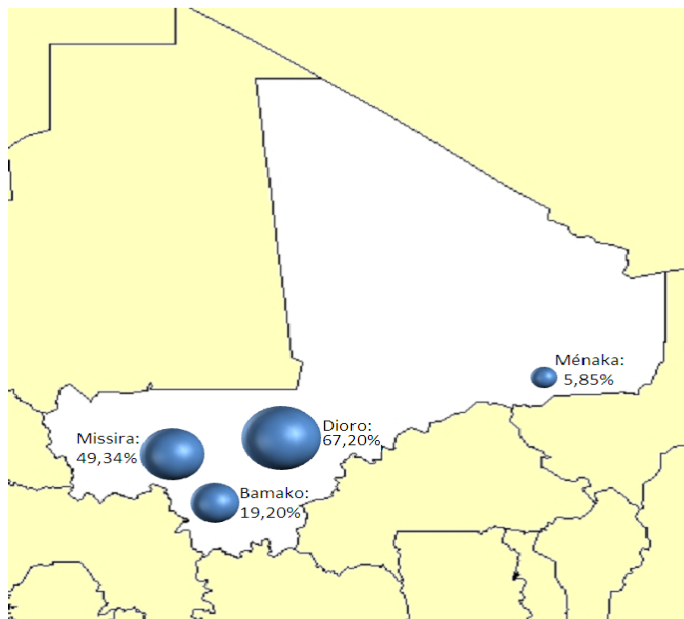


Figure 14 : Représentation cartographique de la prévalence de l'infection palustre moyenne. D'après la taille des bulles qui est proportionnelle à la prévalence moyenne, la prévalence la plus élevée est celle de Dioro (67,20 %), suivie de celle de Missira (49,34 %) et la plus faible est celle de Ménaka (5,85 %).

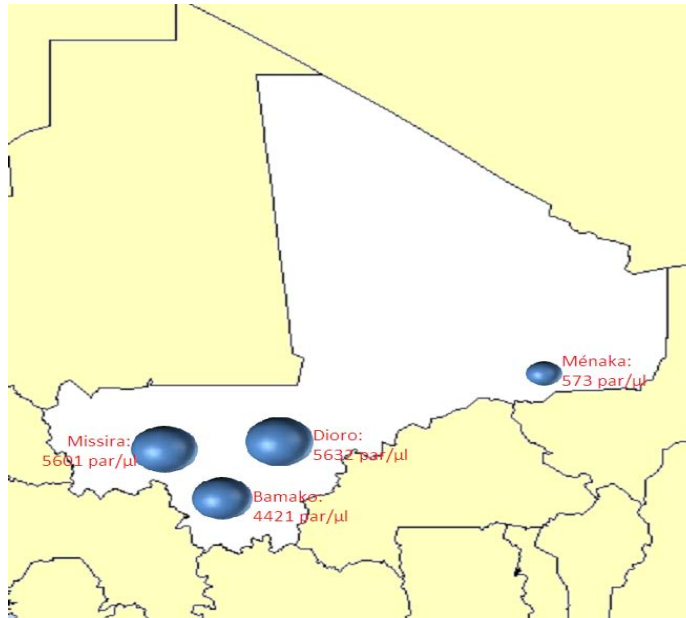


Figure 15 , Représentation cartographique de la parasitémie moyenne.

D'après la taille des bulles qui est proportionnelle à la parasitémie moyenne, on retrouve la parasitémie la plus élevée à Dioro (5 632 parasites/μl) et la plus faible à Ménaka (573 parasites/μl).

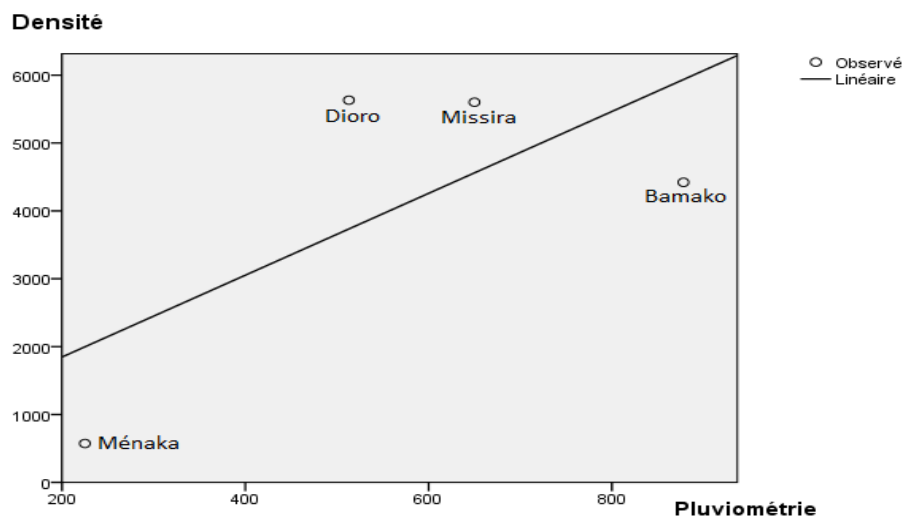


Figure 16 , Représentation graphique de la variation entre la pluviométrie et la densité parasitaire.

La corrélation entre la pluviométrie et la densité parasitaire moyenne n'était pas statistiquement significative. P (de Pearson) = 0,311.

