

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS
SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DU MALI

UN PEUPLE-UN BUT-UNE FOI



FACULTE DE MEDECINE DE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2007-2008

N°

TITRE

**Relation entre les affections parasitaires et l'anémie
par carence martiale chez les femmes en âge de
procréer et les enfants de moins de 5 ans dans trois
zones**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le / / / 2008
devant le jury de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie

Par **Mr Drissa S. KONATE**

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

Jury

Président :

Membres :

Directeur de thèse :

Pr Dapa Aly DIALLO

Pr Amagana DOLO

Dr Aldiouma GUINDO

Pr Abdoulaye DABO

<p>FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE ANNEE UNIVERSITAIRE 2007-2008</p>

ADMINISTRATION**DOYEN: ANATOLE TOUNKARA – PROFESSEUR****1^{er} ASSESSEUR: DRISSA DIALLO – MAÎTRE DE CONFERENCES****2^{ème} ASSESSEUR: SEKOU SIDIBE – MAÎTRE DE CONFERENCE****SECRETAIRE PRINCIPAL: YENIMEGUE ALBERT DEMBELE – PROFESSEUR****AGENT COMPTABLE: MADAME COULIBALY FATOUMATA TALL- CONTROLEUR
DES FINANCES****PROFESSEURS HONORAIRES**

Mr Alou BA	Ophthalmologie
Mr Bocar SALL	Orthopédie Traumatologie – Secourisme
Mr Souleymane SANGARE	Pneumo-phtisiologie
Mr Yaya FOFANA	Hématologie
Mr Mamadou L. TRAORE	Chirurgie Générale
Mr Balla COULIBALY	Pédiatrie
Mr Mamadou DEMBELE	Chirurgie Générale
Mr Mamadou KOUMARE	Pharmacognosie
Mr Ali Nouhoum DIALLO	Médecine interne
Mr Aly GUINDO	Gastro-entérologie
Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
Mr Sinè BAYO	Anatomie-Pathologie-Histoembryologie
Mr Sidi Yaya SIMAGA	Santé Publique
Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine interne
Mr Boulkassoum HAIDARA	Législation
Mr Boubacar Sidiki CISSE	Toxicologie
Mr Massa SANOGO	Chimie Analytique

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D.E.R. & PAR GRADE
D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES

1. PROFESSEURS

Mr Abdel Karim KOUMARE	Chirurgie Générale
Mr Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie Traumatologie
Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
Mr Amadou DOLO	Gynéco-Obstétrique
Mr Alhousseini Ag MOHAMED	ORL
Mme SY Assitan SOW	Gynéco-Obstétrique

Mr Salif DIAKITE
 Mr Abdoulaye DIALLO
 Mr Djibril SANGARE
 Mr Abdoul Kader TRAORE dit DIOP

Gynéco-Obstétrique
 Anesthésie-Réanimation
 Chirurgie Générale **Chef de D.E.R.**
 Chirurgie Générale

. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Abdoulaye DIALLO
 Mr Gangaly DIALLO
 Mr Mamadou TRAORE
 Mr Filifing SISSOKO
 Mr Sékou SIDIBE
 Mr Abdoulaye DIALLO
 Mr Tieman COULIBALY
 Mme TRAORE J THOMAS
 Mr Mamadou L. DIOMBANA
 Mme DIALLO Fatimata S. DIABATE
 Mr Nouhoum ONGOÏBA
 Mr Sadio YENA
 Mr Youssouf COULIBALY

Ophtalmologie
 Chirurgie Viscérale
 Gynéco-Obstétrique
 Chirurgie Générale
 Orthopédie-Traumatologie
 Anesthésie-Reanimation
 Orthopédie-Traumatologie
 Ophtalmologie
 Stomatologie
 Gynéco-Obstétrique
 Anatomie & Chirurgie Générale
 Chirurgie thoracique
 Anesthésie-Reanimation

3. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Issa DIARRA
 Mr Samba Karim TIMBO
 Mme TOGOLA Fanta KONIPO
 Mr Zimogo Zié SANOGO
 Mme Djeneba DOUMBIA
 Mr Zanafon OUATTARA
 Mr Adama SANGARE
 Mr Sanoussi BAMANI
 Mr Doulaye SACKO
 Mr Ibrahim ALWATA
 Mr Lamine TRAORE
 Mr Mady MAKALOU
 Mr Aly TEMBELY
 Mr Niani MOUNKORO
 Mr Tiémoko D. COULIBALY
 Mr Souleymane TOGORA
 Mr Mohamed KEITA
 Mr Boureima MAIGA
 Mr Youssouf SOW
 Mr Djibo Mahamane DIANGO
 Mr Moustapha TOURE

Gynéco-Obstétrique
 ORL
 ORL
 Chirurgie Générale
 Anesthésie Réanimation
 Urologie
 Orthopédie- Traumatologie
 Ophtalmologie
 Ophtalmologie
 Orthopédie - Traumatologie
 Ophtalmologie
 Orthopédie-Traumatologie
 Urologie
 Gynécologie/ Obstétrique
 Odontologie
 Odontologie
 ORL
 Gynéco-Obstétrique
 Chirurgie Générale
 Anesthésie-réanimation
 Gynécologie

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS

Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
Mr Amadou DIALLO	Biologie
Mr Moussa HARAMA	Chimie Organique
Mr Ogobara DOUMBO	Parasitologie-Mycologie
Mr Yénimégué Albert DEMBELE	Chimie Organique
Mr Anatole TOUNKARA	Immunologie
Mr Bakary M. CISSE	Biochimie
Mr Abdourahamane S. MAÏGA	Parasitologie
Mr Adama DIARRA	Physiologie
Mr Mamadou KONE	Physiologie

2. MAÎTRES DE CONFERENCES

Mr Amadou TOURE	Histoembryologie
Mr Flabou BOUGOUDOGO	Bactériologie – Virologie
Mr Amagana DOLO	Parasitologie – Mycologie Chef de D.E.R.
Mr Mahamadou CISSE	Biologie
Mr Sékou F. M. TRAORE	Entomologie médicale
Mr Abdoulaye DABO	Malacologie – Biologie Animale
Mr Ibrahim I. MAÏGA	Bactériologie – Virologie

3. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Lassana DOUMBIA	Chimie Organique
Mr Mounirou BABY	Hématologie
Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie – Mycologie
Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
Mr Kaourou DOUCOURE	Biologie
Mr Bouréma KOURIBA	Immunologie
Mr Souleymane DIALLO	Bactériologie/ Virologie
Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie pathologie
Mr Guimogo DOLO	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Mouctar DIALLO	Biologie/ Parasitologie
Mr Abdoulaye TOURE	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Boubacar TRAORE	Parasitologie - Mycologie

4. ASSISTANTS

Mr Mangara M. BAGAYOKO	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Djbril SANGARE	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Bokary Y. SACKO	Biochimie
Mr Mamadou BA	Biologie, Parasitologie Entomologie
Médicale	

Mr Moussa FANE

Parasitologie /Entomologie

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES**1. PROFESSEURS**

Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
Mr Mahamane MAÏGA	Néphrologie
Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie- Chef de D.E.R.
Mr Moussa TRAORE	Neurologie
Mr Issa TRAORE	Radiologie
Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entérologie-Hépatologie
Mr Somita KEITA	Dermato-Léprologie
Mr Boubacar DIALLO	Cardiologie
Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie

2. MAÎTRES DE CONFERENCES

Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
Mr Abdel Kader TRAORE	Médecine Interne
Mr Siaka SIDIBE	Radiologie
Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
Mr Mamady KANE	Radiologie
Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
Mr Bou DIAKITE	Psychiatrie
Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-entérologie
Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie
Mr Adama D. KEITA	Radiologie

3- MAITRES ASSISTANTS

Mme TRAORE Mariam SYLLA	Pédiatrie
Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie
Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses
Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
Mme DIARRA Assétou SOUCKO	Médecine interne
Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
Mr Mahamadou TOURE	Radiologie

Mr Idrissa A. CISSE	Dermatologie
Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
Mr Anselme KONATE	Hépto-gastro-entérologie
Mr Moussa T. DIARRA	Hépto-gastro-entérologie
Mr Souleymane DIALLO	Pneumologie
Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
Mr Sounkalo DAO	Maladies infectieuses
Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie

D.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

1. PROFESSEUR

Mr Gaoussou KANOUTE	Chimie Analytique Chef de D.E.R
Mr Ousmane DOUMBIA	Pharmacie Chimique
Mr Elimane MARIKO	Pharmacologie

2. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Drissa DIALLO	Matières Médicales
Mr Alou KEITA	Galénique
Mr Bénéot Yaranga KOUMARE	Chimie analytique
Mr Ababacar I. MAÏGA	Toxicologie

3. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Yaya KANE	Galénique
Mme Rokia SANOGO	Pharmacognosie
Mr Saibou MAIGA	Législation
Mr Ousmane KOITA	Parasitologie Moléculaire
Mr Yaya COULIBALY	Législation

D.E.R. SANTE PUBLIQUE

1. PROFESSEUR

Mr Sanoussi KONATE	Santé Publique, Chef de D.E.R
--------------------	--------------------------------------

2. MAÎTRE DE CONFERENCES

Mr Moussa A. MAÏGA	Santé Publique
--------------------	----------------

3. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Adama DIAWARA	Santé Publique
Mr Hamadoun SANGHO	Santé Publique
Mr Massambou SACKO	Santé Publique
Mr Alassane A. DICKO	Santé Publique
Mr Mamadou Sounkalo TRAORE	Santé Publique
Mr Samba DIOP	Anthropologie Médicale
Mr Seydou DOUMBIA	Epidémiologie
Mr Akory AG IKNANE	Santé Publique
Mr Hammadoun Aly SANGO	Santé Publique

4. ASSISTANTS

Mr Oumar THIERO	Biostatistique
Mr Seydou DIARRA	Anthropologie Médicale

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

Mr N'Golo DIARRA	Botanique
Mr Bouba DIARRA	Bactériologie
Mr Salikou SANOGO	Physique
Mr Boubacar KANTE	Galénique
Mr Souleymane GUINDO	Gestion
Mme DEMBELE Sira DIARRA	Mathématiques
Mr Modibo DIARRA	Nutrition
Mme MAÏGA Fatoumata SOKONA	Hygiène du Milieu
Mr Mahamadou TRAORE	Génétique
Mr Yaya COULIBALY	Législation
Mr Lassine SIDIBE	Chimie Organique

ENSEIGNANTS EN MISSION

Pr. Doudou BA	Bromatologie
Pr. Babacar FAYE	Pharmacodynamie
Pr. Mounirou CISS	Hydrologie
Pr Amadou Papa Diop	Biochimie.
Pr. Lamine GAYE	Physiologie

DEDICACES

A Dieu

Le TOUT PUISSANT, le TOUT MISERICORDIEUX, de m'avoir donné la santé et le courage de mener à bout ce travail.

Que sa grâce soit sur nous tous.

A ma mère Farima NIARE

Ce travail est le résultat de tous les efforts que tu ne cesses de consentir pour ta famille. Nous avons admiré ta patience, tes sages conseils pour une meilleure éducation de tes enfants.

Que Dieu accepte tes prières.

A mon père Sounkalo KONATE

Nous avons admiré ton courage, ton souci constant pour l'instruction de tes enfants et ton esprit de travail bien fait.

Trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude. Que le Tout Puissant exhausse tes vœux.

REMERCIEMENTS

A mon tuteur Lamine KONATE

Tu m'as rendu la vie agréable à Bamako en m'accueillant comme un fils. Ton humanisme, ta bonté envers les autres témoignent de ta grandeur d'âme. Sois rassuré de ma reconnaissance à toute ta famille.

A mon frère Bréhima KONATE

Ta compréhension, ton esprit de solidarité et ton apport ne m'ont jamais fait défaut dans la réalisation de ce travail. Puisse ce travail être le témoignage d'une relation maternelle solide, sincère et durable.