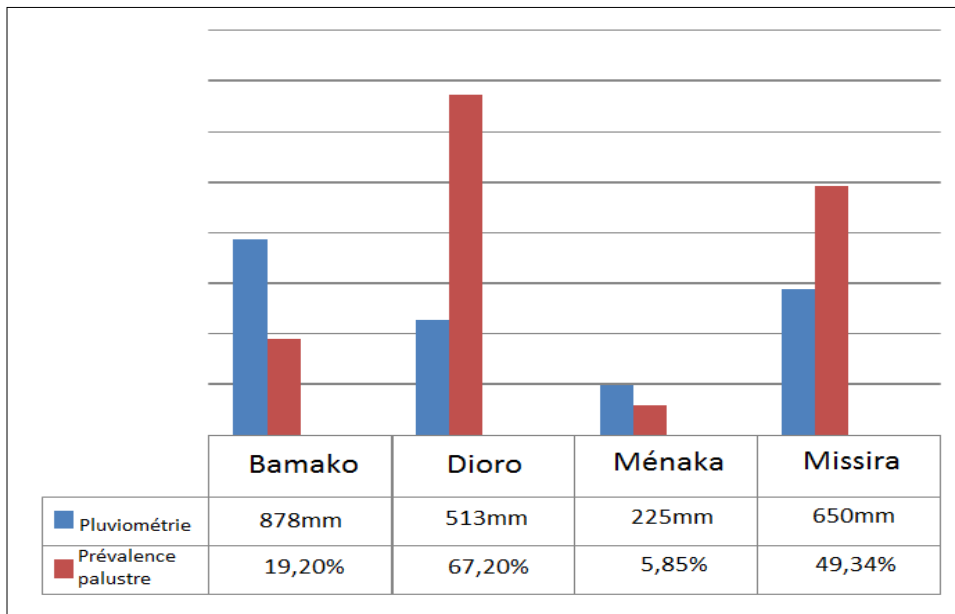


Figure 17 . Comparaison entre la pluviométrie et la prévalence palustre des différents sites.

Bamako était notre site le plus arrosé (878mm) avec la troisième prévalence palustre (19,20%), Missira était le deuxième site le plus arrosé (650mm) ainsi la deuxième prévalence (49,34%). Dioro avait la troisième pluviométrie (513mm) et la prévalence la plus forte (67,20%). Ménaka était notre site le moins arrosé (225mm) et possédait la prévalence la plus faible (5,85%). L'association entre la pluviométrie et la prévalence palustre n'était pas statistiquement significative (P=0,803).

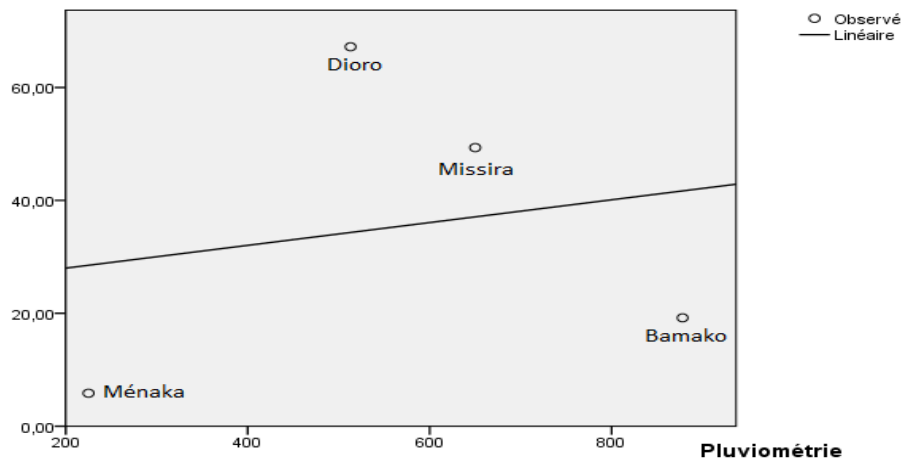
Prévalence

Figure 18 , Représentation graphique de la variation de la prévalence palustre en fonction de la pluviométrie.

Il n'existe pas d'association statistiquement significative entre la pluviométrie et la prévalence palustre sur les différents sites ($P=0,803$).

Tableau 3 , Variation de la prévalence de l'infection palustre en saison sèche entre les différents sites.

Selon le nombre de passages annuels sur les différents sites, nous avons comparé la prévalence de l'infection palustre sur les différents sites seulement pendant la saison sèche.

	Bamako			Dioro	Ménaka		Missira		
	2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
Population examinée	99	149	167	500	1322	1422	807	868	699
Population infectée	22	17	23	336	64	98	450	451	289
Prévalence palustre	22,22	11,49	13,77	67,20	4,80	6,89	55,76	51,96	41,34

La prévalence de l'infection palustre en saison sèche la plus élevée était rencontrée à Dioro en 2006 (67,20 %) et la prévalence la plus basse à Ménaka en 2004 (4,80 %). Nous avons retrouvé une différence statistiquement significative entre les différents sites ($P<10^{-6}$). Nous avons retrouvé un lien statistiquement significatif entre les années sur le site de Bamako ($P=0,056$) mais pas à Ménaka ($P=0,0179$) ni à Missira ($P<10^{-6}$).

Tableau 4. Variation de la prévalence de l'infection palustre par tranche d'âge entre les différents sites.

Selon le nombre de passages annuels sur les quatre sites, nous avons comparé la prévalence de l'infection palustre en fonction des tranches d'âge pour déterminer la tranche la plus touchée.