A ma tante Nanténin KEITA

Pour tout le soutien et l'amour que tu as nourris à notre égard. En gardant le souvenir de nombreux services rendus, nous serons heureux que tu trouves dans ce travail le témoignage de toute notre reconnaissance.

A mes tantes Maman NIARE, Mariam SOUCKO, Djenebou DIARRA

Vos conseils ont été déterminants dans la réussite de ce travail. Trouvez ici l'expression de tous mes remerciements.

A mes amis Siaka DDEMBELE, Modibo KAMISSOKO, Salif ONGOIBA, Intimbèye TIMBINE, Missiri SISSOKO

Tous mes remerciements pour votre apport, votre compréhension et votre disponibilité.

Trouvez ici le témoignage d'une amitié sincère et durable.

A Sékou KONATE, Siradié KONATE, Oumar DIARRA, Ibrahim KONATE, Drissa TRAORE, Oumou KONATE, Minata KONATE, Adiaratou KONATE, Mme TRAORE Oumou KAMISSOKO

Tous mes remerciements pour votre collaboration.

Aux Drs. N. MOUNKORO, I. TEGUETE et S. SISSOKO, la sage femme Haby THIAM

Votre pragmatisme et surtout votre volonté de transmettre le savoir aux étudiants partout et n'importe quand nous énormément émerveillés.

Trouvez ici l'expression de toute ma reconnaissance.

Aux Drs. Adama DIARRA, Nouhoum CAMARA, Seydou DAO et Fatoumata DIALLO ; Mme TEGUETE Awa DOUGNON, Mr Siaka DIARRA, Mr Amadou FOMBA

Merci pour votre franche collaboration.

Aux Drs. Hamidou Traoré, Saibou Dombia, Nana KODIO, TAPILY et Drissa GUINDO, Mrs Moussa DIAKITE, Yamoussa KEITA, Abdoulaye TAPILY et Golou TOGO

Votre soutien, votre simplicité et votre esprit d'équipe m'ont beaucoup servi pour la réalisation de ce travail

Toute ma reconnaissance et tous mes remerciements pour cette franche collaboration.

A Mrs Samba COUMARE, Kéka DIARRA, Salam DIARRA, Kifferi KEITA, aux Drs. Adama KEITA et Daouda KEITA

Merci pour votre collaboration.

A mes maîtres du DEAP/MRTC, Dr Moctar DIALLO, DR Abdoulaye DJIMDE, Dr Mahamadou Soumana SISSOKO, Mrs Mamadou BAH et Ousmane TOURE

Votre gentillesse, votre esprit de bon formateur ne nous ont jamais fait défaut. Trouvez ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A (feu) Bassi KONATE et (feu) Hamadi SISSOKO

Dormez en paix. Amen !

A tous les membres du groupe VITA de Taliko

Merci pour votre collaboration

A tous les chercheurs du DEAP/MRTC

Merci pour votre collaboration, votre contribution et votre esprit d'équipe.

A tout le corps professoral de la FMPOS

Merci pour l'enseignement reçu et les différents encadrements que nous avons bénéficiés tout au long de notre formation.

Trouvez ici l'expression de toute notre gratitude.

A notre Maitre, Professeur Ogobara K. Doumbo

Professeur de Parasitologie et de Mycologie à la FMPOS, Directeur du MRTC, Directeur du cours d'Epidémiologie pour cadre supérieurs de la santé en Afrique.

Permettez nous de vous remercier cher maitre de la confiance que vous avez placée en nous acceptant à vos coté.

Soyez rassuré de profonde gratitude.

HOMMAGE AUX MEMBRES DU JURY

A notre Maître et Président du jury, Professeur Dapa Aly DIALLO

Professeur titulaire d'Hématologie à la FMPOS.,
Directeur du laboratoire d'Hématologie de la FMPOS,
Chef de service d'Hématologie - Oncologie Médicale de l'hôpital de Point-G.
Honorable Maître, vous avez accepté de juger ce travail malgré vos multiples occupations. Nous avons beaucoup apprécié votre abnégation au travail, votre sens élevé pour le travail bien fait, toutes choses qui font de vous un éminent homme de science unanimement reconnu.
Cher Maître, nous avons en outre eu la chance de bénéficier de votre riche enseignement et de votre enthousiasme contagieux au travail.
Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

A notre Maitre et juge, Professeur Agrégé Amagana DOLO

Professeur Agrégé de Parasitologie-Mycologie à la FMPOS,
Responsable de l'unité d'immunologie du MRTC,
Chef de D.E.R des sciences fondamentales à la FMPOS,
Cher maitre, nous avons beaucoup admiré vos qualités pédagogiques et humaines.
Votre discrétion, votre dynamisme et votre disponibilité constante font de vous un maitre idéal, admiré de tous.
Veuillez accepter, cher maitre le témoignage de notre profonde gratitude.

Au notre Maître et juge, Dr Aldiouma GUINDO

Chercheur au Département d'Epidémiologie des Affections Parasitaires.

Cher maître,

Nous avons apprécié la spontanéité avec la quelle vous avez accepté de juger ce travail. Cela témoigne de votre disponibilité et de votre souci constant pour la formation des jeunes.

Recevez toute notre reconnaissance.

Au notre Maître et Directeur de thèse, Professeur Abdoulaye Dabo

Maître de Conférences en Biologie Animale, Parasitologie et Malacologie ;
Chef de l'Unité de Formation et de Recherche sur les Helminthiases et les Mollusques Hôtes Intermédiaires au Département d'Epidémiologie des Affections parasitaires.

Permettez nous de vous remercier cher Maître de la confiance que vous nous avez placée en acceptant de nous proposer ce travail. Votre rigueur scientifique, votre grand humanisme, votre simplicité font de vous aujourd'hui un Maître exemplaire.

Permettez nous de vous réitérer, cher maître l'expression de notre profonde gratitude et de notre indéfectible disponibilité.

SOMMAIRE	
I. INTRODUCTION.....	1
II. HYPOTHESE DE RECHERCHE.....	3
III. OBJECTIFS.....	3
3.1. Objectif général.....	3
3.2. Objectifs spécifiques.....	3
IV. METHODOLOGIE.....	4
4.1. Echantillonnage.....	4
4.1.1 Choix des zones agro-écologiques.....	4
4.1.2. Choix des villages.....	5
4.1.2.1. Bancoumana.....	5
4.1.2.2. Keniero.....	6
4.1.2.3. Banco.....	7
4.1.2.4. Seribila.....	7
4.1.2.5. Allamaniana.....	8
4.1.2.6. Diarratoula.....	9
4.1.3. Choix des familles et des sujets d'étude.....	9
4.1.4. Taille de l'échantillon.....	10
4.2. Période d'étude.....	11
4.3. Type d'étude.....	11
4.4. Population d'étude.....	12
4.4.1. Critères d'inclusion.....	12
4.4.2. Critères de non inclusion.....	12
4.5. Variables.....	12

4.6. Tests de laboratoire	13
4.6.1. Tests hématologiques	13
4.6.2. Tests parasitologiques.....	13
4.7. Déroulement de l'enquête	14
4.8. Gestion des données	15
4.8.1. Collecte des données.....	15
4.8.2. Contrôle de qualité et sécurité des données.....	15
4.8.3. Analyse des données.....	16
4.9. Critères de jugement	16
4.10. Considérations Ethiques	17
V. RESULTATS	19
5.1. Données socio-démographiques	19
5.2. Fréquences des parasitoses	21
5.3. Données hématologiques	22
5.4. Association parasitisme-anémie	24
VI. DISCUSSION	29
6.1. Aspects cliniques	29
6.2. Aspects parasitologiques	29
VII. CONCLUSION	33
VIII. RECOMMANDATIONS	34
IX. REFERENCES	35
X. RESUME	40
XI. ANNEXES	42
Annexe 1: Techniques de Kato-Katz.....	42
Annexe 2 : Technique de la filtration des urines.....	44
Annexe 3 : Technique de la goutte épaisse	45
Annexe 4 : Dosage du taux d'hémoglobine.....	47
Annexe 5 : Formulaire d'enquête parasitologie- Hématologie.....	49

I. INTRODUCTION

L'anémie selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), se définit par une diminution de la concentration d'hémoglobine en dessous des valeurs limites en rapport avec l'âge, le sexe et l'état physiologique des individus. Dans les formes sévères, la conséquence la plus dramatique de l'anémie réside dans l'augmentation du risque de mortalité maternelle et infantile [1]. La carence martiale est la forme de carence nutritionnelle la plus répandue dans le monde. Elle affecte plus de 3,5 milliards d'individus dans les pays en développement [2]. L'anémie est par ailleurs responsable d'un retard de développement chez l'enfant et d'une baisse de la productivité au travail chez l'adulte [3].

Selon des études menées en Côte d'Ivoire et au Bénin, le déficit en fer représente environ 50% chez les enfants et les femmes enceintes [4, 5]. Les résultats d'une étude menée en Afrique et Asie montrent que la prévalence de l'anémie est surtout élevée chez les enfants d'âge scolaire avec plus de 40% [6].

Au Mali, des travaux effectués sur les anémies montrent son importance aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Une enquête menée en 2005 dans le district de Bamako rapporte que 73% des cas d'anémie chez les femmes sont largement dus à une carence en fer [7]. Une autre enquête menée à Bandiagara apporte une prévalence de 40,1% chez les femmes enceintes dont 12,8% chez les primipares [8].

L'anémie est à la fois un indicateur de détérioration de l'état nutritionnel et de l'état de santé. La carence martiale dans sa forme la plus sévère conduit à l'anémie. Toutefois, la déficience en fer ne constitue pas la seule cause de l'anémie dans de nombreuses régions. C'est notamment le cas des pays où les maladies infectieuses telles que le paludisme, la tuberculose, l'infection à VIH/SIDA et les helminthes contribuent à en augmenter la prévalence [4, 9, 10, 11]. L'anémie associée au paludisme à *Plasmodium falciparum* a une part

importante dans la mortalité de la mère et des enfants. Au cours de l'infection à VIH/SIDA, elle est reconnue comme un facteur de risque indépendant de mortalité prématurée [12, 13]. Les helminthoses (ankylostomiase et schistosomiase en particulier) provoquent l'anémie par des pertes de sang [14, 15]; par ailleurs les hémoglobinopathies ayant un impact sur la prévalence de l'anémie jouent un rôle essentiel dans certaines régions [16, 17].

Au Mali, la malnutrition constitue l'une des principales causes de mortalité infantile. Chez les enfants de moins de cinq (5) ans 38% souffrent de malnutrition chronique et elle constitue une toile de fond pour les infections [18]. La malnutrition peut-être aggravée par les infections et particulièrement les parasitoses [19]. La qualité des aliments apparaît ainsi aujourd'hui comme un élément essentiel dans les stratégies de lutte contre la malnutrition et l'anémie. Les populations vivant dans les zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest dépendent de façon croissante des sources végétales pour l'apport en micronutriments en dépit de la très faible biodisponibilité de ces derniers. Pour améliorer la qualité des aliments et lutter contre la malnutrition et l'anémie, l'Organisation Non Gouvernementale, HKI Mali a envisagé d'enrichir les céréales sèches (sorgho et mil) en fer et zinc dans les zones de Kangaba, Dioïla et Ténenkou. Mais une telle activité de lutte préventive contre l'anémie exige l'exploration des autres causes responsables de carence martiale comme les parasitoses. Une meilleure connaissance des étiologies de l'anémie permettra ainsi d'identifier le type d'intervention le mieux approprié pour y faire face. Autrement, en raison du caractère multifactoriel de l'anémie, la supplémentation ou l'enrichissement des aliments en fer ou en zinc n'aura aucun impact positif sur la santé des populations si les causes de cette anémie ne sont pas bien connues. C'est ainsi que nous avons entrepris d'étudier le rôle des étiologies parasitaires dans la survenue de l'anémie dans les zones couvertes par le projet avant la mise en œuvre de la stratégie d'amélioration de l'état nutritionnel des populations.