Tranche d'âge		Bamako			Dioro		Ménaka		Missira	
		2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
[0-11]	Pop. exam	23	12	18	294	796	863	336	352	334
	Pop. infect	3	0	3	247	55	61	142	200	163
	Prev.	13,04	0	16,67	84,01	6,91	7,07	42,26	56,82	48,80
≥ 12	Pop. exam	108	232	263	206	533	558	-	-	-
	Pop. infect	30	22	38	89	9	37	-	-	-
	Prev.	27,78	9,48	14,45	43,20	1,69	6,63	-	-	-

Chez les [0 – 11] ans, la prévalence la plus élevée fut celle de Dioro en 2006 (84,01 %) et la plus faible fut celle de Ménaka en 2004 (6,91 %). La différence entre les sites était statistiquement significative ($P < 10^{-6}$). Chez les individus de 12 ans et plus Dioro était également le site à la prévalence la plus élevée (43,20 %) et Ménaka celui à la prévalence la plus basse (1,69 %). Nous avons retrouvé un lien statistiquement significatif entre les sites en 2005 ($P=0,165$) mais pas les autres années ($P < 10^{-6}$). A Dioro et Ménaka, la tranche de [0 – 11] ans était plus touchée que celle des individus de 12 ans et plus. A Bamako, les individus de 12 ans et plus étaient les plus touchés en 2004 et 2005, mais en 2006 ce furent les individus de moins de 12 ans qui étaient les plus atteints. Chez les [0-11] ans nous avons retrouvé un lien statistiquement significatif entre les années sur les sites de Bamako ($P=0,348$) et de Ménaka ($P=0,899$) alors que chez les 12 ans et plus aucun lien n'était retrouvé. Entre les tranches d'âge, nous n'avons pas retrouvé de différence statistiquement significative à Bamako en 2004 ($P=0,139$), 2005 ($P=0,547$) et 2006 ($P=0,931$) de même qu'à Ménaka en 2005 ($P=0,751$).

Tableau 5 : Répartition des infections palustres en fonction des espèces sur les différents sites.

Selon le nombre de passages annuels sur les quatre sites, nous avons comparé la fréquence des différentes espèces parasitaires afin de déterminer la plus répandue.

Espèces parasitaires	Bamako			Dioro	Ménaka		Missira		
	2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
<i>P.falciparum</i>	40	24	54	322	50	54	1079	944	807
<i>P.malariae</i>	1	1	0	6	9	22	17	29	6
<i>P.ovale</i>	-	-	-	-	2	2	0	6	24
<i>P.vivax</i>	-	-	-	-	1	10	0	0	0
<i>P.fal+P.mal</i>	-	-	-	8	2	8	88	28	6

A Ménaka, les quatre espèces plasmodiales étaient représentées pendant qu'à Bamako et Dioro seuls *P. falciparum* et *P. malariae* étaient présents. De plus, *Plasmodium falciparum* était l'espèce la plus rencontrée sur les différents sites ensuite venait *Plasmodium malariae*. La formule parasitaire était composée à 98% par le *P.falciparum* et à 2% par le *P.malariae* à Bamako et à Dioro. A Ménaka, elle était composée à 69% par le *P.falciparum*, à 21% par le *P.malariae*, à 7% par le *P.vivax* et à 3% par le *P.ovale*. A Missira, 97% de la formule était composée par le *P.falciparum*, 2% par le *P.malariae* et la formule était complétée par le *P.ovale* avec 1%.

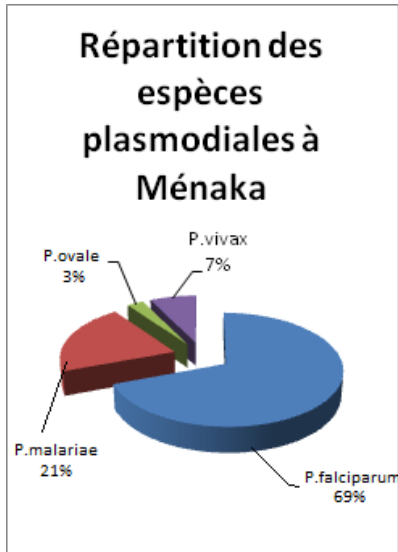


Figure 19a , Répartition des espèces plasmodiales à Ménaka.

A Ménaka les quatre espèces étaient présentes, *P. falciparum* était la plus majoritaire et la moins représentée était *P. ovale*.



Figure 19b , Répartition des espèces plasmodiales à Missira.

A Missira, Seules trois espèces étaient présentes. *P. falciparum* était le plus répandu.



Figure 19c , Répartition des espèces plasmodiales à Bamako.

A Bamako, seules deux espèces étaient rencontrées et *P. falciparum* était de loin la plus dominante.



Figure 19d , Répartition des espèces plasmodiales à Dioro.

A Dioro, on retrouvait également deux espèces quasiment dans les mêmes proportions qu'à Bamako.

Tableau 6 . Variation de l'indice gamétocytaire moyen entre les différents sites.

Selon le nombre de passages annuels sur les quatre sites, nous avons comparé l'indice gamétocytaire afin de trouver le site où le taux de transmission était le plus élevé.

	Bamako			Dioro	Ménaka		Missira		
	2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
Population examinée	165	301	350	500	1332	1422	2126	2285	1454
Porteur de gamétocytes	40	20	53	69	6	13	156	202	64
Prévalence	24,24	6,64	15,14	13,80	0,45	0,91	7,34	8,84	4,40

L'indice gamétocytaire était le plus faible à Ménaka en 2004 (0,45 %) et le plus élevé à Bamako la même année (24,24 %). Nous avons retrouvé une différence significative entre les différents sites ($P < 10^{-6}$). Cependant sur le site de Ménaka la différence entre les années n'était pas significative ($P=0,142$).

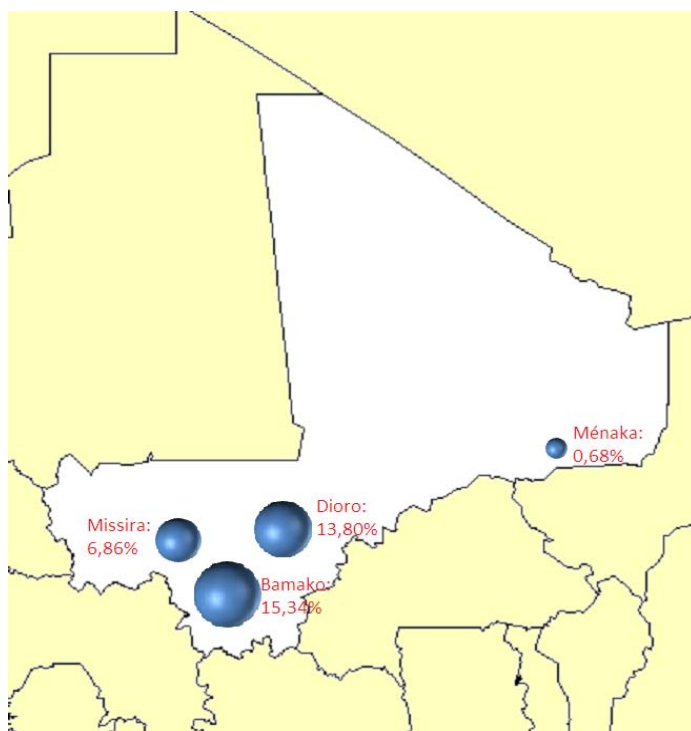


Figure 20 , Représentation cartographique de l'indice gamétocytaire moyen.

Bamako est le site avec l'indice le plus élevé (15,34 %) tandis que Ménaka avait l'indice le plus bas (0,68 %).

Tableau 7 , Variation de l'indice splénique moyen entre les sites.

Selon le nombre de passages annuels sur les quatre sites, nous avons comparé les indices spléniques afin de déceler les différences.

	Bamako			Dioro	Ménaka		Missira		
	2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
Population examinée	-	-	-	500	1332	1422	1879	2225	1729
Splénomégalie	-	-	-	40	68	41	249	262	224
prévalence	-	-	-	8	5,11	2,88	13,25	11,78	12,96
Moyenne	-	-	-	8	3,99		12,66		

L'indice splénique moyen était le plus bas à Ménaka en 2005 (2,88%) et le plus élevé à Missira en 2004 (13,25%). On retrouvait une différence statistiquement significative entre les sites ($P=10^{-6}$). A Missira la différence entre les années n'était pas significative ($P=0,317$).

Tableau 8 : Variation du taux d'anémie moyen entre les sites.

Selon le nombre de passages annuels sur les quatre sites, nous avons comparé le taux d'anémie afin de déceler les différences.

	Bamako			Dioro	Ménaka		Missira		
	2004	2005	2006	2006	2004	2005	2004	2005	2006
Population examinée	-	-	-	500	1332	1422	1898	3066	3223
Anémie	-	-	-	199	96	119	620	500	463
Prévalence	-	-	-	39,80	7,21	8,37	32,67	16,30	14,37
Moyenne	-			39,80	7,79		21,11		

Le taux d'anémie moyen était le plus élevé à Dioro en 2006 (39,80 %) et le plus bas à Ménaka en 2004 (7,21 %). Entre les sites il existait une différence statistiquement significative ($P < 10^{-6}$). A Ménaka la différence entre les années n'était pas significative ($P = 0,256$).

COMMENTAIRES ET DISCUSSION

I. Approche méthodologique

Nous avons conduit une étude rétrospective sur les données recueillies au cours des différentes enquêtes effectuées par le LBMA. Ces études n'étant pas planifiées l'on constatera une différence entre les périodes d'étude et les populations étudiées. Les données obtenues à Bamako et Missira entre 2004 et 2006, à Dioro en octobre et novembre 2006, à Ménaka en mai 2004 et en février 2005 nous ont permis de faire une comparaison des paramètres paludométriques et cliniques des différents sites.

II. Résultats

Au cours de notre étude, nous avons relevé une très grande variation de l'âge de nos sujets d'étude. Pendant que l'âge maximal était de 11 ans à Missira avec une moyenne à 5 ans, il était de 78 ans à Bamako avec une moyenne à 26 ans, 49 ans à Dioro avec 15 ans d'âge moyen et 90 ans à Ménaka pour 14 ans d'âge moyen (Tableau 1). Eholie et al avaient trouvé à Abidjan en Côte d'Ivoire un âge moyen de 21 ans avec des extrêmes allant de 16 à 82 ans.

Des quatre sites d'études c'est Bamako en zone Soudanienne qui était le plus arrosé avec une pluviométrie moyenne de 878 mm, ensuite venait le site de Missira en zone nord soudanienne avec une pluviométrie moyenne de 650 mm, suivait Dioro en zone soudano-sahélienne avec 513 mm et enfin Ménaka en zone semi-désertique avec 225 mm de pluies (fig.13).