II. HYPOTHESE DE RECHERCHE

En dépit du caractère multifactoriel de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans et les femmes en âge de procréer, les étiologies parasitaires notamment le paludisme et les helminthoses y occupent une place prépondérante.

III. OBJECTIFS

3.1. Objectif général

Etudier la relation entre les affections parasitaires et l'anémie par carence martiale dans trois zones agro-écologiques différentes au Mali.

3.2. Objectifs spécifiques

- Déterminer le taux de prévalence du paludisme (indices plasmodique, gamétocytaire et splénique), des helminthoses (ankylostomose, oxyurose, téniasis et schistosomose) et de l'anémie dans la population des femmes en âge de procréer et celle des enfants de moins de 5 ans à Kangaba, Dioïla et Ténenkou ;
- Effectuer le dosage du taux de ferritine sérique dans la population d'étude ;
- Quantifier la relation entre la présence des parasites et celle de l'anémie par carence martiale dans la population cible.

IV. METHODOLOGIE

4.1. ECHANTILLONNAGE

4.1.1. Choix des zones agro-écologiques

L'enquête a été menée dans trois zones agro-écologiques correspondant à celles de la mise en œuvre du projet An bé Djigui (expression Bambara signifiant «espoir pour tous») de l'Organisation Non Gouvernemental (ONG) Hellen Keller International (HKI). Ces zones ont été choisies en rapport avec les céréales produites et les techniques de production préconisées par le projet.

➤ Zone du Mandé où est pratiquée essentiellement la culture du mil. Cette zone bénéficie de l'encadrement des institutions de recherche comme l'IER (l'Institut d'Economie rurale) et l'ICRISAT avec des essais participatifs d'introduction de nouvelles variétés de sorgho ;

➤ Zone de Dioila, où se fait la culture du mil et du coton. La zone est fortement monétisée avec des moyens de production mécanisés et modernes. Elle bénéficie aussi de l'encadrement des institutions de recherche comme l'IER et l'ICRISAT avec des essais participatifs d'introduction de nouvelles variétés de sorgho.

➤ Zone sahélienne de Ténenkou dans la région de Mopti où est pratiquée la culture du sorgho souvent associé à l'élevage. Cette zone bénéficie de l'encadrement de l'ONG agro-Action-Allemande (A-A-A).

4.1.2. Choix des villages

Deux villages ont été sélectionnés de façon raisonnée par zone sur la base des critères préétablis et validés par l'ensemble des partenaires. Il s'agit d'assurer un compromis entre les ressources disponibles et les exigences des différents volets du projet, mais aussi les autres projets Mc Night et ALIVE. Les villages retenus sont Bancoumana et Kéniéro dans la zone du Mandé, Banco et Sérabila dans la zone de Dioïla, Allamaniana et Diarratoula dans la zone de Ténenkou (**Figure 1**).

4.1.2.1. Bancoumana

Le village est situé en zone de savane sud-soudanienne, à 60 km au sud-ouest de Bamako dans le cercle de Kati (région de Koulikoro). Il est limité au Nord par le village de Samanko, à l'Est par Kolé au Sud par Dankassan, à l'Ouest par Nangilagoubou. La population de Bancoumana est estimée à environ 10 000 habitants. Celle-ci est composée majoritairement de Malinkés, auxquels sont venus s'ajouter des Peulhs.

Le village est fondé au XVI^{ème} siècle par Namanka Keita. De retour d'une razzia, il identifia le site de Bancoumana propice à l'agriculture et à la chasse. Ayant conduit ses razzias dans son village natal (Naréna), il revint s'installer à ce qui deviendra plus tard Bancoumana (de *ban*, le refus ; de *kuma*, la parole, la communication et de *na*, substantif de lieu). En effet, Namanka a refusé d'obéir à l'ordre de son frère aîné qui lui avait exigé de revenir auprès de lui à Naréna.

Le climat est de type soudanien. Situé sur le prolongement des Monts Manding, le village reçoit par an, une précipitation de 1200 mm d'eau. L'année est divisée deux saisons :

- La saison des pluies de juin à octobre
- La saison sèche de novembre à mai.

Au sud du village se trouve une vaste plaine abritant la mare sacrée du village. Véritable gîte larvaire, cette mare est inondée en saison des pluies. Le réseau hydrographique comporte en outre la rivière Koba.

4.1.2.2. Kéniéro

Village situé à 24 km à l'Ouest de la commune de Siby dans le cercle de Kati, (région de Koulikoro). Il est limité à l'Est par Sodiankoro, à l'Ouest par Kalagué, au Nord par Saguéna et au Sud par des hameaux. La population est estimée à 3000 habitants. Celle-ci est dominée par les Malinkés auxquels s'ajoute une minorité de Peulhs etc.

Le village est fondé il y a environ 400 ans (enquête des ressortissants du village) par un guerrier Nah Séné Keita originaire du Kanimbala (Mandé). Il est situé dans la zone soudanienne sur le plateau manding avec une précipitation de 1200 mm d'eau par an. L'année est divisée en deux saisons :

- saison pluvieuse (mai - octobre) ;
- saison sèche (novembre - avril) ;

Une rivière alimentée par les eaux de ruissellements traverse le village en plein centre et constitue un excellent gîte pour le développement des vecteurs.

Le centre de santé est créé en 1960 et compte 3 salles. Il est géré par une matrone et un infirmier.

L'établissement scolaire primaire date également de 1960 et le second cycle de 2002. Les cérémonies culturelles sont dominées par le « Loshie » célébré tous les 7 ans. Il s'agit d'une cérémonie culturelle au cours de laquelle le toit de la case sacrée est confectionné. L'islam est la principale religion pratiquée.

4.1.2.3. Banco

Le village est situé à 65km au sud du cercle de Dioïla dans la région de Koulikoro. Il est limité à l'Est par Kala, au Sud par Komobougou et Diogo, à l'Ouest par Biakoroni et au Nord par Koula. La population est estimée à 3402 habitants selon une enquête menée par le CSCOM. Celle-ci est dominée par les Bambaras. L'agriculture (maïs et mil) et le petit commerce sont les principales activités économiques des populations.

Le village est fondé il y a environ 200 ans par N'golo Fomba (guerrier venu de Ségou) qui s'installe dans la zone et donna le nom « Banco » à cette localité.

Banco est situé en zone de savane nord soudanienne avec une saison pluvieuse (de juin à septembre) et une saison sèche (de novembre à mai). La zone reçoit 600 à 700 mm d'eau par an.

Le village est doté d'un CSCOM qui comprend une pharmacie, une maternité et 6 salles d'hospitalisations.

Les cérémonies culturelles sont dominées par le « Dioko » célébré tous les 7 ans. Il s'agit d'une cérémonie culturelle consacrée à l'entretien et à l'exposition des anciennes armes de guerre qui font la fierté de ceux qui s'en sont servi pour faire rayonner l'image du village. La principale religion pratiquée est l'islam.

4.1.2.4. Sérabila

Le village est situé à 25km au sud de Banco dans le cercle de Massigui (région de Koulikoro). IL est limité à l'Est par Ouolokoro, au Nord par Diogo, à l'Ouest par Niamankoro et au Sud par Kuantou. La population est estimée à 1000 habitants (selon le comité du chef de village). Celle-ci est dominée par les

Bambaras et les Malinkés. L'agriculture (mil et maïs), le petit commerce et la pêche dominent les activités économiques.

Le village de Sérabila est fondé il y'a environ 150 ans par un chasseur Séribou Coulibaly venu s'installer derrière la rivière située à 2km à l'ouest du village et donne son nom au village.

Le climat est de type nord soudanien avec une saison pluvieuse et une saison sèche. La localité enregistre des précipitations de 600 à 700 mm d'eau par an.

Le centre de santé comporte 6 salles dont la gestion est assurée par une matrone. L'école compte 6 salles gérées par 2 enseignants. Les cérémonies culturelles sont dominées par la fête des récoltes. Les religions pratiquées sont l'islam et l'animisme.

4.1.2.5. Allamaniana

Le village est situé à 7km à l'ouest de Dioura dans le cercle de Ténenkou (région de Mopti). Il est limité à l'Est par Dioura, au Sud par Dioke et Bancana, à l'Ouest par Doma et au Nord par Séribougou. La population est estimée à 700 habitants (selon le comité du chef de village). Celle-ci est dominée par les Bambaras qui sont essentiellement cultivateurs (sorgho). Toutefois, l'élevage (bovin, caprin ovin) occupe aussi une place prépondérante dans l'économie du village.

Le village est fondé il y'a environ 100 ans par Samba Coulibaly, un commerçant venu de Dioura qui donne le nom Allamaniana signifiant littéralement « Que Dieu bénisse ».

Allamaniana est situé dans la zone sahéenne avec 2 types de saisons, une saison pluvieuse de juin à septembre et une saison sèche de novembre à mai. Il tombe 300 à 400 mm de précipitations par an.

Le village ne possède ni de centre de santé, ni d'établissement scolaire. La religion pratiquée est l'islam.

4.1.2.6. Diarratoula

Situé à 9 km au nord de Dioura, le village fait partir du cercle de Ténenkou (région de Mopti). Il est limité à l'Est par Sékouba, au Sud par Dioura, à l'Ouest par Saberolondi, au Nord par Tourasidi. La population est estimée à 560 habitants selon le comité du village. Elle est dominée par les Bambaras, les Peulhs qui sont cultivateurs (sorgho) et éleveurs.

Le village a été créé par N'tji Diarra il y a 200 ans, un chasseur venu de Ségou. Celui-ci s'installa dans une zone où pullulaient les lions et donna le nom «Diarratoula » (buissons des lions) à cette localité.

Le climat est de type sahélien avec des précipitations de 300 à 400 mm d'eau par an. Il y'a 2 saisons, une saison pluvieuse (de juin à septembre) et une saison sèche (octobre à mai) comme à Allamaniana.

Le village ne possède ni centre de santé, ni d'établissement scolaire. La religion pratiquée est l'islam.

4.1.3. Choix des familles et des sujets d'étude

Un recensement préalable exhaustif des familles a d'abord été fait par les partenaires locaux (ULPC, ACOD, AOPP et Agro-Action-Allemande) dans chacun des six villages du projet. La famille correspond ici à l'ensemble des convives qui partagent régulièrement les repas issu d'un même foyer). Ce recensement est particulièrement axé sur l'identification des femmes en âge de procréer et leurs enfants de moins de 5 ans. La liste des familles de chaque village est ensuite utilisée pour un tirage aléatoire des familles concernées par

l'enquête. Des familles engagées dans les essais participatifs des autres projets ont été également tirées en cas d'éventuelles défections des familles initialement retenues.

Les principales cibles de l'enquête sont :

- les chefs de famille
- les enfants de moins de cinq ans
- les mères d'enfants de moins de 49 ans

4.1.4. Taille de l'échantillon

Le choix de la formule utilisée pour calculer la taille minimale de l'échantillon repose sur un certain nombre de considérations qui prennent en compte le protocole, les besoins d'informations et la nature de la variable d'intérêt (continue ou discontinue). Dans la perspective de détecter la différence d'évolution pour le principal paramètre biologique de l'étude (l'anémie dans chaque zone écologique), la formule suivante a été utilisée :

$$N = D [(\alpha + \beta)^2 * (p_1 (1-p_1) + p_2 (1-p_2))] / \Delta^2 \quad \text{où}$$

N = taille de l'échantillon ;

P1 = prévalence de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans (60%) et chez les femmes de 15 à 49 ans (47%) [18] dans les anciens villages ou villages avant intervention ;

P2 = prévalence de l'anémie dans les nouveaux villages ou villages après intervention, soit un taux de réduction de 50% du taux d'anémie dans chaque groupe ;

Δ = différence de niveaux entre deux groupes de villages ou d'un groupe de villages avant/après intervention

D = coefficient de correction de l'effet grappe dans le cas de sondage en grappes

α = probabilité de conclure à tort sur une différence au projet. La valeur habituelle de α est 0,05 ;

β = probabilité de conclure sur l'absence de différence tandis qu'elle existe réellement. La valeur habituelle de β est plus élevée que celle de α (0,20) soit 0,84 dans le cadre de cette étude.