La prévalence de l'infection palustre au cours des années à Bamako variait de 8,31 à 24,85 %, elle était de 67,20 % à Dioro, se situait entre 4,80 et 6,89 % à Ménaka, et oscillait entre 42,26 et 56,82 % à Missira (Tableau 2). Cette différence aussi bien entre les sites ($P=10^{-6}$) qu'entre les années sur les différents sites (Bamako : $P=8.10^{-6}$, Ménaka : $P=0,019$, Missira : $P=0,0007$) était statistiquement significative. D'après les faciès épidémiologiques du Mali, nos résultats à Bamako (19,20 %) sont supérieurs à ceux du faciès urbain (10 %) auquel il appartient. A Dioro et ses 67,20 %, les résultats se situaient dans la fourchette (50–70%) attendue pour le faciès soudano-sahélien. Le site de Ménaka avec 5,85 % avait une prévalence supérieure à celle attendue dans le faciès à transmission sporadique (<5%). Missira quant à lui avec une prévalence de 49,34 % est en dessous de la prévalence attendue qui est >75 %, dans le faciès à transmission saisonnière longue de 4–6 mois.

La parasitémie moyenne variait de 1394 à 8568 parasites/ μ l à Bamako, site où la parasitémie était la plus élevée. Ménaka avait les parasitémies les plus faibles (Tableau 2).

Connaissant la pluviométrie moyenne sur les différents sites nous avons voulu savoir si l'indice plasmodique variait de la même façon (fig. 17). L'association des deux paramètres

n'était pas statistiquement significative ($P=0,803$). La disparité observée entre les résultats obtenus et les résultats attendus peut s'expliquer à Bamako par le phénomène d'urbanisation anarchique qui rime généralement avec l'absence de système de drainage des eaux ce qui entraîne une multiplication des mares créant ainsi un milieu propice au développement de l'anophèle. A Ménaka, l'explication pourrait venir de la présence des mares et des puits de grands diamètres qui permettent le développement des anophèles même en saison sèche.

Au cours de la saison sèche la prévalence palustre entre les différents sites différait de façon significative ($P<10^{-6}$) (Tableau 3).

En fonction de l'âge, la prévalence de l'infection palustre n'était pas la même sur les différents sites. Pendant qu'à Bamako les plus de 12 ans étaient les plus touchés à Dioro et Ménaka c'était les [0-11] ans la tranche la plus atteinte. A Bamako nous n'avons pas retrouvé de différence statistiquement significative entre les tranches d'âges $P=0,139$ en 2004, $P=0,547$ en 2005 et $P=0,931$ en 2006. Il en fut de même à Ménaka en 2005 avec $P=0,751$. Chez les [0-11] ans à Bamako et à Ménaka nous n'avons pas non plus retrouvé de différence statistiquement significative avec respectivement $P=0,348$ et $P=0,899$ pour Bamako et Ménaka. La prévalence de l'infection palustre chez les 12 ans et plus à Bamako peut s'expliquer par sa situation urbaine. Le milieu urbain étant peu propice à l'acquisition de la prémunition. A Dioro et Ménaka la prédominance de l'infection chez les [0-11] ans peut s'expliquer par le fait que la prémunition apparaît généralement après 10 ans ; de ce fait les [0-11] ans constituent la tranche d'âge la plus exposée.

Les quatre espèces plasmodiales inféodées à l'homme se retrouvent au Mali. Au cours de notre étude, ces quatre espèces ont été retrouvées à Ménaka, à Missira *P.vivax* avait disparu de la formule parasitaire et à Bamako et Dioro la formule parasitaire n'était plus composée que de *P.falciparum* et *P.malariae* (Tableau 5). Sur tous les sites *P.falciparum* était ultra majoritaire dans les proportions de 98 % à Bamako et à Dioro, 97 % à Missira et 69 % à Ménaka suivi de *P.malariae* : 2 % à Bamako, Dioro et Missira, 21 % à Ménaka. *P.ovale* quant à lui représentait 3 % de la formule parasitaire à Ménaka et seulement 1 % à Missira. *P.vivax* était présent uniquement à Ménaka et représentait 7 % de la formule parasitaire. Manga a montré qu'à Yaoundé la formule parasitaire était composée à 98,7 % par le *P.falciparum* et à 1,3 % par l'association *P.falciparum* et *P.malariae*. L'étude de Trape à Brazzaville au Congo a révélé une formule parasitaire composée à 95 % par *P.falciparum* et à 5 % par *P.ovale* et *P.malariae*. A Dakar selon Diallo et al, l'infection palustre était due uniquement à *P.falciparum*. Mamadou K. [53] à Missira avait retrouvé *P.falciparum* à 98,02 % en 2004 et à 94,74 % en 2005.

Le taux de portage gamétocytaire était le plus élevé à Bamako. Il y variait de 6,64 à 24,24%, il est resté inférieur à 1% à Ménaka durant toute notre étude et à Missira, il oscillait entre 4,40 et 8,84% (tableau 6). Seul le site de Ménaka présentait des variations non significatives avec $P=0,142$. Mamadou K. [53] au cours de son étude avait trouvé un indice

gamétocytaire qui variait entre 3,27 et 15,47 %, Nathalie M. avait retrouvé 0,48% en 2004 et 1% en 2005 à Ménaka.

La mesure de la splénomégalie n'ayant pas été prise en compte lors de la collecte des données à Bamako, seuls trois des quatre sites ont pu être comparés (Tableau 7). Les indices spléniques les plus élevés se retrouvaient à Missira, ils oscillaient entre 11,78 et 13,25 %. Il était à 8 % à Dioro et de 5,11 % et 2,88 % à Ménaka respectivement en 2004 et 2005. Seul le site de Missira présentait des variations non significatives avec $P=0,317$. Si l'on se réfère à la classification de Kampala (1950), Dioro et Ménaka sont situés en zone hypo endémique pendant que Missira est en zone méso endémique. Nathalie M. a retrouvé 5 % en 2004 et 2,9 % en 2005 à Ménaka.

A Bamako, le taux d'hémoglobine n'avait pas été recherché chez les sujets d'étude nous avons donc fait une comparaison entre les trois autres sites. Le taux d'anémie était le plus élevé à Dioro (39,80 %) et le plus bas à Ménaka en 2004 (7,21 %). Il existait un lien statistiquement significatif entre les années à Ménaka $P=0,256$. Une telle disproportion dans la répartition de l'anémie entre les sites pourrait s'expliquer par le fait que la prévalence palustre la plus faible se retrouve à Ménaka alors qu'elle est bien plus élevée sur les autres sites associé au fait que les écoles de Ménaka sont équipées de cantines alimentées par le programme alimentaire mondial (PAM), l'état nutritionnel des enfants y est donc meilleur qu'ailleurs.

CONCLUSION

Au terme de notre étude, nous arrivons aux conclusions suivantes :

Le site de Dioro était le site le plus à risque du paludisme avec la prévalence la plus élevée (67,20%)

La pluviométrie n'est pas le seul facteur à influencer la prévalence palustre. Autant les mares jouent un rôle certain dans la transmission à Ménaka, autant à Bamako l'urbanisation anarchique est un élément non négligeable dans la transmission de l'infection.

P. falciparum constitue la majeure partie de la formule parasitaire au Mali. *P. vivax* est bel et bien présent au Mali et a été retrouvé à Ménaka.

En dehors de Bamako, la tranche [0–11] ans est la plus touchée par l'infection.

Bamako avait le taux de portage gamétocytaire moyen le plus élevé avec 15,34%.

Le taux d'anémie palustre le plus élevé était à mettre à l'actif de Dioro : 39,80%.

Nous n'avons pas retrouvé d'association ni entre la pluviométrie et la prévalence palustre, ni entre la pluviométrie et la densité parasitaire.

RECOMMANDATIONS

A. Aux autorités administratives, politiques et sanitaires.

✓ Mettre à la disposition du personnel, des moyens de diagnostic rapide pour une prise en charge rapide et efficace.

✓ Octroyer une aide aux centres de recherche contre le paludisme pour multiplier les études sur le terrain.

B. A la population

✓ Lutter contre les vecteurs du paludisme en promouvant la lutte contre l'insalubrité et en détruisant les gîtes larvaires.

✓ Utiliser les moustiquaires imprégnées d'insecticides.

✓ Amener les personnes présentant les premiers symptômes palustres dans les centres de santé et suivre le traitement jusqu'à son terme.

C. Au LBMA

✓ Continuer les études sur le terrain afin de déterminer les différents éléments pouvant modifier la transmission du paludisme dans les différentes zones éco-climatiques du Mali.

BIBLIOGRAPHIE

[1]: Les pays impaludés dans le monde

<http://rbm.who.int/gmap/part3-fr.pdf> consulté le: 07 juin 2010

[2]: Wikipédia.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/paludisme> consulté le: 11 décembre 2009

[3]: Gentilini M. Médecine tropicale. 5^e édition. Paris. Flammarion; 1993 P. 91.

[4]: Tchomtchoua A S. Etude de la réinfection à *Plasmodium falciparum* chez les enfants âgés de 1-9 ans de Missira après clairance parasitaire en zone endémique nord saharienne du Mali.

Thèse de médecine Bamako; 2008.

[5]: World malaria report 2008

<http://malaria.who.int/wmr2008/malaria2008.pdf> consulté le 14 janvier 2010.

[6]: Traoré O B. Acceptabilité du Quinimax[®] en solution intrarectale dans la prise en charge du paludisme grave chez l'enfant de 5-25 kg au Mali.

Thèse de médecine Bamako; 2006. **N° 06-M-154**

[7]: Houssein Y D. Etude épidémiologique et moléculaire du paludisme à *Plasmodium falciparum* par la MSP-1 à Missira, cercle de Kolokani.

Thèse de médecine Bamako; 2004.

[8]: Krotoski W, Collins W, Bray R et al. Demonstration of hypnozoïtes in sporozoïte transmitted *Plasmodium vivax* infection.

Am J Trop. med. Hyg. 1982; **31(6)**: 1291-3.

[9]: Bouvier P, Doumbo O, Breslow C F, Dell Y, Maris A, Picquet M et al. Sesonality, malaria and impact of prophylaxis in a West African village does high parasite density predict fever incidence.

Am J Trop. Med. 1997; **145**: 850-7.

[10]: Mouche J, Carnevale P, Coosman M et al. Typologie du paludisme en Afrique.

Cahiers de santé. 1993; **3** 220-38.

[11]: Brinkman V, Brinkman A, Malria and health in Africa the present situation and epidemiological trends.

Trop. Med parasitol. 2003 oct; **42**: 204-19.