L'application de cette formule, en utilisant les meilleures estimations possibles des indicateurs de l'enquête relevées dans les documents d'EDSMIII 2001, permet de calculer la taille de l'échantillon à partir des taux d'anémie. La taille minimale la plus élevée calculée sur la base d'une réduction anticipée de 50% de la prévalence de l'anémie était de 35 sujets chez les femmes en âge de procréer, par groupe cible et zone d'enquête. Elle a été ajustée avec rajout de 15 sujets correspondant à des cas de pertes de vue, soit au total 50 sujets par groupe cible et par zone.

Une taille d'échantillon de 50 familles avec couples mères enfants de moins de 5 ans, correspond à un total de 150 familles pour les trois zones d'enquête.

4.2. PERIODE D'ETUDE

L'étude s'est déroulée de novembre à décembre 2006. Cette période correspond à celle de la recrudescence des cas cliniques graves de paludisme et de l'aggravation de l'anémie. C'est en fait le mois de soudure où les récoltes ne sont pas encore faites et donc où les greniers manquent très souvent de céréales. La quantité et la qualité des repas s'en trouvent alors grandement affectées.

4.3. TYPE D'ETUDE

Il s'agit d'une étude transversale à un seul passage.

4.4. Population d'étude

4.4.1. Critères d'inclusion

- Obtention du consentement communautaire ;
- Obtention du consentement ou de l'assentiment (mineurs) des participants ;
- Appartenance au groupe d'âge des enfants de moins de 5 ans ou à celui des femmes âgées de 15 à 49 ans résidant dans l'un des 6 villages d'étude des cercles de Kangaba, Dioila et Ténenkou.

4.4.2. Critères de non inclusion

- Ressortissant d'une localité autre que celles retenues à participer à l'enquête ;
- Absence du consentement ou de l'assentiment (mineurs) ;
- Appartenance aux groupes des enfants âgés de plus de 5 ans ou à ceux des femmes âgées de moins de 15 ans et de plus de 49 ans.

4.5. VARIABLES

Il s'agit des variables :

- Démographiques (nom, prénom, âge, sexe, ethnie, statut du femme),
- Cliniques (poids, température, taille de la rate)
- Hématologiques (taux d'hémoglobine et taux de ferritine)
- Parasitologiques (présence de *Plasmodium falciparum*, *Schistosoma* sp. et autres helminthoses intestinales).

4.6. TESTS DE LABORATOIRE

4.6.1. Les tests hématologiques

4.6.1.1. Dosage du taux d'hémoglobine

Le taux d'hémoglobine a été déterminé par l'Hémocue® à partir du prélèvement capillaire (**Annexe1**).

4.6.1.2. Dosage de la ferritine

La ferritine a été dosée à l'Institut National de Santé Publique (INRSP). Ce dosage a été fait par la technique ELFA (Linked Fluorescent Assay).

4.6.2. Tests parasitologiques

4.6.2.1. Goutte épaisse

Les gouttes épaisses ont été confectionnées, colorées et lues sur le site. La parasitémie a été quantifiée en utilisant la méthode standard, c'est-à-dire le comptage des parasites sur 300 leucocytes et la quantification de la parasitémie par microlitre (μl) de sang en supposant une moyenne de 7500 leucocytes / μl de sang. Toutes les lames étaient lues par un seul microscope ; 10% des lames sont ensuite lues par un second microscope (pour un contrôle de qualité) qui ignore tout les résultats du premier lecteur. Pour chaque lame lue, si les parasitémies obtenues par les deux lecteurs diffèrent de plus de 25%, la même lame était relue par un troisième lecteur qui joue le rôle d'arbitre (**Annexe 2**).

4.6.2.2. Examen des selles

La recherche et la quantification des œufs d'helminthes dans les selles (*Necator americanus*, *Trichuris trichiura*, *Tænia* sp., *Hymenolepis nana*, *Enterobius vermicularis* et *Schistosoma mansoni*) ont été faites par la technique semi-quantitative du Kato-Katz (**Annexe 3**).

4.6.2.3. Examen des urines

Nous avons procédé à la filtration de 10ml d'urine sur papier Whatman pour la recherche et la quantification des œufs de *Schistosoma hæmatobium* (**Annexe 4**).

4.7. DEROULEMENT DE L'ETUDE

Avant le démarrage de l'étude, une visite de contact a été effectuée auprès des autorités sanitaires, politiques administratives et villageoises. Le but de cette visite était de les informer sur le contenu du protocole, la procédure de l'enquête et l'obtention de leur adhésion. Au cours de notre passage, chaque volontaire, a donné par écrit son consentement ou l'assentiment du parent pour les mineurs en présence d'un témoin. Les cliniciens et les biologistes de l'équipe de MRTC ont été chargés de l'exécution du protocole sur le terrain. Chaque volontaire a un numéro d'identification unique tenant compte de son lieu de résidence, de sa famille et de son ménage. Un numéro d'étude à 4 chiffres a été attribué à chaque participant selon son ordre de recrutement. Ce numéro demeure inchangé pendant toute la durée de l'étude. Au cours du passage, des guides locaux contribuent à la recherche active des participants et à leur identification. Chaque volontaire a bénéficié d'un examen clinique systématique. Un prélèvement de sang a été fait pour la recherche des plasmodies et la détermination du taux d'hémoglobine. La ferritine a été dosée chez tous les participants en vue de déterminer l'état des réserves en fer. Après inclusion, chaque participant doit fournir un échantillon de selle et d'urine pour la recherche des parasites.

L'anémie correspond à des taux d'hémoglobine inférieurs à 11g/dl chez la femme enceinte et les enfants de moins de 5 ans ou à 12g/dl chez la femme adulte non enceinte. L'anémie sévère a été définie par un taux d'hémoglobine inférieur à 7g/dl et l'anémie modérée par un taux d'hémoglobine entre 7-9g/dl.

Toute valeur de la ferritine inférieure à 15ng/l chez les enfants et à 20ng/l chez les femmes était considérée comme une carence martiale.

4.8. GESTION DES DONNEES

4.8.1. Collecte des données

Les données ont été recueillies et stockées sur des supports d'enquête appelés «Formulaire de report de cas » (FRC), des fiches d'enquête et dans des cahiers.

Les données cliniques ont été directement reportées sur des formulaires de report de cas. A la fin de la journée, les cliniciens vérifiaient systématiquement que tous les formulaires de report de cas sont bien remplis. Les erreurs identifiées étaient aussitôt corrigées.

Les données biologiques (parasitologiques et hématologiques) ont été d'abord portées sur les fiches de paillasse, puis sur des formulaires de report de cas et dans les cahiers. En fin de journée, les résultats étaient vérifiés par numéro d'étude, ensuite reportés dans les formulaires de report de cas.

4.8.2. Contrôle de qualité et sécurité des données

Les données étaient contrôlées quotidiennement sur le terrain pour détecter les éventuelles erreurs et les informations manquantes. Le contrôle de qualité des données a été assuré par un contrôle interne qui consiste à examiner systématiquement 10% des filtres, des lames et des fiches d'enquête. Les FRC sont gardés dans une armoire à clé pour préserver la confidentialité des données.

4.8.3. Analyse des données

Les données ont été saisies et analysées sur le logiciel Epi-Info version 6. La double saisie a été utilisée, suivie d'un contrôle d'élimination de toutes les incohérences avant la validation. Les résultats ont été présentés sous forme de tableaux. Les tests de Chi carré (X^2) et de Fisher ont été utilisés pour comparer les variables qualitatives et quantitatives. L'Odds ratio (OR) a permis d'estimer le niveau d'association entre les parasites et la baisse du taux d'hémoglobine. Le Test t Student a été utilisé pour comparer la moyenne du taux d'hémoglobine chez les sujets parasités et non parasités. Le risque de l'anémie attribuable à l'infection par *Plasmodium falciparum* et/ou *Schistosoma hæmatobium* a été calculé selon la formule [5]:

$$RAP = \frac{(Pe)(OR-1)}{[(Pe)(OR-1)]+1} \times 100$$

(RAP : Risque de l'Anémie Attribuable au Parasite; Pe = Prévalence d'exposition ; OR = Odds ratio).

Le risque de l'anémie attribuable aux parasites dans la population permet ainsi d'estimer la proportion de l'anémie pouvant être prévenue par l'élimination de chaque parasite en tant que facteur de risque évalué. Nous avons choisi un risque alpha égal à 5%.

4.9. CRITERES DE JUGEMENT

Les critères de jugement comportent la prévalence de l'anémie dans les trois zones, la prévalence du paludisme (indice plasmodique, indice gamétocytaire), celle des helminthoses, le taux moyen d'hémoglobine et celui de la ferritine.

4.10. CONSIDERATIONS ETHIQUES

Le protocole a d'abord été approuvé par le comité d'éthique de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie avant le démarrage des travaux. Le consentement communautaire a été ensuite sollicité et obtenu auprès des villageois. Chaque volontaire a été informé du contenu de la fiche du consentement en langue locale. Après accord de participation à l'étude, l'intéressé appose sa signature ou son empreinte à la page consacrée à cet effet. Pour les enfants, le parent ou le tuteur signe ou appose son empreinte. Dans la rubrique des bénéfices potentiels, tous les participants qui porteurs d'œufs d'helminthes ont été traités selon les normes établies par le Programme National de Lutte contre les Schistosomoses (PNLSH). Il s'agit de 40 mg de praziquantel par kg de poids corporel pour le traitement de la schistosomose et l'administration d'un comprimé d'Albendazole à 400mg pour le traitement des helminthoses intestinales.

Dans le traitement du paludisme non compliqué, nous avons utilisé les associations «Arteméther + Luméfantrine » (Coartem) et artésunate + Amodiaquine tel que recommandé par le programme national de lutte contre le paludisme (PNLP). Dans le cas des formes compliquées et sévères, la prise en charge a été faite par les sels de quinine en perfusion lente toutes les 8 heures :

A J0 : administrer une dose de charge de 10mg/kg de sels de quinine dans du sérum glucosé à 5% ou 10% sur une durée de 3 heures puis une dose de 8 mg/kg de sels de quinine en perfusion dans du sérum glucosé à 5% sur une durée de 3 heures est administrée toutes les 8 heures

A J1 et J2, une dose de 8 mg/kg de sels de quinine en perfusion dans du sérum glucosé à 5% sur une durée de 3 heures est administrée toutes les 8 heures. Au besoin, les patients ont reçu un traitement adjuvant comportant un anticonvulsivant, un antiémétique et un antipyrétique avec ou sans enveloppement humide. Le recours à la voie orale a été fait dès que possible.

Dans le cas où l'abord veineux était impossible, les produits ont été administrés par la voie intramusculaire (IM).

La prise en charge des anémies par carence martiale reposait sur une supplémentation en fer à raison de 200mg de fer par jour pendant une durée de 3 mois.

Les échantillons de selles et d'urines n'étaient nullement conservés après analyse sur le terrain mais plutôt incinérés dans une fosse creusée à cet effet.

Une restitution des résultats a été faite auprès des populations à la fin de l'enquête. Les populations ont été en outre informées que les résultats feront l'objet d'une large diffusion au cours des rencontres scientifiques et dans les journaux scientifiques

V. RESULTATS

5.1. DONNEES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES

Notre étude a porté sur 288 individus répartis entre 144 enfants et 144 femmes (**Tableau I**).

Tableau I: Répartition de la population d'étude en fonction des sites et des villages d'étude

Sites	Villages	Statut		Total	Fréquence
		Enfants	Femmes		
Mande	Bancoumana	22	22	44	15,2
	Kéniéro	25	25	50	17,4
Dioïla	Banco	23	23	46	15,9
	Séribila	24	24	48	16,7
Ténenkou	Allamaniana	25	25	50	17,4
	Diarratoula	25	25	50	17,4
Total		144	144	288	100

La répartition des différents échantillons de selles, d'urines et de sang analysés par site et par classe d'âge ne varie pas significativement quel que soit le site ou la classe d'âge ($p > 0,05$) (**Tableau II**).

Tableau II: Répartition des prélèvements en fonction des sites d'étude

Echantillons / Sites	Selles		Urines		Sang capil***		Sang Veineux	
	E*	F**	E	F	E	F	E	F
Mandé	25	46	24	47	26	47	18	46
Dioïla	20	42	19	42	24	47	13	44
Ténenkou	23	40	25	45	33	48	18	46
Total	120	130	116	136	140	144	59	136

E* : Enfants

F** : Femmes

Sang capil*** : Sang capillaire

5.2. FREQUENCE DES PARASITOSE

Plasmodium falciparum et *Schistosoma hæmatobium* sont les principaux parasites rencontrés avec des fréquences respectives de 23,6% (34/144) et 9,6% (13/136) chez les femmes. Les autres parasites rencontrés sont plutôt faiblement représentés avec des taux variant entre de 0,8% pour *E. vermicularis*, 1,5% pour et *S. mansoni* et 2,3% pour *Necator americanus* (**Tableaux III**).

Tableau III: Prévalence des parasites chez les femmes

Caractéristiques	Nombre	Prévalence
Helminthoses intestinales (n=130)		
<i>Enterobius vermicularis</i>	1	0,8
<i>Schistosoma mansoni</i>	2	1,5
<i>Necator americanus</i>	3	2,3
<i>Schistosoma haematobium</i> (n=136)	13	9,6
<i>Plasmodium falciparum</i> * (n=144)	34	23,6

Le paludisme est la parasitose la plus fréquemment observée chez les enfants, avec un indice plasmodique de 55,7%. Pour les autres parasites observés, les prévalences varient entre 1,5% (*Hymenolepis nana*, *S. mansoni*, *E. vermicularis*) et 1,7% (*S. hæmatobium*) (**Tableau IV**). L'indice splénique est de 25,9% (37/143) et celui-ci ne varie pas significativement quelle que soit la classe d'âge (p=0,38).

Tableau IV: Prévalence des parasitoses rencontrées chez les enfants

Caractéristiques	Nombre	Prévalence
Helminthoses intestinales (n=120)		
<i>Enterobius vermicularis</i>	1	0,8
<i>Hymenolepis nana</i>	1	0,8
<i>Schistosoma mansoni</i>	1	0,8
<i>Schistosoma hæmatobium</i> (n=116)	2	1,7
<i>Plasmodium falciparum</i> * (n=140)	78	55,7

* Un seul cas de *Plasmodium ovale* a été décrit au cours de l'enquête.

L'indice plasmodique chez les femmes ne varie pas significativement en fonction des classes d'âge ($p=0,40$). Toute fois les enfants âgés de 24-59 mois sont significativement plus infestés que ceux de moins de 24 mois ($p=0,030$). En revanche, chez les femmes comme chez les enfants la prévalence de *Schistosoma hæmatobium* est comparable quelle que soit les classes d'âge (les valeurs de p sont respectivement égales à 0,62 et 0,51) (**Tableau V**).

Tableau V: Prévalence de *Plasmodium falciparum* et de *Schistosoma hæmatobium* chez les femmes et les enfants en fonction des classes d'âge.

Affections Classes d'âge	<i>P. falciparum</i>				<i>S. hæmatobium</i>			
	Oui	Non	Total	IP	Oui	Non	Total	Prév.
17-29 ans	17	64	81	20,9	8	67	75	10,7
30-45 ans	17	46	63	26,9	5	56	61	8,2
Total	34	110	144	23,6	13	123	136	9,5
p	0,40				0,62			
0-23 mois	25	32	57	43,8	0	48	48	0
24-59 mois	53	30	83	63,8	2	66	68	2,1
Total	78	62	140	55,7	2	114	68	5,7
p	0,030				0,51 (Fisher)			
	[RR=1,61 ; IC : 1,08<RR<2.41]							

IP : Indice plasmodique Prév. Prévalence

5.3. DONNEES HEMATOLOGIQUES

Tout comme chez les femmes ($p=0,40$), la prévalence de la pâleur ne varie pas significativement chez les enfants en fonction des classes d'âge ($p=0,12$) (**Tableau VI**).

Tableau VI: Variation de la pâleur chez les femmes et les enfants en fonction du groupe d'âge

Pâleur / Groupe âge	Présence	Absence	Total	Fréquence
17- 29 ans	22	59	81	27,2
30-45 ans	31	113	144	21,7
	$p = 0,12$			
0-23mois	22	39	61	36,1
24-59 mois	32	51	83	38,5
Total	53	90	144	36,8
	$p = 0,07$			

La fréquence de l'anémie dans la population étudiée est de 77,4% (106/137) chez les enfants, 32,8% (41/125) chez les femmes non enceintes et 57,9% chez les femmes enceintes (**Tableau VII**). Il n'existe pas de différence statistiquement significative quelle que soit les classes d'âge (les valeurs de p sont respectivement (0,30 ; 0,54 ; 0,37)

Tableau VII: Variation de la fréquence de l'anémie en fonction du statut des sujets de l'étude

Anémie / Statut	Classes âge	n	Anémie		Taux
			Présence	Absence	
Enfants	0-23 mois	55	45	10	81,8
	24-59 mois	82	61	21	74,4
	Total	137	106	31	77,4
<i>p = 0,30</i>					
Femmes enceintes	17-29 ans	16	10	6	62,5
	30-45 ans	3	1	2	33,3
	Total	19	11	8	57,9
<i>p = 0,54</i>					
Femmes non enceintes	17-29 ans	65	19	46	29,2
	30-45 ans	60	22	38	36,7
Total		125	41	84	32,8
<i>p =,37</i>					

La répartition des types d'anémie dans les groupes étudiés montre que l'anémie sévère (9,5%) seulement observée chez les enfants (**Tableau VIII**). Le taux des anémies modérées est de 51,1% chez les enfants, 26,3% chez les femmes enceintes et 8,2% chez les femmes non enceintes. Le taux des anémies légères varie de 22,6% chez les enfants à 36,8% chez les femmes non enceintes et 5,6% chez les femmes enceintes.

Tableau VIII: Distribution des types d'anémie en fonction du statut des sujets étudiés

Anémie / Statut	n	Sévère	Modérée	Légère	Absence
Enfants	137	13(9,5)	70(51,1)	23(16,8)	31(22,6)
Femmes enceintes	19	0(0,0)	5(26,3)	7(36,8)	7(36,8)
Femmes non enceintes	125	0(0,0)	10(8,2)	7(5,6)	108(86,4)

La fréquence totale de la carence en fer est de 13,6% (8/59) chez les enfants contre 25,4% chez les femmes (**Tableau IX**). La fréquence en carence de fer ne varie pas significativement en fonction des classes d'âge aussi bien chez les enfants ($p=0,12$) que chez les femmes ($p=0,64$). Des taux élevés de ferritine sérique sont enregistrés chez enfants dans 42,4% (25/59) des cas contre 2,1% (4/138) chez les femmes. Toutefois, cette carence en fer chez les femmes ne concerne que celles qui ne sont pas enceintes.

Tableau IX: Répartition du taux de la ferritine sérique (% entre parenthèse) en fonction du statut et de la classe d'âge des sujets de l'étude

Statut	Classe d'âge	n	Taux Ferritine sérique		
			Bas	Normal	Excessif
Enfants					
	0-23 mois	10	3 (30,0)	4 (40,0)	3 (21,2)
	24-59 mois	49	5 (10,2)	22 (44,9)	22 (44,9)
	Total	59	8 (13,6)	26(44,1)	25(42,4)
	$P=0,12$				
Femmes					
	17-29 ans	79	22 (30,0)	55 (69,6)	2 (2,5)
	30-45 ans	59	13 (22,0)	44 (74,6)	2 (3,4)
Total		138	35 (25,4)	99 (31,7)	4 (2,1)
	$p = 0,64$				

5.4. ASSOCIATION PARASITISME-ANEMIE

Les enfants porteurs de *P. falciparum* sont 1,24 fois plus anémiés que ceux non infestés ($p=0,042$). En revanche, les enfants non excréteurs d'œufs de *S. hæmatobium* sont plus anémiés que les autres ($p=0,05$) (**Tableau X**).

Tableau X: Association entre anémie, *Plasmodium falciparum* et *Schistosoma hæmatobium* chez les enfants

Anémie Parasites	Effectif	Anémie	
		Présence	Absence
<i>P. falciparum</i>			
Présent	77	65	12
Absent	60	41	19
$p = 0,042$ [RR=1,24 ;IC :1,01<RR<1,50]			
<i>S. hæmatobium</i>			
Présent	2	0	2
Absent	110	85	25
$p = 0,05$			

Chez les enfants de 0-23 mois, la fréquence de l'anémie est significativement plus élevée en présence de *P. falciparum* ($p=0,015$). Mais les enfants âgés de 24-59 mois, le taux d'anémie ne varie pas significativement en fonction de l'infestation par *P. falciparum* ($p=0,33$) (**Tableau XI**). Le risque relatif de l'anémie attribuable au paludisme dans la population des enfants de moins de 5 ans est de 37%.

Tableau XI : Variation de la fréquence de l'anémie en fonction de l'infestation par *P. falciparum* chez les enfants.

Anémie /parasite	Effectifs	Anémie	
		Présence	Absence
Enfants 0-23 mois			
<i>P. falciparum</i>			
Présent	25	24	1
Absent	30	21	9
$P = 0,015$ (Test de Fischer)			
Enfants de 24-59mois			
<i>P. falciparum</i>			
Présent	52	41	11
Absent	30	20	10
$P = 0,33$ (Test de Fischer)			

Chez les femmes non enceintes, la fréquence de l'anémie reste comparable qu'elles soient infestées ou pas par *Plasmodium falciparum* ($p=0,91$) et par *Schistosoma Hæmatobium* ($p=0,34$) (**Tableau XII**).

Tableau XII: Fréquence de l'anémie en fonction de *P. falciparum* et *Schistosoma Hæmatobium* chez les femmes non enceintes

Anémie Parasites	Effectif	Anémie Présence	absence
Femmes non enceintes			
<i>P. falciparum</i>			
Présent	31	10	21
Absent	93	31	62
		$P=0,91$	
<i>S. hæmatobium</i>			
Présent	13	6	7
Absent	104	32	72
		$P= 0,34$	

Parmi les femmes enceintes, deux sont infestées par *P. falciparum*, mais celles-ci ne sont pas anémiées. Nous n'avons par ailleurs observé aucun cas d'infestation par *S. hæmatobium* (**Tableau XIII**).

Tableau XIII: Fréquence de l'anémie en fonction de *Plasmodium falciparum* et *Schistosoma hæmatobium* chez les femmes enceintes

Anémie Parasites	Effectif	Anémie Présence	absence
Femmes enceintes			
<i>P. falciparum</i>			
Présent	2	0	2
Absent	17	5	12
		p $0,16$	
<i>S. hæmatobium</i>			
Présent	0	0	0
Absent	18	10	8

La moyenne du taux d'hémoglobine est significativement plus faible chez les enfants infestés par *P. falciparum* ($p < 0,05$). En revanche, il est plus faible chez les enfants non infestés par *S. haematobium* ($p = 0,05$) et les femmes enceintes non infestées par *P. falciparum* ($p = 0,025$) (**Tableau XIV**).

Tableau XIV: Taux moyen d'hémoglobine (g/dl) en fonction du statut des sujets et des parasites observés

Parasitoses Statut	<i>P. falciparum</i>		<i>S. haematobium</i>	
	Positif	Négatif	Positif	Négatif
Enfant	8,986±1,851	10,050±1,867	12,100±1,556	9,524±1,887
	$p < 10^{-4}$		$p = 0,05$	
Femme non enceinte	12,610±1,943	12,726±1,831	11,892±1,863	12,803±1,866
	$P = 0,76$		$p = 0,09$	
Femme enceinte	14,000±2,263	10,871±1,696	-	11,311±1,947
	$P = 0,025$			

Chez les enfants comme chez les femmes, la fréquence des faibles taux de ferritinémie ne varie pas significativement en présence de *P. falciparum* ou de *S. haematobium* ($p > 0,05$) (**Tableau XV**).

Tableau XV: Association entre des faibles taux de ferritinémie et parasites

Ferritinémie	Effectif	<15 ng/l	<20 ng/l
Parasites			
Enfants			
<i>P. falciparum</i>			
Présent	30	3	
Absent	26	5	
			<i>p=0,28</i>
<i>s. haematobium</i>			
Présent	2	0	
Absent	47	7	
			<i>p=0,73 (Fisher)</i>
Femmes			
<i>P. falciparum</i>			
Présent	33		9
Absent	105		26
			<i>p=0,69</i>
<i>S. hæmatobium</i>			
Présent	13		5
Absent	117		31
			<i>p=0,70 (Fisher)</i>

VI. DISCUSSION

Le choix des trois zones agro-écologiques relève à la fois du choix des variétés supérieures de céréales produites (sorgho à Dioila et à Kangaba et mil à Ténenkou), et des techniques culturales introduites dans chaque zone de production agricole. Quant au choix porté sur les femmes en âge de procréer (15-49 ans) et les enfants âgés de moins de 5 ans, ils constituent la population cible de l'anémie [21]. Evaluer le rôle des pathogènes dans la survenue de l'anémie dans une population donnée est une chose, porter un jugement de valeur à leur place réelle en est une autre qui exige un bilan étiologique complet de tous les cas d'anémie rencontrés.

6.1. ASPECTS CLINIQUES

Le diagnostic clinique de l'anémie est difficile au départ car la pâleur n'apparaît guère facilement sur une peau pigmentée. De même, l'appréciation des signes d'anémie est parfois difficile chez les enfants. Ces particularités font que très souvent, les enfants arrivent au centre de santé au stade de pâleur des conjonctives, de la muqueuse buccale ou de la paume de la main. La fréquence des pâleurs observée chez les enfants de moins de 5 ans est inférieure à celle rapportée à Bamako [22]. Les signes fonctionnels et généraux sont importants sur le plan thérapeutique en particulier pour prendre une décision de transfusion [23]. Toutefois, nous n'avons enregistré aucun cas d'anémie nécessitant une telle pratique.

6.2. ASPECTS PARASITOLOGIQUES

L'indice plasmodique est plus élevé chez les enfants (55,7%) que chez les femmes (23,6%). Ces résultats sont comparables à ceux observés en Côte d'Ivoire où l'IP est de 62% chez les enfants contre 19% chez les femmes [4]. La prévalence de *Schistosoma hæmatobium*, 9,6% confirme l'hypo-endémicité de la

maladie rapportée par les études antérieures [24]. Il en est de même des helminthiases intestinales rares dans les zones d'étude. La rareté de ces parasites notamment à Bancoumana situé en zone de savane sud soudanienne peu paraître paradoxale. Mais les résultats peuvent s'expliquer par l'utilisation à grande échelle des latrines et surtout par le traitement régulier des populations à l'ivermectine dans le cadre de la lutte contre l'onchocercose dans cette zone [24]. Par ailleurs en dépit de la présence d'une grande mare de riziculture à proximité du village de Bancoumana, tous les cas de bilharziose à *Schistosoma hæmatobium* sont enregistrés à Kéniéro où un cours d'eau favorable au développement des mollusques traverse le village.

La prévalence de l'anémie est de 77,4% chez les enfants dans notre étude. Ce taux est supérieur à celui rapporté à Sikasso en 1997 (33%) [20], mais inférieur à la valeur enregistrée par EDSIII en 2001 (83%) [18] au Mali. A Accra au Ghana, la prévalence de l'anémie est de 71% chez les nouveau-nés [21] contre 21% chez ceux de 3-5 ans au Cameroun [25]. La prévalence des anémies sévères chez les enfants, 9,5% est comparable à celle rapportée par EDSIII (11%) [18]. Elle varie de 32,8% chez les femmes non enceintes à 57,9% chez les femmes enceintes. En zone urbaine de Blantyre (Malawi), 57% des femmes sont anémiées, et cette proportion est plus élevée chez les femmes en milieu rural (72%) [26]. A Bobo Dioulasso au Burkina Faso, les taux atteignent (66%) [10]. Au cours de notre étude, les fréquences de l'anémie observées chez les femmes enceintes et non enceintes sont inférieures à celles observées en 2001 dans la population Malienne [18]. Cependant, elles sont supérieures à celles observées dans le district de Bamako en 2006 (47%) [27] et en milieu hospitalier à Enugu au Nigeria en 1995 (40,4%) [28]. Cette différence de la fréquence de l'anémie entre les zones rurales et urbaines a été également observée par EDSIII [18].

Traditionnellement, la carence en fer est la principale cause de l'anémie quoi que celle-ci soit multifactorielle [24]. D'une manière générale, la proportion des enfants de moins de 5 ans anémiés qui ont une goutte épaisse positive est de

68,3%. Ce taux est supérieur à celui observé à Bandiagara en 2001 où la fréquence des anémies palustres était de 57,8% [8]. Il ressort de notre étude que le paludisme avec un risque relatif de l'anémie attribuable au paludisme de 37% fait du paludisme, l'affection la plus fortement prédictive de la survenue de l'anémie notamment chez les enfants (**Tableau XI** et **Tableau X**) dans les trois zones étudiées. Cette étroite relation observée entre *P. falciparum* et l'anémie a été aussi décrite à Bamako chez les femmes enceintes [27] mais, en plus de *P. falciparum*, ces auteurs ont en outre observée que *Schistosoma hæmatobium* et les ankylostomes contribuent aussi de façon significative dans la survenue de l'anémie. Il en est de même du Kenya où la prévalence de l'anémie est de 76% chez les enfants infectés par les ankylostomes [29]. Mais contrairement à ces études, nous n'avons pas observé de relation significative entre l'anémie et la présence des autres parasites. Cela peut être du à la rareté de ces parasites dans les sites étudiés. Dans le cas des femmes enceintes, il peut s'agir aussi de la taille relativement faible de notre échantillon (19 femmes enceintes contre 190 et 1573) respectivement au Mali et en Côte d'Ivoire [27, 4]. La prévalence de l'anémie est comparable chez les femmes non enceintes qu'elles soient infestées ou non par *Plasmodium falciparum* ($p=0,91$). En revanche, chez les enfants, la moyenne du taux d'hémoglobine est significativement plus faible chez les sujets parasités ($p<10^{-4}$) (**Tableau XII**). Cet accroissement du taux d'hémoglobine en l'absence de parasites pourrait être due à l'intervention d'autres facteurs comme les inflammations ou les hémoglobinopathies qui n'ont pas été évaluées dans notre étude.

Dans notre étude, les enfants souffrant d'anémie sévère présentent tous une carence en fer. Les femmes bien que n'ayant pas développées d'anémie sévère ont des taux de ferritinémie bas dans 25,4% des cas, notamment les femmes non enceintes (**Tableau IX**). L'absence de carence martiale chez les femmes enceintes peut s'expliquer par la supplémentation en fer à laquelle elles sont soumises au cours de leurs consultations prénatales.

Nous n'avons pas trouvé d'association significative entre les parasites rencontrés et la carence en fer (**Tableau XV**). Cela peut s'expliquer par le fait que l'état de carence est masqué par l'hémolyse palustre qui entraîne une libération de la forme érythrocytaire de la ferritine dans la circulation. La fréquence élevée de ferritinémie (42,4%) dans notre population peut s'expliquer aussi bien par les infections palustres, causes d'hémolyse, que par les états d'inflammation chronique que nous n'avons pas explorés au cours de cette étude. En Tanzanie, la carence martiale est observée chez la majorité des enfants infectés par *P. falciparum* et l'anémie est surtout associée au paludisme plutôt qu'aux géohelminthes [30]. La même observation a été faite au Cameroun en 2006 [31]. En Côte d'Ivoire également, la carence en fer est la cause majeure de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire [4].

Sur la base de nos résultats, l'utilisation de la ferritine sérique comme seul indicateur de l'état de carence martiale conduit à une sous estimation considérable de la prévalence de la carence en fer, à cause de l'influence des inflammations et surtout de l'hémolyse chronique liée aux infections palustres fréquentes. La recherche systématique des autres causes d'anémie en plus des parasites (hémoglobinopathies et maladies inflammatoires) peut contribuer à mieux orienter les stratégies d'amélioration de l'état nutritionnel des populations de la zone d'étude. Il aurait en outre fallu disposer aussi d'échantillons suffisants pour chaque catégorie sociale pour conclure valablement notamment dans le cas des femmes enceintes.

VII. CONCLUSION

Notre étude a porté sur 288 sujets dont 144 femmes en âge de procréer et 144 enfants âgés de moins de 5 ans. *Plasmodium falciparum* et *Schistosoma haematobium* sont les deux principaux parasites rencontrés avec des fréquences respectives de 23,6% (34/144) et 9,6 % (13/136). La fréquence de l'anémie est de 77,4% (106/144) chez les enfants, 32,8% (41/125) chez les femmes non enceintes et 57,9% (11/19) chez les femmes enceintes. Cette fréquence est comparable quelle que soit les classes d'âge ($p > 0,05$]. Par ailleurs, tous les cas d'anémie sévère, 9,5% (13/137), associés à une carence en fer sont observés chez les enfants. Malgré l'absence d'anémie sévère, on note cependant une carence martiale de 25,4% (35/138) chez les femmes. Des taux élevés de ferritinémie sont observés chez les enfants et les femmes avec respectivement 42,4% et 2,1%. L'anémie chez les enfants de 24 à 59 mois est significativement associée à la présence de *P. falciparum* ($p=0,015$) et le risque relatif de l'anémie attribuable au paludisme (RAP) dans cette population est de 37%. Cependant le taux moyen d'hémoglobine est significativement plus faible chez les enfants impaludés ($p<10^{-4}$), alors qu'il est plus bas chez les femmes enceintes non infestées par *P. falciparum* ($p=0,025$) et les enfants non infestés par *S. haematobium* ($p=0,05$). Sur la base de ces résultats, l'utilisation de la ferritine sérique comme seul indicateur de l'état de carence martiale conduit à une sous évaluation de cette carence à cause de l'influence des autres facteurs (inflammations, hémolyse chronique liée au paludisme etc.). Des études plus approfondies sont nécessaires pour mieux appréhender le statut des micronutriments et les autres facteurs associés à l'état nutritionnel des populations de la zone d'étude. La prise en charge correcte du paludisme notamment chez les enfants, contribuera par exemple à éliminer la part de cette infection dans la survenue de l'anémie.

VIII. RECOMMANDATIONS

Intensifier la sensibilisation des femmes en âge de procréer en vue d'un suivi correct des consultations prénatales au cours desquelles elles peuvent bénéficier d'une supplémentation en fer ;

Soutenir les activités des Programmes Nationaux de Lutte contre le Paludisme (PNLP), les Schistosomoses et les Géohelminthes (PNLSH) en vue d'un contrôle efficace de ces parasitoses à l'origine en partie des carences en fer ;

Intensifier les activités de communication pour un changement de comportement sur les étiologies, les complications et les conduites à tenir pour lutter efficacement contre l'anémie quelle que soit son origine ;

Encourager les politiques d'enrichissement des denrées de base en micronutriments par l'introduction de nouvelles variétés riches avec la participation effective des populations.

IX. REFERENCES

1. **WHO/UNICEF/UNU. 2001.** Iron deficiency anaemia, assessment, prevention and control: a guide for programmes managers. Geneva, WHO/NHD/01.3.
2. **ACC/SCN. 2000.** Fourth report on the world nutrition situation. Geneva: ACC/SCN in collaboration with IFPRI.
3. **Stoltzfus R.J. 2001.** Iron-deficiency anaemia: reexamining the nature and magnitude of the public health problem. *Journal of Nutr* ; 131 (suppl.2):6975-70-15.
4. **Asobayire S.F., Adou P., Davidsson L., Cook D.J. and Hurrell R.F. 2001.** Prevalence of iron deficiency with and without concurrent anaemia in population groups with high prevalence of malaria and other infections: a study in Côte d'Ivoire. *Am J Clin Nutr* ; 74:776-782.
5. **Hercberg S., Chauliac M., Galan P. et al. 1988.** Prevalence of iron deficiency and iron deficiency anemia in Benin. *Public Health nutrition* ; 102:73–83.
6. **Hall A, Bobrow E, Brooker S, Jukes M, Nokes K, Lambo J. et al. 2001.** Anaemia in schoolchildren in eight countries in Africa and Asia. *Public Health Nutrition* ; 4(3):749-756.
7. **Aguayo V.M., Koné D., Bamba S.I., Diallo B., Sidibé Y., Traoré D. And al 2005.** Acceptability of multiple micronutrient supplements by pregnant and lactating women in Mali. *Public Health Nutrition* ; 8(1):33-7
8. **Dicko A., Carsten M., Thera M.A., Doumbia S., Diallo M., Diakité M. et al. 2003.** Risk factors for malaria infection and anaemia for pregnant women in the Sahel area of Bandiagara, Mali. *Acta Tropica* ; 89 (1):17-23.

- 9. Lee S.W., Kang Y.A., Yoon Y.S., Um S.W., Lee S.M., Yoo C.G. et al. 2006.** The prevalence and evolution of anemia associated with tuberculosis. *J Korean Med Sci* ; 21(6):1028-32.
- 10. Meda N., Mandelbrot L., Cartoux M., Dao B., Ouangré A., Dabis F. 1999.** Anaemia during pregnancy in Burkina Faso, West Africa, 1995-96: prevalence and associated factors. *Bull World Health Organization* ; 77(11):916-22.
- 11. Albonico M., Stoltzfus R.J., Savioli L., Tielsch J.M., Chwaya H.M. Ercole E and Cancrini G. 1998.** Epidemiological evidence for the differential effect of hookworm species, *Encylostoma duodenale* or *Necator americanus*, on iron status of children. *Int J. Epidemiol* ; 27(3) :530-537.
- 12. Uneke C.J. 2007.** Impact of placental *Plasmodium falciparum* malaria on pregnancy and perinatal outcome in sub-Saharan Africa: II: effects of placental malaria on perinatal outcome; malaria and HIV. *Yale J Biol Med* ; 80(3):95-103.
- 13. International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG). 2003.** *Integrating programs to move iron deficiency and anaemia control forward. Report of the 2003 International Nutritional Anaemia Consultative Group Symposium 6 February 2003, Marrakech, Morocco.* Washington DC, USA, ILSI Press.
- 14. Koukounari A., Fenwick A., Whawell S., Kabatereine N.B., Kazibwe F., Tukahebwa E.M. et al. 2006.** Morbidity indicators of *Schistosoma mansoni*: relationship between infection and anemia in Ugandan schoolchildren before and after praziquantel and albendazole chemotherapy. *Am J Trop Med Hyg* ; 75(2):278-86.

- 15. Urbani C., Touré A., Hamed A.O., Albonico M., Kane I. and al 1997** Intestinal parasitic infections and schistosomiasis in the valley of the Senegal river in the Islamic Republic of Mauritania. *Med Trop* ; 57(2):157-60.
- 16. El Ati J., Lefèvre P., Béji C., Ben Rayana C., Gaigi S. and Delpeuch F. 2008.** Aetiological factors and perception of anaemia in Tunisian women of reproductive age. *Public Health Nutrition* ; 20:1-8.
- 17. Yalçin SS, Unal S, Gümrük F, Yurdakök K. 2007.** The validity of pallor as a clinical sign of anemia in cases with beta-thalassemia. *Turk J Pediatr* ; 49(4):408-412.
- 18. Enquête Démographique de Santé (EDSIII), Mali 2001.**
- 19. Adebami O.J., Owa J.A., Oyedeji G.A., Oyelami O.A., Omoniyi-Esan G.O. 2007.** Associations between placental and cord blood malaria infection and fetal malnutrition in an area of malaria holoendemicity. *Am J Trop Med Hyg* ; 77(2):209-13.
- 20. Bouvier P., Rougemont A., Breslow N., Doumbo O., Delley V. and al. 1997.** Seasonality and malaria in a West Africa village: does high parasite density predict fever incidence. *Am J Epidemiol* ; 145(9):850-7.
- 21. World Health Organization, UNICEF/UNU. 1998.** Iron deficiency: indicator for assessment and strategies for prevention. Geneva, WHO.
- 22. Ndjinga Ndjinga V.D.P. 2004.** Apport de l'hémogramme dans le diagnostic de l'anémie par carence en fer. *Thèse de Méd.* Bamako, 53p.
- 23. Atanda A.L., Bon J.C., Force Barge P., Porte J., Rodier J. 1997.** Contribution à l'étude de la prévalence de l'anémie chez les enfants en milieu tropical. *Méd. D'Afr* ; 44(1):40-44.

- 24. Dolo A, Cancrini G, Traoré F, Traoré S, Kassambara L, Diakité M, Camara F, Doumbo O. 1996.** Protozoan infections and intestinal helminthiasis among the population of a village in the northern Sudan savannah area of Mali. *Parassitologia* ; 38(3):585-9.
- 25. Canet M., Le Hesran J.Y., Fievet N., Cot N., Personne P., Gounoue R. et al. 1998.** Prevalence and risk factors for anaemia in young children in Southern Cameroon. *Am J Trop Med Hyg* ; 58(5):606-611.
- 26. Van den Broek N.R., Rogerson S.J., Mhango C.G., Kambala B., White S.A., Molyneux M.E. 2000.** Anaemia in pregnancy in southern Malawi: prevalence and risk factors. *BJOG* ; 107(4):445-51.
- 27. Ag Ayoya M, Spiekermann-Brouwer GM, Traoré AK, Stoltzfus RJ, and Garza C. 2006.** Determinants of anaemia among pregnant women in Mali. *Food and Nutr Bull* ; 27(1):3-11.
- 28. Dim C.C., Onah H.E. 2007.** The prevalence of anemia among pregnant women at booking in Enugu, South Eastern Nigeria. *MedGenMed* ; 119(3):11.
- 29. Brooker S., Pshu N., Warn P.A., Mosobo M., Guyatt H.L., Marsh K. et al. 1999.** The epidemiology of hookworm infection and its contribution to anaemia among preschool children on the Kenya Coast. *Trans R Soc Trop. Med. Hyg* ; 93: 240-246.
- 30. Premji Z., Hamisi Y., Shiff C., Minjas J., Lubega P., Makwaya C. 1995.** Anaemia and *Plasmodium falciparum* infections among young children in an holoendemic area, Bagamoyo, Tanzania. *Acta Trop* ; 59(1):55-64.

- 31. Nkuo-Akenji T.K., Chi P.C., Cho J.F., Ndamukong K.K., Sumbele I. 2006.** Malaria and helminth co-infection in children living in a malaria endemic setting of mount Cameroon and predictors of anaemia. *J Parasitol* ; 92(6):1191-1195.
- 32. Gentilini M. 1986.** Médecine Tropicale, N°4: Flammarion Med Sc, Paris, 781p.

X. FICHE SIGNALÉTIQUE

Nom : KONATE

Prénom : Drissa Sounkalo

Titre : Relation entre les affections parasitaires et l'anémie par carence martiale chez les femmes en âge de procréer et les enfants de 2 à 5 ans dans trois zones agro-écologiques différentes au Mali.

Année de Soutenance : 2008

Ville de Soutenance : Bamako

Pays d'origine : Mali

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (FMPOS)

Secteur d'intérêt : Santé Publique

RESUME

L'anémie est à la fois un indicateur de détérioration de l'état nutritionnel et de l'état de santé. Au Mali, la carence martiale en est certes une cause majeure, mais de nombreux autres facteurs peuvent également y contribuer. L'objectif de cette étude est d'étudier la relation entre les affections parasitaires et l'anémie par carence martiale. Nous avons mené une enquête transversale à un seul passage dans trois zones agro écologiques différentes (Kangaba, Dioila et Ténenkou). Deux villages par zone d'étude ont été enquêtés de façon raisonnée entre novembre à décembre 2006. L'Hémocue®, la goutte épaisse et la technique ELFA (Linked Fluorescent Assay) ont permis de déterminer respectivement le taux d'hémoglobine, de rechercher les plasmodies et de doser le taux de ferritine sérique. Toute valeur de la ferritine inférieure à 15ng/l chez les enfants et à 20ng/l chez les femmes est considérée comme une carence martiale. La technique du Kato-Katz et la filtration des urines sur papier Whatman (*S. haematobium*) ont permis de rechercher et de quantifier les œufs.

L'étude a porté sur 288 sujets dont 144 femmes âgées de 17 à 45 ans et 144 enfants âgés de moins de 5 ans. *Plasmodium falciparum* et *Schistosoma haematobium* sont les deux principaux parasites rencontrés avec des taux de prévalence respectifs de 23,6% (34/144) et 9,6% (13/136) chez les femmes ; 55,7% (75 /140) et 1,7% (2/116) chez les enfants. Le taux d'anémie est de 77,4% (106/144) chez les enfants, 32,8% (41/144) chez les femmes non enceintes et 57,9% (11/19) chez les femmes enceintes. La carence martiale est de 25,4% (35/138) chez les femmes et 13,6% (8/59) chez les enfants. Les enfants de 0 à 23 mois infestés par *P. Falciparum* sont significativement plus anémiés que ceux non parasités ($p=0,015$). Le risque relatif de l'anémie attribuable au paludisme (RAP) est de 37%. Le taux moyen d'hémoglobine est significativement plus faible chez les enfants infestés par *Plasmodium falciparum* ($p<10^{-4}$). En revanche, I est plus faible chez les enfants non infestés par *S. haematobium* ($p=0,05$) et chez les femmes enceintes non impaludées ($p=0,025$). Nos résultats suggèrent que l'utilisation de la ferritine sérique comme seul indicateur de l'état de carence martiale conduit à une sous évaluation considérable de la prévalence de la ferritémie à cause des inflammations et de l'hémolyse chronique liée aux infestations palustres fréquentes.

Mots clés : anémie, carence martiale, *Plasmodium falciparum*, *Schistosoma haematobium*, ferritine, Mali.

XI. ANNEXES

11.1. ANNEXE 1 - TECHNIQUE DU KATO-KATZ

11.1.1. Matériel

- Lames porte-objet (75x25mm);
- Crayons gras ou marqueurs indélébiles;
- Spatules;
- Membranes de cellophane découpées en rectangles de 5cm x 2cm;
- Tamis d'acier de mailles 300-500µm de diamètre;
- Calibreur;
- Papier hygiénique;
- Solution de vert de malachite-glycérol ou solution Kato composée de :
 - 1ml d'une solution aqueuse à 3% de vert de malachite ;
 - 100ml de glycérol;
 - 100ml d'eau distillée;
- Chambre humide (bac contenant plusieurs couches de papier hygiénique humectées d'eau).

11.1.2. Mode opératoire

Il faut tout d'abord inscrire le numéro d'identification de l'élève sur l'un des bouts de la lame porte-objet. La selle est ensuite tamisée et le tamisât est prélevé à l'aide d'une spatule, puis déposé dans le trou d'un calibreur (capacité 25mg de selles) placé au milieu de la lame porte-objet. Après avoir raclé la surface de la selle avec la spatule de manière à y enlever l'excès de selle, le calibreur est soulevé délicatement. Une membrane de cellophane découpée en rectangle et trempée dans la solution Kato est déposée sur la selle. La lame est ensuite retournée sur la table (membrane de cellophane vers le bas) recouverte de

papiers absorbants. Par une légère pression exercée à l'aide du pouce ou avec la paume de la main sur les bouts de la lame, la préparation est étalée de façon homogène. La lame est placée dans la chambre humide et peut être aussitôt lue au microscope à l'objectif (x10) ou (x40) pour la recherche des œufs d'ankylostomes. Toutefois, il convient d'attendre que la préparation s'éclaircisse (15 à 30mn selon la ventilation et la température du laboratoire) avant de procéder à la recherche des œufs des autres helminthes (*Schistosoma mansoni*, embryophores de *Tænia* s.p., *Ascaris lumbricoïdes* etc.).

Tous les œufs d'helminthes rencontrés dans la préparation étaient identifiés et comptés. Le nombre total d'œufs observés est exprimé en nombre d'œufs par gramme de selles selon la formule suivante:

$$y = \frac{A \times 1000}{25\text{mg}}$$

y = nombre d'œufs dans 1g (ou 1000mg) de selles ;

A = nombre d'œufs dans 25mg de selles ;

La charge ovulaire est définie comme le nombre d'œufs/g de selles. Nous avons procédé à trois examens successifs sur toutes les lames négatives pour augmenter la sensibilité de la technique du Kato-Katz.

Pour mesurer les charges ovulaires, la classification adoptée en 1985 de [80] a été retenue :

0 œuf -----	infection nulle
1 – 99 œufs /g de selles -----	infection faible
100 – 399 œufs /g de selles -----	infection moyenne
≥ 400 œufs /g de selles -----	forte infection

11.2. ANNEXE 2 - TECHNIQUE DE FILTRATION DES URINES

11.2.1. Matériel

- Papier Whatman n°3;
- Seringue de 10 ou 20cc;
- Chambre de filtration;
- Solution de ninhydrine à 5%;
- Pipette;
- Sachets en plastique;
- Joints d'étanchéité;
- Microscope optique.

11.2.2. Mode opératoire

Avant de procéder à la filtration des urines, il faut d'abord inscrire le numéro d'identification de l'élève sur le disque du papier Whatman. Le filtre est ensuite placé dans l'un des compartiments d'un porte-filtre que l'on adapte après au second compartiment. L'usage du joint d'étanchéité entre les deux compartiments empêche les urines de s'écouler au moment de la filtration. Après avoir bien mélangé les urines dans le sachet en plastique, prélever en 10ml à l'aide d'une seringue. Adapter la seringue au porte-filtre, puis pousser le piston pour chasser les urines à travers le filtre tout en maintenant la seringue verticalement. Enlever la seringue du porte-filtre, puis tirer une nouvelle fois le piston et chasser le reste des urines restées sur le filtre. Dévisser les deux compartiments du porte-filtre et à l'aide d'une pince, et déposer le filtre sur une plaque d'étalement. Déposer une à deux goutte(s) de ninhydrine sur le filtre et laisser sécher à l'air libre. Après séchage, le filtre est d'abord humecté dans l'eau ordinaire lu sous microscope à l'objectif (x4) ou (x10) après l'avoir humecté auparavant.

La charge ovulaire de *Schistosoma haematobium* est définie comme le nombre d'œufs/10ml d'urine.

Trois classes d'intensité ont été définies pour caractériser les charges ovulaires de *Schistosoma hæmatobium* [80].

0 œuf	-----	non infecté
1 – 49 œufs/10ml d'urine	-----	Faiblement infecté
50-99 œufs/10ml d'urine	-----	moyennement infecté
≥ 100 /10ml d'urine	-----	fortement infecté

12.3. ANNEXE 3 - TECHNIQUE DE LA GOUTTE EPAISSE

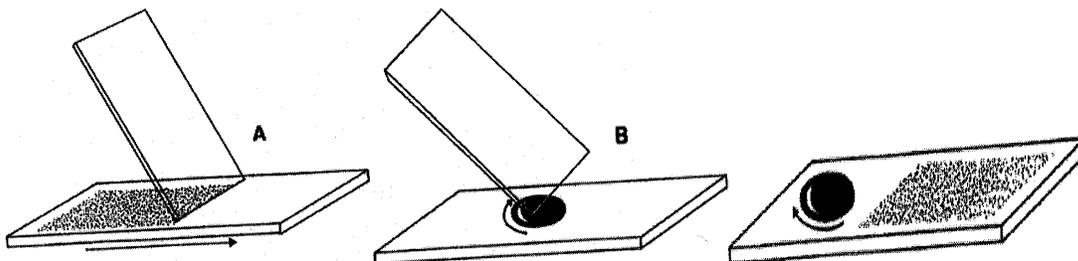
11.3.1. Matériel

- Lames porte-objet;
- Vaccinostyles stériles;
- Alcool à 90°;
- Coton hydrophile;
- Marqueur indélébile;
- Boîtes de collection de type OMS;
- Bacs de coloration;
- Eprouvettes graduées de 100cc et 500cc;
- Râtelier, chronomètre, huile d'immersion;
- Solution de Giemsa;
- Eau distillée tamponnée (pH=7,2);
- Comprimés tampons (1 comprimé pour un litre d'eau distillée);
- Eprouvette graduée;
- Râtelier;
- Minuterie;
- Microscope optique;
- Crayon de papier.

11.3.2. Mode opératoire

La technique consiste à désinfecter le bout du troisième ou du quatrième doigt avec l'alcool, et à faire une ponction capillaire avec un vaccinostyle stérile. La première goutte est enlevée avec du coton sec. La deuxième goutte est déposée au milieu de la lame dégraissée et portant le numéro de l'individu. A l'aide d'une seconde lame, on procède à la défibrillation mécanique par des mouvements circulaires de sorte à avoir un diamètre d'environ 1 cm. Les gouttes épaisses réalisées sont conservées dans les boîtes de collection à l'abri de la poussière et des mouches. Après séchage, les lames sont colorées et lues sous microscope optique à immersion à l'objectif (x100).

Pour la confection du frottis mince, après avoir déposé une goutte de sang au milieu de la lame, à l'aide d'une seconde lame propre, toucher la petite goutte de sang et laisser le sang se répartir le long du bord. Pousser fermement la deuxième lame le long de la lame de sang, en la tenant inclinée à 45°C.



A: Frottis mince **b** Goutte épaisse ; **C :** Association goutte épaisse et frottis mince ; =====> Sens de l'étalement

Figure 17 : Différentes étapes pour la réalisation de la goutte épaisse et du frottis mince [32].

11.3.3. Coloration

Après séchage, les lames étaient placées dans les bacs de coloration et immergées dans la solution de Giemsa à 3% (solution fabriquée à partir d'eau tamponnée à pH=7,2) pendant 45 minutes. Après ce temps, la fine pellicule superficielle est chassée en ajoutant doucement de l'eau tamponnée. Les lames sont ensuite rincées et séchées sur un atelier.

11.3.4. Lecture

Elle est faite au microscope optique à immersion (objectif x100). La densité a été établie par comptage des parasites sur 300 leucocytes et les résultats exprimés en nombre de parasites par ml de sang sur la base de 7500 leucocytes comme moyenne du nombre leucocytaire par μl de sang.

Les charges parasitaires supérieures ou égales 100 000/ μl ont été définies comme charges hyperparasitaires. Un contrôle de qualité des lames lues, portant sur 1 lame sur 10 a été effectué par des biologistes spécialisés du DEAP sur l'ensemble des lames.

11.4. ANNEXE 4 - DOSAGE DE L'HEMOGLOBINE

La détermination du taux d'hémoglobine a été faite en utilisant un HemoCue. Pour cela, une goutte de sang est mise dans une cuvette placée dans l'appareil. Celui-ci affichait automatiquement le taux d'hémoglobine sur un écran.

11.4.1. Principe

Le déoxycholate de sodium hémolyse les érythrocytes qui libèrent l'hémoglobine. Celle-ci est transformée par le nitrite de sodium en méthémoglobine qui donne, avec l'azide de sodium, l'azideméthémoglobine dont l'absorbance est mesurée à

deux longueurs d'ondes différentes (570 et 880nm) afin de compenser l'effet dû à la turbidité du prélèvement.

11.4.2. Matériel et équipement

- Appareil photomètre (HemoCue[®] B-Hemoglobin photometer) pour dosage de l'hémoglobine ;
- Micro cuvettes HemoCue[®] (HemoCue[®] B-Hemoglobin cuvettes) en plastique à usage unique, contenant des réactifs (déoxycholate de sodium, le nitrite de sodium, l'azide de sodium);
- Calibreur qui renferme l'hémoglobinecyanide;
- Coton hydrophile;
- Alcool à 70°;
- Gants en latex;
- Lancettes stériles à usage unique.

11.4.3. Mode opératoire

Après avoir porté des gants, allumer le photomètre en appuyant le bouton "POWER" sur la position "ON". Tirer le port-cuvette jusqu'à l'audition du déclic et attendre l'affichage du signal "READY". Procéder au calibrage de l'appareil à l'aide de la microcuvette calibreur. Désinfecter la pulpe d'un doigt de la main au tampon d'alcool et laisser sécher. D'un coup sec, piquer à l'aide d'une lancette stérile la partie désinfectée puis essuyer la première goutte de sang. Remplir la microcuvette de sang, puis placer celle-ci sur le port-cuvette en position de lecture. Noter le résultat qui s'affiche à l'écran exprimé en gramme d'hémoglobine par décilitre (g/dl).

11.5. ANNEXE 5 - FORMULAIRE D'ENQUETE PARASITOLOGIE – HEMATOLOGIE

Numéro d'étude

--	--	--	--

 Date de l'enquête /___/___/ 2006
 Nom de l'enquêteur
 Site:
 Village :

11.5.1. IDENTIFICATION DU SUJET

Nom :
 Prénom :
 Sexe: M /___/ F /___/ Age (année) /___/ Poids /___/ Kg
 Statut du femme /___/

11.5.2. EXAMENS PHYSIQUES

Pâleurs des conjonctives /___/ Oui=1 ; Non=2
 Splénomégalie /___/ Oui=1 ; Non=2

11.5.3. GOUTTE EPAISSE

Goutte épaisse (GE) /_____/µl de sang

11.5.4. KATO-KATZ ET FILTRATION DES URINES

Schistosoma haematobium Nb d'oeuf: /_____/ 10ml d'urine

<i>Schistosoma mansoni</i>	Nb d'œuf: / _____ /	gramme de selles
<i>Necator americanus</i>	Nb d'œuf: / _____ /	gramme de selles
<i>Hymenolepis nana</i>	Nb d'œuf: / _____ /	gramme de selles
<i>Tænia sp.</i>	Nb d'œuf: / _____ /	gramme de selles
<i>Ascaris lumbricoïdes</i> :	Nb d'œuf: / _____ /	gramme de selles
<i>Enterobius vermicularis</i> :	Nb d'œuf: / _____ /	gramme de selles

11.5.5. DOSAGE HEMOGLOBINE

Taux d'hémoglobine / _____ /g/dl de sang

11.5.6. DOSAGE FERRITINE

Taux de ferritine / _____ / µg/l

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, 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 leurs pères.

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

Je le jure.