- [12]. Carme B. Facteurs de gravité du paludisme en Afrique Sud saharienne, aspects épidémiologiques.
Med. Afrique Noire. 1995; **41** : 729-35.
- [13]. Bagayoko M W. Paludisme sévère en milieu hospitalier de Bamako (Centre hospitalier Mère-enfant : le Luxembourg) : Diversité et masse allotypique de Merozoïte surface protéine-1 de *Plasmodium falciparum*.
Thèse de pharmacie Bamako; 2003.
- [14]. Doumbo O. Epidémiologie du paludisme au mali, étude de la chloroquino-résistance. Essai de stratégie de contrôle basée sur l'utilisation de rideaux imprégnés de perméthrine associée au traitement systématique des accès fébriles.
Thèse de doctorat de Science biologie Montpellier; 1992.
- [15]. Tangara A. Prescription et disponibilité des antipaludiques dans les CSCOM de la commune urbaine de Kati.
Thèse de pharmacie Bamako; 2006. **N° 06-P-80**.
- [16]. Bonneville J, Defrance C, Miklavek T. Guide pratique de lutte contre le paludisme en entreprise; 2007.
- [17]. Koïta O. Contribution à l'étude épidémiologique du paludisme le long du tronçon de la route trans-saharienne au Mali de *Plasmodium falciparum* par l'utilisation de l'hydrogène tritrié (3T) le vérapamil.
Thèse de pharmacie Bamako; 1988.
- [18]. Kussel and al. Practical malariology.
2nd Ed. New York. Oxford University press; 1963. p. 267-8.
- [19]. Danis M et Mouchet J. Paludisme, URET Ed. Ellipse/ AUPELF; 1991.
- [20]. Koïta O. Molecular studies of clonality, transmission and severe disease in malaria.
Thèse de PhD, Tulane University. New Orleans USA; 2000.
- [21]. OMS. Approche épidémiologique du paludisme. OMS 2002.
WHO/CDS/CPE/SMT/2000. 1 Rev. 1. Partie II.

[22]. Florence Ader. Paludisme.

<http://www.laconferencehippocrate.com/maladiesinfectieuses/paludisme> consulté le 14 janvier 2010.

[23]. Walliker et al. Genetic hybrids of *Plasmodium falciparum* identified by amplification of genomic DNA from single oocysts instate of cell, Animal and population biology. University of Edinburg, Scotland, UK. Mol. biochem. parasitol. 1999 dec; **49(2)**: 239-43.

[24]. Wheathersby. The role of stomach wall in exogenous development of *P. gallinaceum* as studies by means of haemocoel injections of susceptible and refractory mosquitoes. J. infect Dis. 1952; **91(2)**: 239-43.

[25]. Collins F H, Sakai R K, Vernick K D, Paskwith S, Seeley D C, Miller L H et al. Genetic selection of a Plasmodium refractory strain of the malaria rector *Anopheles gambiae*. Science. 1986 oct 31; **234(4776)**: 607-10.

[26]. Miller L H, Mason S J, Clyde D F, Mc guinnis M H. The resistance factor to plasmodium vivax in blacks. The duffy-blood group genotype, FyFy. N Engl J Med. 1976 august 5; **295(6)**: 302-4.

[27]. Gilles H M, Lawson J B, Sbelas M, Voller M. Malaria, anemia and pregnancy. Ann. Trop Med parasitol. 1969; **63**: 245-63.

[28]. Lactin D J, Holliday N J, Johnson D L and Craigen R. Improved rate model of temperature –dependent development by arthropods. Environ. Entomol. 1995; **24(1)**: 68-75.

[29]. Ohta S, Uchijima Z, Seino H, Oshima Y. Probable effect of CO2 climate of Poned Shallow water. Climate change. 1993; **23**: 69-90.

[30]. Christopher S R. Malaria in Punjab. Scientific memories by offices of medical and sanitary dept of India. New series 1911; **46**: 1-197.

[31]. Warrell D A. Pathophysiologie du paludisme grave. Cahiers de santé. 1993; **3**: 276-9.

- [32]. Miller L H, Baruch D I, March K, Doumbo O K. The pathogenic basis of malaria. Nature. 2002; **42**: 251-6.
- [33]. Angulo I, Fresno M. Cytokines in the pathogenetics of protection against malaria. Clin. Diag. Lab. Immunol. 2002; **9(6)**: 1145-52.
- [34]. Clark I A, Alleva L M, Mills A L, Cowden W B. Pathogenesis of malaria and clinically similar conditions. CLin. Microbial. Rev. 2004; **17**: 509-39.
- [35]. Laroche R, Hovette P, Godon P, Touze J E. Physiopathologie du neuropaludisme. In: John Libbey, dir. Neurologie tropicale. Paris : Ed. AUPELF-UREF; 1993. p. 335-7.
- [36]. Ambroise-Thomas P, Carnevale P, Felix H et Mouchet J. Le « Paludisme » encyclopédie médico-chirurgicale. 1984 ; **8089 A 10**: p.17.
- [37]. White N J. The pathophysiology of malaria. Adv. parasitol. 1992; **31**: 83-173.
- [38]. Pherson Marc G G et al. Human cerebral malaria: a quantitative ultra-structure analsis of parasite and erythrocytes sequestration. Am J. pathol. 1985; **119**: 385-401.
- [39]. J P Nozais, A Dartry, M Danis. Le Paludisme. Traité de parasitologie médicale. Paris : Ed. Pradel ; 1996.
- [40]. Richard Lenoble D, Lagardere B. Le paludisme de l'enfant. In : M. Danis et J. Mouchet, dir. Paludisme. Paris: Ellipses/AUPELF; 1991. p. 100-8.
- [41]. Ann O'fel. Parasitologie mycologie. Ed. Collection de references, Association française des enseignants de parasitologie 1997.
- [42]. Danis M. Traitement et prévention du paludisme à *Plasmodium falciparum*. Nouvelles molécules : rationnels des choix thérapeutiques. Parasitologie-Mycologie, Unité INSERM 511 département des maladies infectieuses, parasitaires et tropicales CHU pitié-salpêtrière, Université P. et M. Curie. Paris 6.
- [43]. WHO (1998) : Comité d'experts du paludisme 20^e rapport.
<http://mosquitoe.who.int/docs>.

- [44]. Danis M. Avancée thérapeutique contre le paludisme en 2003.
Méd trop. 2003; **63**: 267-70.
- [45]. Organisation mondiale santé. Grande ligne du plan d'action de l'OMS pour la lutte contre le paludisme 1993-2002. Conférence ministérielle sur le paludisme. Amsterdam : OMS ; 27 octobre 1992.
- [46]. Carine G M M. Contrôle de la qualité de l'amodiaquine et la quinine.
Thèse de pharmacie Bamako; 2005.
- [47]. Pr Aubry P. Le paludisme.
<http://medecinetropicale.free.fr/cours/paludisme.htm> consulté le : 21 février 2010
- [48]. Rassoul E O M. Evaluation de la qualité de la prise en charge du paludisme grave à l'hôpital régional de Kaedi en Mauritanie : 2000 et 2002
Thèse de médecine Bamako; 2006. **N° 06-M-137**.
- [49]. wikipedia.
www.Bamako-wikipedia.htm. Consulté le : 01 février 2010
- [50]. Vincent R, Pierre G. Le paludisme urbain à Bobo dioulasso (Burkina fasso).
Med. Trop. p. 181-186.
- [51]. Plan de sécurité alimentaire commune de Dioro 2008-2012.
- [52]. Programme Minika.
1996. Programme d'appui au développement dans les communes de Ménaka.
- [53]. Keita M. Variations saisonnières des aspects épidémiologiques et cliniques du paludisme à Missira (Kolokani) en 2004 et 2005.
Thèse de médecine Bamako; 2007. **N° 07-M-89**.
- [54]. Statistiques sanitaires régionales.
2003. Système local d'information sanitaire (SLIS), Gao.
- [55]. Paugam A et Bourée P. Diagnostic biologique du paludisme. Techniques classiques et nouvelles.
Tech. Biol. 1994; **117**: 62-8.

[56]: Thomas P, Carnaval P, Felix A, Mouchet J. Le paludisme, encyclopédie médico-chirurgicale. Paris : Maladies infectieuses; 1984. A(10) 80-89 et A(30).

[57] : Le paludisme.

www.sante.univ.fr/med/ticem/umvf/paludisme/site/html/7_73_1.html consulté le 01 février 2010.

Fiche signalétique

Prénoms :

Cédric Jean Joseph

Nom . MBASSI

Titre . Etude comparative des indices paludométriques et cliniques de Bamako, Dioro, Ménaka et Missira

Date et lieu de naissance . 11 juin 1985

Nationalité . Camerounaise

Année universitaire . 2009 – 2010

Ville de soutenance . Bamako

Lieu de dépôt . Bibliothèque FMPOS

Secteur d'intérêt . Parasitologie et santé publique

Résumé . Nous avons pour objectif de mener une comparaison entre les indices paludométriques et cliniques de Bamako, Dioro, Ménaka et Missira. Notre étude était rétrospective et portait sur des données recueillies entre 2004 et 2006 à Bamako et Missira, entre 2004 et 2005 à Ménaka et en 2006 à Dioro. Nous avons retrouvé la prévalence palustre la plus élevée à Dioro (67,20%) et la plus basse à Ménaka (4,80%). Les moins de 12 ans étaient les plus infectés sur tous les sites sauf à Bamako où c'était l'inverse. Le *P. falciparum* était l'espèce prédominante sur les différents sites et le *P. vivax* était présent au nord-est du Mali (Ménaka). L'association entre la prévalence palustre et la pluviométrie moyenne n'était pas statistiquement significative ($P=0,803$). L'indice gamétocytaire était le plus élevé à Bamako (24,24%) et le plus faible à Ménaka (2,88%). Le taux d'anémie le plus élevé était à Dioro (39,80%); Ménaka quant à elle avait le taux le plus bas (7,21%). Ainsi donc, la pluviométrie n'est pas le seul facteur à influencer la prévalence palustre.

Mots clés : paludisme, Bamako, Dioro, Meneka, Missira, prévalence

Card-index

First name. Cédrick Jean Joseph

Name. Mbassi

E-mail. cedrickmbassi@yahoo.fr

Title. Comparative study of paludometricals and clinicals clues of Bamako, Dioro, Menaka and Missira

Academic year. 2009-2010

Town of defence. Bamako

Country of origin. Cameroon

Point discharge. Library FMPOS

Sector of interest. Parasitology and public health

Summary. Our aim is to conduct a comparison between the clinicals and malarimetrics indices of Bamako, Dioro, Menaka and Missira. Our study was retrospective and focused on data collected for Bamako and Missira between 2004 and 2006, for Menaka between 2004 and 2005 and for Dioro in 2006. We found the highest prevalence of malaria in Dioro (67.20%) and lowest in Menaka (4.80%). Children under 12 years old were the most infected at all sites except in Bamako where it was the opposite. *P. falciparum* was the predominant species on all sites and *P. vivax* was present in the north-eastern Mali (Menaka). The association between malaria prevalence and the average rainfall was not statistically significant ($P = 0.803$). The gametocyte indice was highest in Bamako (24.24%) and lowest was Menaka (2.88%). The rate of anemia was highest in Dioro (39.80%); Menaka about it had the lowest rate (7.21%). Therefore, rainfall is not the only factor to influence the prevalence of malaria.

Keywords: malaria, Bamako, Dioro, Menaka, Missira, prevalence

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de patrie ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception. Même sous la menace je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

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

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure.