MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple-Un But-Une Foi

UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO
FACULTE DE MEDECINE ET D'ODONTOSTOMATOLOGIE

U.S.T.T-B

ANNEE UNIVERSITAIRE 2019-2020 **N…….**

THESE

Relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan, une zone d'endémie palustre au Mali

Thèse présentée et soutenue publiquement le 03/09/2020 devant la

Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

Par Mlle Larissa Hansoun DENOU

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

Jury

Président : **Pr Sékou Fantamady TRAORE**

Membres : **Dr Djènèba Koumba DABITAO**

Dr Moctar TOUNKARA

Co-directeur: **Dr Drissa S KONATE**

Directeur : **Pr Mahamadou DIAKITE**

FACULTE DE MEDECINE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2019 – 2020

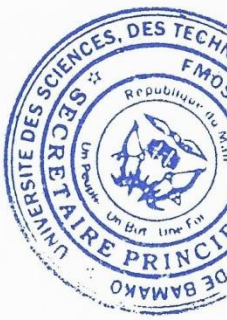
ADMINISTRATION

DOYEN : **Mr Seydou DOUMBIA** - PROFESSEUR
VICE-DOYEN : **Mme Mariam SYLLA** - PROFESSEUR
SECRETAIRE PRINCIPAL : **Mr Monzon TRAORE** - MAITRE ASSISTANT
AGENT COMPTABLE : **Mr Yaya CISSE** - INSPECTEUR DU TRESOR

LES ENSEIGNANTS A LA RETRAITE

1.	Mr Yaya FOFANA	Hématologie
2.	Mr Mamadou L. TRAORE	Chirurgie Générale
3.	Mr Mamadou KOUMARE	Pharmacologie
4.	Mr Ali Nouhoum DIALLO	Médecine interne
5.	Mr Aly GUINDO	Gastro-Entérologie
6.	Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
7.	Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histo-embryologie
8.	Mr Sidi Yaya SIMAGA	Santé Publique
9.	Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine Interne
10.	Mr Boulkassoum HAIDARA	Législation
11.	Mr Boubacar Sidiki CISSE	Toxicologie
12.	Mr Massa SANOGO	Chimie Analytique
13.	Mr Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
14.	Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie - Traumatologie
15.	Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
16.	Mr Issa TRAORE	Radiologie
17.	Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
18.	Mme SY Assitan SOW	Gynéco-Obstétrique
19.	Mr Salif DIAKITE	Gynéco-Obstétrique
20.	Mr Abdourahamane S. MAIGA	Parasitologie
21.	Mr Abdel Karim KOUMARE	Chirurgie Générale
22.	Mr Amadou DIALLO	Zoologie - Biologie
23.	Mr Mamadou L. DIOMBANA	Stomatologie
24.	Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
25.	Mr Amadou DOLO	Gynéco- Obstétrique
26.	Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie
27.	Mr Bouba DIARRA	Bactériologie
28.	Mr Bréhima KOUMARE	Bactériologie – Virologie
29.	Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie
30.	Mr Souleymane DIALLO	Pneumologie
31.	Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
32.	Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
33.	Mr Amadou TOURE	Histo-embryologie
34.	Mr Mahamane Kalilou MAIGA	Néphrologie
35.	Mr Filifing SISSOKO	Chirurgie Générale
36.	Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
37.	Mr Somita KEITA	Dermato-Léprologie
38.	Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-entérologie
39.	Mr Alhousseini Ag MOHAMED	O.R.L.
40.	Mme TRAORE J. THOMAS	Ophtalmologie
41.	Mr Issa DIARRA	Gynéco-Obstétrique
42.	Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie
43.	Mr Yeya Tiémoko TOURE	Entomologie Médicale, Biologie cellulaire, Génétique
44.	Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie Traumatologie
45.	Mr Adama SANGARE	Orthopédie Traumatologie
46.	Mr Sanoussi BAMANI	Ophtalmologie
47.	Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie-Diabetologie
48.	Mr Adama DIAWARA	Santé Publique
49.	Mme Fatimata Sambou DIABATE	Gynéco- Obstétrique
50.	Mr Bokary Y. SACKO	Biochimie

51.	Mr Moustapha TOURE	Gynécologie/Obstétrique
52.	Mr Boubakar DIALLO	Cardiologie
53.	Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
54.	Mr Mamady KANE	Radiologie et Imagerie Médicale
55.	Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
56.	Mr. Mamadou TRAORE	Gynéco-Obstétrique
57.	Mr Mamadou Souncalo TRAORE	Santé Publique
58.	Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
59.	Moussa Issa DIARRA	Biophysique
60.	Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
61.	Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
62.	Mr Souleymane TOGORA	Odontologie



LES ENSEIGNANTS DECEDES

Mr Mohamed TOURE	Pédiatrie
Mr Alou BA	Ophtalmologie
Mr Bocar SALL	Orthopédie Traumatologie - Secourisme
Mr Balla COULIBALY	Pédiatrie
Mr Abdel Kader TRAORE Dit DIOP	Chirurgie Générale
Mr Moussa TRAORE	Neurologie
Mr Yénimégué Albert DEMBELE	Chimie Organique
Mr Anatole TOUNKARA	Immunologie
Mr Bou DIAKITE	Psychiatrie
Mr Boubacar dit Fassara SISSOKO	Pneumologie
Mr Modibo SISSOKO	Psychiatrie
Mr Ibrahim ALWATA	Orthopédie – Traumatologie
Mme TOGOLA Fanta KONIPO	ORL
Mr Bouraïma MAIGA	Gynéco/Obstétrique
Mr Mady MACALOU	Orthopédie/Traumatologie
Mr Tiémoko D. COULIBALY	Odontologie
Mr Mahamadou TOURE	Radiologie
Mr Gangaly DIALLO	Chirurgie Viscérale
Mr Ogobara DOUMBO	Parasitologie – Mycologie
Mr Mamadou Dembélé	Chirurgie Générale
Mr Sanoussi Konaté	Santé Publique
Mr Abdoulaye Diallo	Ophtalmologie
Mr Ibrahim ONGOIBA	Gynécologie/Obstétrique
Mr Adama DIARRA	Physiologie

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D.E.R. & PAR GRADE

D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES

1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

1.	Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale
2.	Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
3.	Mr Mohamed Amadou KEITA	ORL
4.	Mr Youssouf COULIBALY	Anesthésie-Réanimation
5.	Mr Sadio YENA	Chirurgie Thoracique
6.	Mr Djibo Mahamane DIANGO	Anesthésie-Réanimation
7.	Mr Adegné TOGO	Chirurgie Générale
8.	Mr Samba Karim TIMBO	ORL et Chirurgie cervico-faciale, **Chef de D.E.R**
9.	Mr Aly TEMBELY	Urologie
10.	Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie – Réanimation
11.	Mr Bakary Tientigui DEMBELE	Chirurgie Générale
12.	Mr Alhassane TRAORE	Chirurgie Générale
13.	Mr Yacaria COULIBALY	Chirurgie Pédiatrique
14.	Mr Drissa KANIKOMO	Neurochirurgie
15.	Mr Oumar DIALLO	Neurochirurgie

2. MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

1.	Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie Traumatologie
2.	Mme Diénéba DOUMBIA	Anesthésie/Réanimation
3.	Mr Mohamed KEITA	Anesthésie Réanimation
4.	Mr Broulaye Massaoulé SAMAKE	Anesthésie Réanimation
5.	Mr Nouhoum DIANI	Anesthésie-Réanimation
6.	Mr Lamine TRAORE	Ophtalmologie
7.	Mr Niani MOUNKORO	Gynécologie/Obstétrique
8.	Mr Ibrahima TEGUETE	Gynécologie/Obstétrique
9.	Mr Youssouf TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
10.	Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
11.	Mr Mamadou Lamine DIAKITE	Urologie
12.	Mr Honoré Jean Gabriel BERTHE	Urologie
13.	Mr Hamady TRAORE	Stomatologie et Chirurgie maxillo-faciale
14.	Mr Boubacar BA	Odontostomatologie
15.	Mr Lassana KANTE	Chirurgie Générale
16.	Mr. Drissa TRAORE	Chirurgie Générale
17.	Mr Adama Konoba KOITA	Chirurgie Générale
18.	Mr Bréhima COULIBALY	Chirurgie Générale
19.	Mr Birama TOGOLA	Chirurgie Générale
20.	Mr Soumaïla KEITA	Chirurgie Générale
21.	Mr Mamby KEITA	Chirurgie Pédiatrique
22.	Mr Moussa Abdoulaye OUATTARA	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
23.	Mme Kadidiatou SINGARE	ORL-Rhino-Laryngologie
24.	Mr Hamidou Baba SACKO	ORL
25.	Mr Seydou TOGO	Chirurgie Thoracique et Cardio Vasculaire
26.	Mr Aladji Seïdou DEMBELE	Anesthésie-Réanimation
27.	Mme Fatoumata SYLLA	Ophtalmologie
28.	Mr Tioukany THERA	Gynécologie

3. MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

1.	Mr Youssouf SOW	Chirurgie Générale
2.	Mr Koniba KEITA	Chirurgie Générale
3.	Mr Sidiki KEITA	Chirurgie Générale
4.	Mr Amadou TRAORE	Chirurgie Générale
5.	Mr Bréhima BENGALY	Chirurgie Générale
6.	Mr Madiassa KONATE	Chirurgie Générale
7.	Mr Sékou Bréhima KOUMARE	Chirurgie Générale
8.	Mr Boubacar KAREMBE	Chirurgie Générale
9.	Mr Abdoulaye DIARRA	Chirurgie Générale
10.	Mr Idrissa TOUNKARA	Chirurgie Générale
11.	Mr Ibrahima SANKARE	ChirurgieThoracique et Cardio Vasculaire
12.	Mr Abdoul Aziz MAIGA	Chirurgie Thoracique
13.	Mr Ahmed BA	Chirurgie Dentaire
14.	Mr Seydou GUEYE	Chrirurgie Buccale
15.	Mr Issa AMADOU	Chirurgie Pédiatrique
16.	Mr Mohamed Kassoum DJIRE	Chirurgie Pédiatrique
17.	Mr Boubacary GUINDO	ORL-CCF
18.	Mr Siaka SOUMAORO	ORL
19.	Mr Youssouf SIDIBE	ORL
20.	Mr Fatogoma Issa KONE	ORL
21.	Mme Fadima Koréissy TALL	Anesthésie Réanimation
22.	Mr Seydina Alioune BEYE	Anesthésie Réanimation
23.	Mr Hammadoun DICKO	Anesthésie Réanimation
24.	Mr Moustapha Issa MANGANE	Anesthésie Réanimation
25.	Mr Thierno Madane DIOP	Anesthésie Réanimation
26.	Mr Mamadou Karim TOURE	Anesthésie Réanimation
27.	Mr Abdoul Hamidou ALMEIMOUNE	Anesthésie Réanimation
28.	Mr Daouda DIALLO	Anesthésie Réanimation
29.	Mr Abdoulaye TRAORE	Anesthésie Réanimation

31.	Mr Mahamadoun COULIBALY	Anesthésie Réanimation
32.	Mr Abdoulaye KASSAMBARA	Odontostomatologie
33.	Mr Mamadou DIARRA	Ophtalmologie
34.	Mme Assiatou SIMAGA	Ophtalmologie
35.	Mr Seydou BAKAYOKO	Ophtalmologie
36.	Mr Sidi Mohamed COULIBALY	Ophtalmologie
37.	Mr Adama GUINDO	Ophtalmologie
38.	Mme Fatimata KONANDJI	Ophtalmologie
39.	Mr Abdoulaye NAPO	Ophtalmologie
40.	Mr Nouhoum GUIROU	Ophtalmologie
41.	Mr Bougadary Coulibaly	Prothèse Scellée
42.	Mme Kadidia Oumar TOURE	Orthopédie Dentofaciale
43.	Mr Oumar COULIBALY	Neurochirurgie
44.	Mr Mahamadou DAMA	Neurochirurgie
45.	Mr Youssouf SOGOBA	Neurochirurgie
46.	Mr Mamadou Salia DIARRA	Neurochirurgie
47.	Mr Moussa DIALLO	Neurochirurgie
48.	Mr Abdoul Kadri MOUSSA	Orthopédie Traumatologie
49.	Mr Layes TOURE	Orthopédie Traumatologie
50.	Mr Mahamadou DIALLO	Orthopédie Traumatologie
51.	Mr Louis TRAORE	Orthopédie Traumatologie
52.	Mme Hapssa KOITA	Stomatologie et Chirurgie Maxillo -Faciale
53.	Mr Alhousseïny TOURE	Stomatologie et Chirurgie Maxillo -Faciale
54.	Mr Amady COULIBALY	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
55.	Mr Amadou KASSOGUE	Urologie
56.	Mr Dramane Nafo CISSE	Urologie
57.	Mr Mamadou Tidiani COULIBALY	Urologie
58.	Mr Moussa Salifou DIALLO	Urologie
59.	Mr Alkadri DIARRA	Urologie
60.	Mr Soumana Oumar TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
61.	Mr Abdoulaye SISSOKO	Gynécologie/Obstétrique
62.	Mme Aminata KOUMA	Gynécologie/Obstétrique
63.	Mr Mamadou SIMA	Gynécologie/Obstétrique
64.	Mr Seydou FANE	Gynécologie/Obstétrique
65.	Mr Amadou BOCOUM	Gynécologie/Obstétrique
66.	Mr Ibrahima Ousmane KANTE	Gynécologie/Obstétrique
67.	Mr Alassane TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
68.	Mr Oumar WANE	Chirurgie Dentaire
69.	Mr Ousseynou DIAWARA	Parodontologie
70.	Mr Amsalah NIANG	Odonto Préventive et Sociale
71.	Mr Mamadou BA	Chirurgie Buccale

4. ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

1.	Mme Lydia B. SITA	Stomatologie
2.	Mr Baba DIALLO	Epidémiologie

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

1.	Mr Ibrahim I. MAIGA	Bactériologie – Virologie
2.	Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie **Chef de DER**
3.	Mr Bakarou KAMATE	Anatomie Pathologie
4.	Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie -Mycologie

2. MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

1.	Mr Djibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
2.	Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
3.	Mr Bakary MAIGA	Immunologie
4.	Mme Safiatou NIARE	Parasitologie – Mycologie

3. MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

1.	Mr Abdoulaye KONE	Parasitologie– Mycologie
2.	Mr Sanou Kho COULIBALY	Toxicologie
3.	Mr Mamoudou MAIGA	Bactériologie-Virologie
4.	Mme Aminata MAIGA	Bactériologie Virologie
5.	Mme Djeneba Bocar FOFANA	Bactériologie-Virologie
6.	Mr Sidi Boula SISSOKO	Histologie embryologie et cytogénétique
7.	Mr Bréhima DIAKITE	Génétique et Pathologie Moléculaire
8.	Mr Yaya KASSOGUE	Génétique et Pathologie Moléculaire
9.	Mr Bourama COULIBALY	Anatomie Pathologie
10.	Mr Boubacar Sidiki Ibrahim DRAME	Biologie Médicale/Biochimie Clinique
11.	Mr Mamadou BA	Biologie, Parasitologie Entomologie Médicale
12.	Mr Moussa FANE	Biologie, Santé publique, Santé-Environnemen
13.	Mr Bamodi SIMAGA	Physiologie
14.	Mr Oumar SAMASSEKOU	Génétique/Génomique
15.	Mr Nouhoum SAKO	Hématologie/Oncologie Cancérologie
16.	Mme Mariam TRAORE	Pharmacologie
17.	Mr Saïdou BALAM	Immunologie
18.	Mme Arhamatoulaye MAIGA	Biochimie
19.	Mr Aboubacar Alassane OUMAR	Pharmacologie
20.	Mr Modibo SANGARE	Pédagogie en Anglais adapté à la Reche
	Biomédicale	

4. ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

1.	Mr Hama Abdoulaye DIALLO	Immunologie
2.	Mr Harouna BAMBA	Anatomie Pathologie
3.	Mr Moussa KEITA	Entomologie Parasitologie
4.	Mr Yacouba FOFANA	Hématologie
5.	Mr Diakalia Siaka BERTHE	Hématologie
6.	Mme Assitan DIAKITE	Biologie
7.	Ibrahim KEITA	Biologie moléculaire

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

1.	Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entérologie – Hépatologie
2.	Mr Adama Diaman KEITA	Radiologie et Imagerie Médicale
3.	Mr Siaka SIDIBE	Radiologie et Imagerie Médicale
4.	Mr Sounkalo DAO	Maladies Infectieuses et Tropicales
5.	Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses et Tropicales
6.	Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
7.	Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
8.	Mr Moussa T. DIARRA	Hépato Gastro-Entérologie
9.	Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie
10.	Mr Ousmane FAYE	Dermatologie
11.	Mr Youssoufa Mamoudou MAIGA	Neurologie
12.	Mr Yacouba TOLOBA	Pneumo-Phtisiologie **Chef de DER**
13.	Mme Mariam SYLLA	Pédiatrie
14.	Mme Fatoumata DICKO	Pédiatrie

2. MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

1.	Mr Abdel Kader TRAORE	Médecine Interne
2.	Mme KAYA Assétou SOUCKO	Médecine Interne
3.	Mr Abdoul Aziz DIAKITE	Pédiatrie
4.	Mr Idrissa Ah. CISSE	Rhumatologie
5.	Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
6.	Mr Ilo Bella DIALL	Cardiologie
7.	Mr Ichaka MENTA	Cardiologie
8.	Mr Souleymane COULIBALY	Cardiologie
9.	Mr Anselme KONATE	Hépato Gastro-Entérologie

11.	Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
12.	Mr Japhet Pobanou THERA	Médecine Légale/Ophtalmologie
13.	Mr Mahamadou DIALLO	Radiologie et Imagerie Médicale
14.	Mr Adama Aguissa DICKO	Dermatologie

3. MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

1.	Mr Mahamadoun GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
2.	Mr Salia COULIBALY	Radiologie et Imagerie Médicale
3.	Mr Koniba DIABATE	Radiothérapie
4.	Mr Adama DIAKITE	Radiothérapie
5.	Mr Aphou Sallé KONE	Radiothérapie
6.	Mr Mody Abdoulaye CAMARA	Radiologie et Imagerie Médicale
7.	Mr Mamadou N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
8.	Mme Hawa DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
9.	Mr Issa CISSE	Radiologie et Imagerie Médicale
10.	Mr Mamadou DEMBELE	Radiologie et Imagerie Médicale
11.	Mr Ouncoumba DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
12.	Mr Ilias GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
13.	Mr Abdoulaye KONE	Radiologie et Imagerie Médicale
14.	Mr Alassane KOUMA	Radiologie et Imagerie Médicale
15.	Mr Aboubacar Sidiki N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
16.	Mr Souleymane SANOGO	Radiologie et Imagerie Médicale
17.	Mr Ousmane TRAORE	Radiologie et Imagerie Médicale
18.	Mr Boubacar DIALLO	Médecine Interne
19.	Mme Djenebou TRAORE	Médecine Interne
20.	Mr Djibril SY	Médecine Interne
21.	Mme Djénéba DIALLO	Néphrologie
22.	Mr Hamadoun YATTARA	Néphrologie
23.	Mr Seydou SY	Néphrologie
24.	Mr Hamidou Oumar BA	Cardiologie
25.	Mr Massama KONATE	Cardiologie
26.	Mr Ibrahim SANGARE	Cardiologie
27.	Mr Youssouf CAMARA	Cardiologie
28.	Mr Samba SIDIBE	Cardiologie
29.	Mme Asmaou KEITA	Cardiologie
30.	Mr Mamadou TOURE	Cardiologie
31.	Mme COUMBA Adiaratou THIAM	Cardiologie
32.	Mr Mamadou DIAKITE	Cardiologie
33.	Mr Boubacar SONFO	Cardiologie
34.	Mme Mariam SAKO	Cardiologie
35.	Mme Hourouma SOW	Hépato-Gastro-Entérologie
36.	Mme Kadiatou DOUMBIA	Hépato-Gastro-Entérologie
37.	Mme Sanra Déborah SANOGO	Hépato-Gastro-Entérologie
38.	Mr Issa KONATE	Maladies Infectieuses et Tropicales
39.	Mr Abdoulaye Mamadou TRAORE	Maladies Infectieuses et Tropicales
40.	Mr Yacouba CISSOKO	Maladies Infectieuses et Tropicales
41.	Mr Garan DABO	Maladies Infectieuses et Tropicales
42.	Mr Jean Paul DEMBELE	Maladies Infectieuses et Tropicales
43.	Mr Mamadou A.C. CISSE	Médecine d'Urgence
44.	Mr Seybou HASSANE	Neurologie
45.	Mr Guida LANDOURE	Neurologie
46.	Mr Thomas COULIBALY	Neurologie
47.	Mr Adama Seydou SISSOKO	Neurologie-Neurophysiologie
48.	Mr Dianguina dit Noumou SOUMARE	Pneumologie
49.	Mme Khadidia OUATTARA	Pneumologie
50.	Mr Pakuy Pierre MOUNKORO	Psychiatrie
51.	Mr Souleymane dit Papa COULIBALY	Psychiatrie
52.	Mme Siritio BERTHE	Dermatologie
53.	Mme N'DIAYE Hawa THIAM	Dermatologie
54.	Mr Yamoussa KARABINTA	Dermatologie
55.	Mr Mamadou GASSAMA	Dermatologie
56.	Mr Belco MAIGA	Pédiatrie

58.	Mr Fousseyni TRAORE	Pédiatrie
59.	Mr Karamoko SACKO	Pédiatrie
60.	Mme Fatoumata Léonie DIAKITE	Pédiatrie
61.	Mme Lala N'Drainy SIDIBE	Pédiatrie
62.	Mme SOW Djénéba SYLLA	Endocrinologie, Maladies Métaboliques et Nutrition
63.	Mr Djigui KEITA	Rhumatologie
64.	Mr Souleymane SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
65.	Mr Drissa Mansa SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
66.	Mr Salia KEITA	Médecine de la Famille/Communautaire
67.	Mr Issa Souleymane GOITA	Médecine de la Famille/Communautaire

4. ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

1.	Mr Boubacari Ali TOURE	Hématologie Clinique

D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE

1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

1.	Mr Seydou DOUMBIA	Epidémiologie
2.	Mr Hamadoun SANGHO	Santé Publique, **Chef de D.E.R.**
3.	Mr Samba DIOP	Anthropologie Médicale et Ethique en santé

2. MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

1.	Mr Cheick Oumar BAGAYOKO	Informatique Médicale
2.	Mr Massambou SACKO	Santé Publique

3. MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

1.	Mr Hammadoun Aly SANGO	Santé Publique
2.	Mr Ousmane LY	Santé Publique
3.	Mr Ogobara KODIO	Santé Publique
4.	Mr Oumar THIERO	Biostatistique/Bioinformatique
5.	Mr Cheick Abou COULIBALY	Epidémiologie
6.	Mr Abdrahamane COULIBALY	Anthropologie Médicale
7.	Mr Moctar TOUNKARA	Epidémiologie
8.	Mr Nouhoum TELLY	Epidémiologie
9.	Mme Lalla Fatouma TRAORE	Santé Publique
10.	Sory Ibrahim DIAWARA	Epidémiologie

4. ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

1.	Mr Seydou DIARRA	Anthropologie Médicale
2.	Mr Abdrahamane ANNE	Bibliothéconomie-Bibliographie
3.	Mr Mohamed Mounine TRAORE	Santé Communautaire
4.	Mr Housseini DOLO	Epidémiologie
5.	Mr Souleymane Sékou DIARRA	Epidémiologie
6.	Mr Yéya dit Sadio SARRO	Epidémiologie
7.	Mr Bassirou DIARRA	Recherche Opérationnelle
8.	Mme Fatoumata KONATE	Nutrition et Diététique
9.	Mr Bakary DIARRA	Santé Publique
10.	Mme Fatoumata SY	Gestion des Ressources Humaines

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

1.	Mr Souleymane GUINDO	Gestion
2.	Mme MAIGA Fatoumata SOKONA	Hygiène du Milieu
3.	Mr Rouillah DIAKITE	Biophysique et Médecine Nucléaire
4.	Mr Alou DIARRA	Cardiologie
5.	Mme Assétou FOFANA	Maladies Infectieuses
6.	Mr Abdoulaye KALLE	Gastroentérologie
7.	Mr Mamadou KARAMBE	Neurologie
8.	Mme Fatouma Sirifi GUINDO	Médecine de Famille

9.	Mr Alassane PEROU	Radiologie
10.	Mr Boubacar ZIBEIROU	Physique
11.	Mr Boubakary Sidiki MAIGA	Chimie Organique
12.	Mme Daoulata MARIKO	Stomatologie
13.	Mr Issa COULIBALY	Gestion
14.	Mr Klétigui Casmir DEMBELE	Biochimie
15.	Mr Souleymane SAWADOGO	Informatique
16.	Mr Brahima DICKO	Médecine Légale
17.	Mme Tenin KANOUTE	Pneumo- Phtisiologie
18.	Mr Bah TRAORE	Endocrinologie
19.	Mr Modibo MARIKO	Endocrinologie
20.	Mme Aminata Hamar TRAORE	Endocrinologie
21.	Mr Ibrahim NIENTAO	Endocrinologie
22.	Mr Aboubacar Sidiki Tissé KANE	OCE
23.	Mme Rokia SANOGO	Médecine Traditionnelle
24.	Mr Benoît Y KOUMARE	Chimie Générale
25.	Mr Oumar KOITA	Chirurgie Buccale

ENSEIGNANTS EN MISSION

1.	Pr. Lamine GAYE	Physiologie

Bamako, le 16 / 04 / 2020

Le Secrétaire Principal

Dr Monzon TRAORE

Dédicace

Au Dieu père, fils et esprit saint de m'avoir donné le courage, la santé et l'intelligence nécessaire pour réaliser ce travail. Merci sainte Trinité et guide nous vers le droit chemin. Amen ! Sainte vierge Marie intercède pour nous.

A ma mère Awa Hélène Traoré

Ta générosité est sans limite, toi qui t'es privée de tout pour que nous ayons une bonne éducation et une vie meilleure. Tu es une femme dynamique, vertueuse, courageuse et pleine de bon sens. Mère de tous les enfants, puisse le Tout Puissant, le Créateur, dans la santé et la longévité te laisser goutter au fruit de ce travail à nos côtés. AMEN !!!

A mon père Souleymane André Denou

Père je vous dédie ce travail qui est le résultat de l'éducation que nous avons reçue de vous. Puisse le Seigneur vous garde et vous protège afin que vous goutiez au fruit de vos travaux.

A mon tonton Abbé Alexandre Denou

Je ne sais pas combien de fois te remercier pour m'avoir accompagné dans la réalisation de ce travail. Si j'ai pu réussir aujourd'hui c'est grâce à ton courage. Ce travail est le résultat de tes prières et bénédictions de tous les jours, il est clair et évident que jusqu'à la fin des temps nous ne pourrons jamais te récompenser pour ce que tu as fait pour nous, mes frères et sœurs te remercie infiniment. Tu as fait preuve d'amour de lien paternel et irréprochable à mes frères et moi. Puisse le tout puissant nous garde unis par le lien de parenté.

Remerciements

A mes frères et sœurs : Catherine, Mathieu, Guslin, Alphonse, Augustine, Ange-Marie et Maria

L'affection et la confiance mutuelle qui ont toujours existé entre nous m'ont donné la foi pour achever ce travail. Que ma joie d'aujourd'hui soit aussi la vôtre. Soyons et restons plus unis par le lien maternel pour toujours.

A mon tonton Seydou Charle Denou

Au cours de certaines étapes importantes de ma vie, ton apport a été inestimable pour moi et cela sans faille. Les mots me manquent pour apprécier tes immenses aptitudes qui font de toi, une fierté légendaire. Merci pour l'accueil et l'accompagnement.

A mes tantes et tontons

Merci pour les aides spirituelles, morale et matériels. Que Dieu nous garde unis.

A mes cousins et cousines

Ce travail m'offre l'occasion de vous réitérer mon amour et c'est aussi l'occasion de vous rappeler que le lien de parenté est sacré et qu'il ne sera que ce que nous en ferons.

Au Prof. Mahamadou Diakité

Merci de m'avoir accueilli dans votre unité, pour votre disponibilité, pour votre humanisme et pour tous les efforts fournis pour assurer notre formation. Que Dieu vous donne longue vie

Au Dr Konaté Drissa

Vous avez été «la cheville ouvrière» de ce travail ! Sans votre accompagnement, ce travail ne saurait se réaliser. Que Dieu vous récompense de vos biens faits.

A mes amis et promotionnaires

Merci pour l'accompagnement et la considération à l'égard de ma personne.

A ma tendre et très chaire amie : Djelika Diarra

Pour ta présence dans les bons et mauvais moments de la vie, puisse l'amour qui nous uni puisse demeurer pour toujours.

A mes amis et camarades

Oumou Keita, Marie Noëlle Diawara, Fatoumata Kassé, Kadiatou Doumbia, Kadidia Diarra, Bibata Dembele, Maïmouna Yattara, Lalla Mariam Cissé, Awa Sacko, Dev, Bakaina, Kadi, Fayiçal, Job, Moussa Keita, Dramane Diallo, Mory Coulibaly, Merci pour l'accompagnement et la considération à l'égard de ma personne.

A l'équipe d'Immunogénétique du MRTC/UCRC

Merci pour votre aide et votre disponibilité tout au long de ce travail.

A l'équipe d'ImmunoCore de l'UCRC

Encadrer n'est pas une tâche facile, c'est l'occasion de vous adresser mes vifs remerciements.

A l'équipe MRTC/UCRC de la FMOS-FAPH

Dr Seydina Diakite, Dr Karim Traoré, Dr Bourama Traoré, Dr Sory Ibrahim Diawara, Ibrahim Sanogo, Dr Bourama Keita, Dr Mory Doumbia, Dr Djènèba Koumba Dabitao, Dr Bassirou Diarra, mes remerciements particuliers à Dr Fousseyni Doucouré et Mohamed Goumane. Vous nous avez initiés aux premiers pas de la recherche. Merci pour votre collaboration, votre contribution et surtout votre esprit d'équipe.

Au corps professoral de la FMOS/FAPH

Pour votre dévouement et abnégation dans l'accomplissement de votre prestigieuse tâche de transmission du savoir, pour la qualité de la formation reçue et la rigueur dans l'exécution de votre mission.

A la famille Niaré, c'est l'occasion de vous remercier pour votre soutien

A tout ce qui de près ou de loin m'ont soutenu merci à tout un chacun.

Hommage aux membres du jury

A notre Maitre et Président du jury : Pr Sékou Fantamady TRAORE

- PhD en Entomologie Médicale
- Directeur du Département d'Entomologie Médicale et des maladies à transmission Vectorielle (DEMEVE) de l'ICER-Mali
- Responsable de l'enseignement en Zoologie à la FAPH.

Cher Maitre,

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous avez fait en acceptant de présider ce jury. Votre bonne humeur et votre désir de vouloir toujours l'excellence font de vous un modèle admiré de tous.

Que ce travail soit le témoin de notre sincère reconnaissance et de notre profonde estime.

A notre Maitre et juge : Dr Moctar TOUNKARA

- Docteur en Médecine
- Spécialiste en Epidémiologie
- Maitre-assistant au Département d'Enseignement et Recherche en Santé Publique de la Faculté de Médecine (FMOS)

Cher Maitre,

Malgré vos diverses occupations, vous nous avez accueillis en acceptant de juger ce travail.

Votre courage et votre engagement dans toutes vos entreprises font de vous un homme d'exception et un professionnel dévoué.

Veuillez recevoir cher Maitre l'expression de notre profonde gratitude

A notre Maitre et juge : Dr Djènèba Koumba DABITAO

- Docteur en Pharmacie
- Spécialiste en Biologie Moléculaire et en Immunologie
- Maitre-assistant à la Faculté de Pharmacie

- Chef du Laboratoire ImmunoCore du Centre Universitaire de Recherche Clinique (UCRC)

Chère Maitre,

C'est l'occasion pour nous de vous remercier de nous avoir accueillis au sein de votre unité pour la formation. Au cours de notre séjour nous avons apprécié votre courage et dévouement dans la recherche, votre disponibilité à transmettre le savoir et votre qualité de femme battante font de vous un exemple à suivre.

Mère de tous les enfants, une fois de plus veuillez accepter l'expression de notre profond respect et de nos sincères remerciements.

A notre Maitre et co-directeur : Dr Drissa KONATE

- Docteur en Médecine
- Titulaire d'un Master en Epidémiologie
- Chercheur à la Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie (FMOS)

Cher Maitre,
Tout au long de ce travail, nous avons apprécié vos qualités humaines et scientifiques.
Votre disponibilité constante et votre amour pour le travail bien fait font de vous un Maitre respectable.
Permettez-nous cher Maitre de vous adresser l'expression de notre immense gratitude et de notre sincère remerciement.

A notre Maitre et Directeur de thèse : Pr Mahamadou DIAKITE

- DPhil en Immunogénétique à l'Université d'Oxford
- Professeur Titulaire d'Immunologie et de Génétique
- Responsable du Laboratoire Immunogénétique et Parasitologie de l'ICER-Mali
- Vice-recteur de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB)
- Directeur Scientifique Adjoint du Centre Universitaire de Recherche Clinique (UCRC)
- Secrétaire Permanent du Comité d'Ethique de la (FMOS/FAPH)

Cher Maitre,

Vous nous avez fait un immense honneur en nous acceptant dans votre équipe de recherche médicale. Tout au long de ce travail nous avons apprécié vos grandes qualités scientifiques et humaines, vos enseignements et surtout votre sens élevé de la responsabilité et de la rigueur dans le travail font de vous un exemple à suivre.

Cher Maître veuillez recevoir en toute modestie, l'expression de notre immense gratitude.

Table des matières

Liste des figures ix
Sigles et Abréviations x
1. Introduction 2
2. Objectifs 4
2.1. Objectif général 4
2. 2. Objectifs spécifiques 4
3. Généralités 5
3.1. Malnutrition 5
3.1.1. Définition 5
3.1. 2. Epidémiologie 5
3.1.3. Physiopathologie de la malnutrition 6
3.1.4. Indices anthropométriques [10] 6
3.1.5. Formes de malnutrition [1] 8
3.1.6. Prise en charge de la malnutrition 10
3.2. Paludisme 12
3.2.1. Epidémiologie 12
3.2.2. Symptômes du paludisme [29] 15
3.2.3. Populations exposées au paludisme 15
3.2.4. Charge de morbidité du paludisme 15
3.2.5. Transmission du paludisme [29] 16
3.2.6. Prévention du paludisme [30] 17
3.2.7. Diagnostic et traitement du paludisme 19
3.2.8. Résistance aux antipaludiques 20
3.2.9. Surveillance de la lutte antipalustre 21
3.2.10. Élimination du paludisme 22
3.2.11. Vaccins antipaludiques [29] 22
3.3. Relation entre la malnutrition et le paludisme 26
4. Méthodologie 29
4.1. Cadre d'étude 29
4.1.1. Historique et situation géographique 29
4.1.2. Données géographiques 30
4.2. Type et période d'étude 31
4.3. Population et échantillonnage 32

4.3.1. Critères d'inclusions....32
4.3.2. Critères de non inclusion....32
4.4. Variables mesurées....33
4.5. Techniques de laboratoire....33
4.5.1. Détermination du taux d'hémoglobine en utilisant l'appareil Hemocue® Hb301....33
4.5.2. Goutte épaisse/Frottis sanguins....33
4.6. Méthode de collecte des données....33
4.7. Définitions opératoires....34
4.8. Déroulement de l'étude....34
4.9. Gestion et analyse des données....35
4.10. Considérations éthiques....35
5. Résultats....37
5.1. Résultats globaux....37
5.2. Caractéristiques sociodémographiques....37
5.3. Résultats descriptifs sur la malnutrition et le paludisme....40
5.4. Résultats analytiques sur la relation entre le paludisme et la malnutrition....42
6. Commentaires et discussion....48
6.1. Caractéristiques sociodémographiques....48
6.2. Données descriptives....49
6.3. Relation entre paludisme et malnutrition....51
6.4. Limites de l'étude....54
7. Conclusion et recommandations....55
7.1. Conclusion....55
7.2. Recommandations....55
9. Annexes....64
9.1. Détermination du taux d'hémoglobine (cf. annexe1)....64
9.2. Technique de la goutte épaisse/frottis mince (cf. annexe 2)....65
9.3. Questionnaire de l'enquête (cf. annexe 3)....69
9.4. Lettre du comité d'éthique (cf. annexe 4)....78
10. Fiche signalétique....79
SERMENT D'HIPPOCRATE....81

Liste des figures

Figure 1. Facteurs favorisants la malnutrition....5
Figure 2. Cycle de transmission du *Plasmoduim falcifarum*....14
Figure 3. Carte du Mali avec le village de Koila, cercle de Markala....29
Figure 4. Répartition des mères d'enfants selon les classes d'âge à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....38
Figure 5. Répartition des mères d'enfants selon leur activité à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....38
Figure 6. Répartition des mères d'enfants en fonction du régime de mariage à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....39
Figure 7. Répartition des mères d'enfants en fonction du niveau d'éducation à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....39
Figure 8. Répartition de la malnutrition selon le degré de sévérité chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....40
Figure 9. Corrélation entre la parasitémie et les indices du statut nutritionnel des enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au moi de novembre 2019....47
Figure 10. Analyseur et microcuvette HemoCue....64
Figure 11. Technique de la goutte épaisse....67

Liste des tableaux

Tableau 1. Manifestations cliniques de marasme et de kwashiorkor [23]....10
Tableau 2. Répartition des enfants en fonction des classes d'âge et du sexe à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....37
Tableau 3. Types de malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....40
Tableau 4. Prévalence de l'infection palustre, du nombre d'épisode palustre et de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....41
Tableau 5. Répartition du type de malnutrition en fonction de l'infection palustre, du nombre d'épisodes palustres et de l'anémie à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....42
Tableau 6. Relation entre l'insuffisance pondérale et les variables explicatives chez les enfants et mères à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....43
Tableau 7. Relation entre la malnutrition chronique et les variables explicatives chez les enfants et mères à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019....44
Tableau 8. Relation entre la malnutrition aigüe et les variables explicatives chez les enfants et mères à Koïla au mois de novembre 2019....45

Sigles et Abréviations

AL	Artéméther Luméfantrine
ASAQ	Artésunate-Amodiaquine
ASC	Agent de Santé Communautaire
ASPE	Aliments Supplémentaires Prêt à l'Emploie
ATPE	Aliments Thérapeutiques Prêt à l'Emploi
CPN	Consultation Prénatale
CRF	Case Report Form (fiche de rapport des cas)
CSCom	Centre de Santé Communautaire
CTA	Combinaison Thérapeutique à base d'Artémisinine
Dl	Décilitre
ENA	Emergency Nutrition Assessment (Evaluation Nutritionnelle en situation d'Urgence)
F100	Formule lactée 100
F75	Formule lactée 75
FAO	Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FAPH	Faculté de Pharmacie
FMOS	Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie
GE	Goutte Epaisse
GIS	Geographic Information System (système d'information géographique)
Hb	Hémoglobine
HTA	Hypertension Artérielle
IC	Intervalle de Confiance
ICEMR	International Center for Excellence in Malaria Research (Centre International d'Excellence en Recherche sur le Paludisme)
ICER	International Center for Excellence in Research (centre International d'Excellence en Recherche)
IM	Intra-Musculaire
IP	Insuffisance Pondérale
IV	Intra-Veineuse
Kg	Kilogramme
MA	Malnutrition Aigue
MAM	Malnutrition Aiguë Modérée
MAS	Malnutrition Aiguë Sévère
MC/RC	Malnutrition Chronique/Retard de croissance
Mg	Milligramme
Ml	Millilitre
MRTC	*Malaria Research and Training Center* (Centre de Recherche et de Formation sur le Paludisme)
MUAC	Mid-Upper Arm Circumference measure (Mesure du Périmètre Brachial)
NIH/NIAID	National Institutes of Health/National Institute of Allergies and Infectious Diseases (Instituts Nationaux de Santé/Institut National d'Allergies et de

	Maladies Infectieuses)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OR	Odds Ratio (rapport de côte)
P	*Plasmodium*
P/A	Rapport Poids-Age
P/T	Rapport Poids-Taille
PH	Potentiel Hydrogène
PNLP	Programme National de Lutte contre le Paludisme
SIDA	Syndrome d'Immunodéficience Acquise
SMART	Standardized Monitoring and Assessment of Relief and Transition (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réaliste et Temporellement disponible)
SP	Sulfadoxine-Pyriméthamine
SRO	Solution de Réhydrations Orale
T/A	Rapport Taille-Age
TDH	Terre des Hommes
TDR	Test de Diagnostic Rapide
UCRC	University Clinical Research Center (Centre Universitaire de Recherche Clinique)
UNICEF	United Nations International Children's Fund (Fonds International des Nations Unies pour l'Enfance)
USTTB	Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
VIH	Virus de l'Immunodéficience Humaine

1. Introduction

La malnutrition est un état pathologique résultant d'un déséquilibre entre les apports et les besoins de l'organisme en éléments nutritifs [1]. Elle est responsable de 45% des causes de la mortalité infantile, surtout dans les pays où le système sanitaire est précaire [2]. A l'échelle mondiale, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime le nombre de cas de malnutrition chronique (MC) à 155 millions chez les enfants de moins de 5 ans dont 39% sont enregistrés en Afrique [3]. La distribution des cas de malnutrition varie en fonction des zones géographiques, et particulièrement en Afrique subsaharienne où la prévalence oscille entre 18% et 51% [4]. Au Mali, les prévalences de la malnutrition chronique (MC), de l'insuffisance pondérale (IP) et de la malnutrition aigüe sont 24,1%, 18,6% et 10%, respectivement [5]. La distribution de la malnutrition présente une grande variabilité en fonction des zones de résidence, allant de 28,9% pour la forme chronique dans la région de Sikasso à 11% dans le district de Bamako et dans la région de Kidal [5].

En dépit des efforts fournis dans le dépistage et la prise en charge des enfants malnutris, la situation de la malnutrition reste encore mitigée en Afrique en raison de la multitude des facteurs impliqués. Elle survient essentiellement à la suite d'un apport alimentaire insuffisant et des maladies. D'autres facteurs favorisent aussi sa survenue comme la faible diversité alimentaire, la mauvaise qualité des services de santé, le manque d'hygiène, l'existence d'antécédent (ATCD) de malnutrition maternelle, le niveau socio-économique de la famille [6-8]. Les infections à répétitions, qui se développent le plus souvent dans des conditions environnementales déficientes sont fréquemment associées à un mauvais état nutritionnel chez les enfants [6, 9, 10]. La malnutrition est très souvent mentionnée aussi comme une cause sous-jacente de près de la moitié de décès d'enfants dus aux infections à répétitions dans les pays à faibles revenus [10, 11].

Le paludisme occupe une place importante parmi les maladies infectieuses incriminées dans la survenue de la malnutrition chez les enfants africains [10]. L'association paludisme-malnutrition est fréquemment rencontrée en Afrique sub-saharienne, et est responsable d'un nombre élevé de décès des enfants de moins de 5 ans. La relation entre le paludisme et la malnutrition reste toujours complexe, et a fait l'objet de beaucoup d'études dont les résultats sont parfois contradictoires [12,

13]. Si le rôle des parasitoses, comme le paludisme, dans la survenue de la malnutrition est établi chez les enfants dans les zones d'endémie palustre [9], l'implication de la malnutrition dans la survenue du paludisme reste toujours une controverse. Toutefois, leur coexistence constitue un sérieux problème de santé de par la mortalité élevée qu'elle engendre dans la couche cible. Aussi, l'association entre le paludisme et la malnutrition altère les capacités d'apprentissage et physiques de l'enfant [10, 14].

L'exploration de la relation entre la malnutrition et le paludisme, surtout dans les pays à revenus faibles où ces deux pathologies sont fréquentes, permettra de mieux comprendre le fardeau de la coexistence de ces deux maladies. C'est dans ce cadre que ce travail a été initié pour étudier la relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan dans la région de Ségou. Le choix de cette localité a été motivé par le fait que c'est une zone de riziculture irriguée par le barrage hydraulique de Markala où les parasitoses sont fréquentes [15]. C'est également l'un de nos sites du programme ICEMR, où nous collectons les données sur le paludisme en début et fin de saison. Lors du passage en début de saison 2019, nous avons trouvés une prévalence parasitaire à 9% et celle de l'anémie à 31% dont plus de 70% ont été observés chez les enfants de moins de 5 ans (rapports préliminaires de passage du mois de juin 2019, non publié).

Etant donné que le paludisme et la malnutrition sont les principales causes de l'anémie, surtout chez les enfants de moins de cinq ans [16, 17]. Nous nous sommes proposés de déterminer les prévalences de la malnutrition et le paludisme, et leur association dans cette localité afin d'implémenter des stratégies appropriées tenant en compte des aspects préventifs et curatifs de ces deux pathologies.

2. Objectifs

2.1. Objectif général

Etudier la relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans dans le village de Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

2. 2. Objectifs spécifiques

- comparer la prévalence de l'infection palustre en fonction du statut nutritionnel des enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan ;
- comparer le nombre d'épisode palustre en fonction du statut nutritionnel des enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan ;
- déterminer les facteurs associés à la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan ;
- déterminer la corrélation entre la parasitémie et les indices du statut nutritionnel des enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan.

3. Généralités

3.1. Malnutrition

3.1.1. Définition

La malnutrition se définit comme un état pathologique résultant de la carence ou de l'excès, relatif ou absolu, d'un ou de plusieurs nutriments essentiels, que cet état se manifeste cliniquement ou ne soit décelable que par des analyses biochimiques, anthropométriques ou physiologiques [18].

3.1. 2. Epidémiologie

Le déséquilibre nutritionnel peut être expliqué par trois facteurs principaux : la réduction de l'apport alimentaire, les pertes accrues ou l'utilisation altérée des nutriments et l'augmentation des besoins énergétiques. Chez un enfant malade, il peut y avoir la combinaison simultanée de ces 3 facteurs.

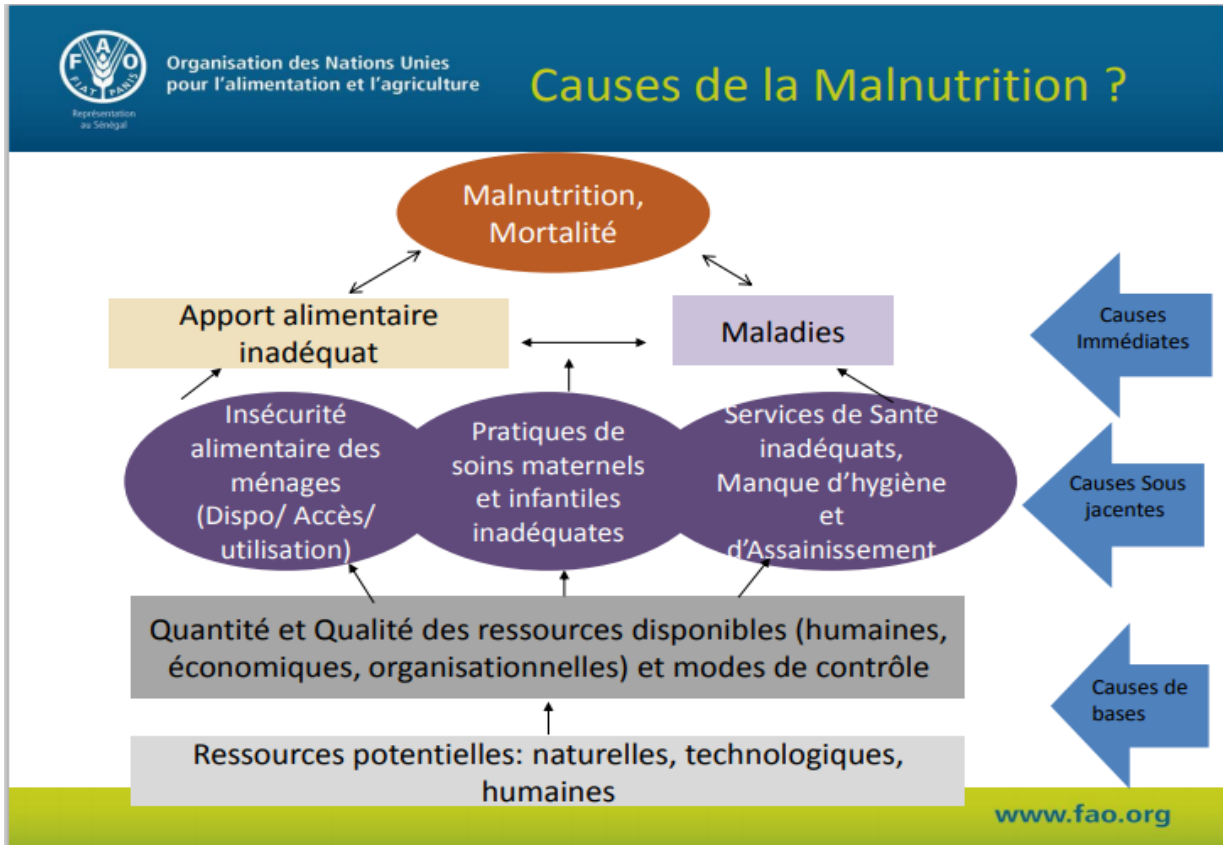


Figure 1. Facteurs favorisants la malnutrition

Source : **https://www.unicef.org/french/sowc98/f025.htm** (consulté le 11/04/2020)

3.1.3. Physiopathologie de la malnutrition

Les mécanismes pathogéniques de la malnutrition chez les enfants sont complexes. Le déséquilibre, survenu à la suite d'une diminution des apports ou d'une augmentation des besoins métaboliques en micronutriments, entraîne une perte tissulaire avec des conséquences délétères sur l'organisme.

Les muscles et la graisse constituent les réserves de l'organisme, suite à une réduction ou une augmentation de l'apport alimentaire, ces réserves énergétiques sont mobilisées et on assiste à une fonte de la masse musculaire et de la masse graisseuse [19]. Si cette perte n'est pas compensée rapidement et correctement, s'ensuit une réduction des besoins nutritionnels puis celle du métabolisme de base pouvant se poursuivre jusqu'à l'installation d'un déséquilibre entre le rapport besoins et apports. Pour répondre à la diminution de métabolisme de base, le corps utilise d'abord le tissu adipeux puis les protéines comme source d'énergie. Par la suite, cet état de fait entraine ainsi le fameux cercle vicieux du risque nutritionnel, associant une redistribution de la masse corporelle et une diminution du renouvellement de la synthèse des protéines [20].

La malnutrition entraîne un déficit des masses musculaires et graisseuses, une augmentation de l'eau totale avec perturbation de l'ionogramme sanguin. Tandis qu'une réduction du renouvellement de la synthèse des protéines entraîne la diminution de la synthèse de l'albumine et enzymatique, et une diminution de la défense immunitaire [20, 21].

3.1.4. Indices anthropométriques [10]

3.1.4.1. Indice poids pour taille (P/T)

Il compare le poids de l'enfant au poids de référence pour sa taille selon l'organisation mondiale de la santé (OMS). Cet indice apprécie le degré de maigreur ou d'obésité, en d'autres termes, l'évolution harmonieuse entre le poids et la taille. Il permet de diagnostiquer facilement la malnutrition aiguë, contemporaine à la mesure, sans se préoccuper d'une estimation correcte de l'âge ni des antécédents nutritionnels. Une baisse de cet indice traduit souvent une perte rapide de poids suite à une diminution. Il est considéré comme un indicateur de la malnutrition aiguë ou de la maigreur (cachexie).

3.1.4.2. Indice taille pour âge (T/A)

Il compare la taille de l'enfant à la taille de référence pour son âge selon l'OMS. Il permet d'identifier les retards ou les avancés de croissance en taille. C'est un indicateur temporel qui permet d'apprécier les répercussions des déficits sur la croissance de la taille. Cet indice semble être le plus sensible aux variations à long terme de l'état nutritionnel. Dans la plupart des pays en développement, la prévalence du retard de croissance commence à augmenter à partir de 3 mois. Ensuite le processus du retard de croissance se ralentit vers l'âge de trois ans après quoi la taille moyenne évolue parallèlement à la courbe de référence [22]. L'indice taille/âge est présenté comme indicateur d'un retard de croissance statural (malnutrition chronique).

3.1.4.3. Indice poids pour âge (P/A)

Il compare le poids de l'enfant au poids de référence pour les enfants du même âge. Il apprécie les déficits ou les excès pondéraux. Il est utilisé généralement dans les études longitudinales car il est possible de se référer aux mesures antérieures pour pouvoir faire les estimations. En cas d'étude transversale, un diagnostic basé uniquement sur cet indice ne tient pas compte des disparités de taille entre individus de même âge. L'indice poids/âge peut alors conduire à un diagnostic erroné quand il s'agit d'une malnutrition récente ou aiguë. La baisse de cet indice traduit une insuffisance pondérale.

3.1.4.4. Périmètre brachial (PB)

Il donne une estimation relativement fiable de la masse musculaire. La réduction de la masse musculaire est l'un des mécanismes les plus frappants d'adaptation à des apports en énergie insuffisante. Il est signe de malnutrition aiguë. C'est un indice qui permet d'identifier rapidement les enfants à risque des formes sévères de malnutrition.

3.1.5. Formes de malnutrition [1]

3.1.5.1. Malnutrition chronique (retard de croissance)

Elle se traduit par un enfant ayant une taille trop petite pour son âge. Elle se détermine par la mesure de l'indice taille/âge. La malnutrition chronique se développe lentement en lien avec une ration alimentaire inadéquate dans une situation socio-sanitaire précaire.

3.1.5.2. Malnutrition aigüe ou émaciation (maigreur)

Elle se traduit par un faible poids rapporté à la taille d'un enfant. Elle se développe rapidement en relation avec une situation ponctuelle de manque (période de soudure difficile, épidémie sévère, changement soudain ou répété du régime alimentaire, conflit). Cette forme de malnutrition se mesure par l'indice poids/taille. La malnutrition aigüe comprend deux formes ; la malnutrition aigüe modérée (MAM) qui se caractérise par une perte de poids modérée (indice P/T compris entre 70% et 80% de la moyenne) et la malnutrition aiguë sévère (MAS) qui se caractérise par une perte de poids majeure (indice P/T <70%).

Les formes cliniques de la malnutrition aigüe comprennent le marasme et le kwashiorkor. Ces formes peuvent être dues à deux types, soit une carence énergétique (marasme), soit une carence protéinique (kwashiorkor). L'idée que le marasme est lié à un déficit calorique tandis que le kwashiorkor résulte d'un déficit protéique est, cependant, simpliste comme le précise l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture qui explique que ces deux maladies peuvent non seulement avoir des causes bien plus complexes mais aussi interagir entre elles.

Le marasme nutritionnel est une forme de malnutrition grave du fait d'une insuffisance énergétique globale, accompagnée de carence en protéine. Il est souvent dû à l'abandon précoce du lait maternel, remplacé trop tôt par un lait fortement dilué et des céréales, chez l'enfant âgé en général de moins d'un an. Il entraîne une importante perte de poids et un retard de croissance. Parfois, le marasme nutritionnel est lié à une disette ou une famine, comme c'est le cas dans les pays en voie de développement. Le marasme nutritionnel peut également

survenir en cas de prématurité et de troubles digestifs (problème d'absorption des nutriments). Il touche principalement les jeunes enfants dans leur première année. C'est un problème de santé publique en Afrique et dans d'autres pays en voie de développement.

Les facteurs favorisant le marasme nutritionnel sont nombreux :

- des infections intestinales ou respiratoires répétées ;
- des maladies infectieuses de l'enfance (coqueluche, rougeole) ;
- des affections parasitaires, notamment le paludisme et les vers intestinaux ;
- des facteurs socio-économiques très défavorables (quantité journalière de lait infantile insuffisante ou parfois dilué) ;
- la méconnaissance des besoins nutritionnels de l'enfant avec notamment un allaitement maternel prolongé sans aliments de complément adaptés : l'apport calorique total sera trop faible ainsi que l'apport en protéine.

Le *kwashiorkor* est un syndrome de malnutrition par carence en protéines. Le terme, qui signifie enfant (*kwashi*) rouge (*orkor*) dans la langue des Ashanti du Ghana, fait référence à la rougeur de la peau des enfants qui en sont touchés. Le kwashiorkor touche principalement les jeunes enfants qui, âgés de six mois à trois ans, à la naissance d'un second enfant dans leur famille, sont brutalement sevrés du lait maternel et passent à une alimentation trop pauvre en protéines. Il se caractérise par la fonte musculaire, des œdèmes des membres inférieurs, une ascite, une hépatomégalie et une hypo albuminémie à la prise de sang (responsable des œdèmes).

Tableau 1. Manifestations cliniques de marasme et de kwashiorkor [23]

Marasme	Kwashiorkor
Fonte musculaire extrême survenant après une fonte adipeuse	Œdème le plus souvent généralisé
Peau amincie	Dépigmentation et décoloration de la peau et des cheveux
Cheveux fins et secs	Visage bouffi
Peau des fesses plissés et pendante	Peau craquelée
Envie permanent de manger	Anorexie
Grande vivacité	Apathie
Aspect de vieillard	Hépatomégalie

3.1.6. Prise en charge de la malnutrition

Globalement la prise en charge se fait selon le degré de sévérité et en fonction du type de la malnutrition.

3.1.6.1. Prise en charge de la malnutrition modérée

La prise en charge se fait au niveau communautaire et dans les structures de santé par des agents de santé. Les aliments utilisés sont la farine industrielle améliorée en complexe minéralo-vitaminique (Superceralplus ou Supercereal 2), la farine locale enrichies (Misola) et les aliments supplémentaires prêt à l'emploi ASPE (Supplemetary Plumpy ou Plumpysup). Le déparasitage et la prévention de la carence en vitamine A se fait également au cours des visites de suivi [24].

3.1.6.2. Prise en charge de la malnutrition chronique

La prise en charge se fait au niveau social à travers la promotion de l'allaitement maternel exclusif et d'une alimentation diversifiée, et au niveau sanitaire par la supplémentation en vitamines et en minéraux (vitamine A, fer, zinc, iode).

3.1.6.3. Prise en charge de la malnutrition sévère

L'OMS a publié en 2013 de nouvelles directives thérapeutiques pour la prise en charge des enfants de moins de cinq ans qui souffrent de malnutrition aiguë sévère dans le monde. On parle de malnutrition aiguë sévère quand un enfant souffre d'émaciation sévère s'accompagnant ou non d'un œdème dû à la rétention d'eau. L'enfant et le nourrisson en sont atteints quand leur alimentation ne leur apporte pas

assez d'énergie, de protéines et de micronutriments et qu'ils souffrent d'autres problèmes de santé comme des infections à répétition. Elle est diagnostiquée quand la circonférence du bras est inférieure à 115 mm ou quand le rapport poids/taille de l'enfant est fortement réduit.

Les enfants atteints de malnutrition aiguë sévère sont parmi les personnes les plus vulnérables au monde. Ils sont très maigres : leur organisme a utilisé la plus grande partie de la graisse et de la masse musculaire du corps pour rester en vie. Sa prise en charge est basée sur l'utilisation de préparations lactées et est réalisée en 3 phases [22] :

- **Phase initiale de rééquilibrage,** elle consiste à reconnaitre et à traiter dans un hôpital ou un centre de santé, les complications pouvant mettre en jeux la vie de l'enfant, à corriger les troubles métaboliques, à pallier certaines carences et à commencer à nourrir l'enfant.

La déshydratation est traitée par des solutions de réadaptation toutes prêtes comme le ReSoMal (*Rehydratation Solution for Malnutrition*) ou plus classiques (SRO soit Solutions de Réhydratation Orale) :

  - **la réalimentation** : l'OMS (Organisation Mondiale de la santé) recommande la formule lactée F75 (75 kcal/100 ml) qui suffit à couvrir les besoins de base tant en protéines qu'en énergie (à raison de 135 ml/kg c'est à dire 100 kcal/kg), répartis entre 5 et 8 repas/jour. Il permet d'amorcer le rétablissement des fonctions métaboliques et de rétablir l'équilibre nutritionnel électrolytique. Ce lait est formulé de façon à ce que les patients ne prennent pas du poids durant cette période [24].

    - **la correction des carences** en vitamines et minéraux est associée. Il faut ensuite traiter toutes les infections possibles et corriger éventuellement une anémie

- **Phase de transition** de 48 à 72 heures.
- **Une phase de réhabilitation nutritionnelle** : pour prendre un maximum de poids. L'OMS recommande la préparation lactée F100 (100 kcal/100 ml) à raison de 150 à 200 ml/kg/jour, ce qui correspondant à 150 à 200 kcal/kg. Cela permet

des gains de poids pouvant aller jusqu'à 20 g/kg/jour. Pour calculer le gain de poids obtenu, on utilise la formule suivante : (Poids observé - Poids initial x 100) / (Poids initial x nombre de jours de traitement). Le poids initial est le poids au début de la phase de réhabilitation.

Le suivi de l'enfant après la sortie du centre est une étape importante dans la prise en charge des enfants malnutris. Cette phase permet d'éviter les rechutes et d'assurer le développement physique, mental et affectif continu de l'enfant.

La sortie de l'enfant dépend de certains critères comme l'indice P/T< -1 écart-type de la médiane de la référence (OMS), la capacité de l'enfant à consommer une quantité suffisante de repas préparé par la mère, le traitement de toutes les carences ou complications ou en cours de traitement, la mise en route du programme de vaccination complet de l'enfant. Cette sortie dépend aussi de la capacité de la mère (ou personne en charge) à préparer les repas appropriés et de le faire manger, de jouer avec l'enfant avec les jouets appropriés, de traiter à domicile la diarrhée, la fièvre, l'infection respiratoire aiguë, et de reconnaitre les signes qui montrent qu'elle doit faire appel à une assistance médicale. En fin la capacité de l'agent sanitaire à assumer le suivi de l'enfant et à apporter une aide à la mère.

3.2. Paludisme

3.2.1. Epidémiologie

Le paludisme est dû à des parasites du genre *Plasmodium* transmis à l'homme par des piqûres de moustiques femelles de l'espèce *Anopheles* infectés, appelés « vecteurs du paludisme » (Figure 2). Il existe cinq espèces de parasites responsables du paludisme chez l'homme, dont deux – *P. falciparum et P. vivax* – sont les plus dangereuses.

La distribution du paludisme est très variable en fonction des zones géographiques. Cette variabilité de la distribution est sous la dépendance de certains facteurs comme ceux liés aux vecteurs, à l'espèce plasmodiale, à l'hôte et à l'environnement [25]. *En 2018, P. falciparum* a été à l'origine de 99,7 % des cas estimés de paludisme dans la Région africaine de l'OMS où le Nigeria reste le pays le plus

touché avec 25% parmi les cas enregistrés en Afrique, de 50 % des cas dans la Région de l'Asie du sud-est, de 71 % dans la Région de la Méditerranée orientale et de 65 % dans la Région du Pacifique occidental [26]. *P. vivax* est le parasite prédominant dans la Région OMS des Amériques, où il est à l'origine de 75 % des cas.

La situation épidémiologique du paludisme est décrite à partir des indices qui permettent d'établir la répartition du paludisme dans l'espace (zones à risques) et dans le temps (saisons de transmission). Cette répartition est sous la dépendance du climat et de la température qui sont les deux éléments environnementaux clés jouant un rôle majeur dans la transmission du paludisme.

L'indice de stabilité, déterminé par Macdonald [27] caractérise l'enracinement du paludisme et permet de distinguer :

- ✓ Les zones de paludisme stable, où la forte transmission entraîne une prémunition. Celle-ci n'empêche pas les habitants d'être parasités mais limite les manifestations pathologiques aux classes d'âges les plus jeunes alors que les adultes sont peu touchés.
- ✓ Les zones de paludisme instable, où le caractère épisodique de la transmission ne permet pas le développement de la prémunition ; la maladie sévit alors sous forme d'épidémie touchant toutes les classes d'âges.

Au Mali, la situation épidémiologique du paludisme varie en fonction des faciès géo-climatiques. Il existe cinq modalités épidémiologiques de transmission du paludisme [28].

- Une zone soudano-guinéenne à transmission saisonnière longue ≥ 6mois, où l'indice plasmodique chez les enfants est ≥ 80%. L'état de prémunition est acquis vers l'âge de 5-6 ans ;
- Une zone sahélienne à transmission saisonnière courte ≤3 mois, l'indice plasmodique se situe entre 50-70%. L'état de prémunition est rarement atteint avant l'âge de 9-10 ans ;
- Une zone de transmission sporadique voire épidémique correspondant aux régions du Nord et à certaines localités des régions de Koulikoro et de

Kayes. L'indice plasmodique est en dessous de 5%. Tous les groupes d'âge sont à risque de paludisme grave ;

- Des zones de transmission bi ou plurimodales comprenant le delta intérieur du fleuve Niger et les zones de barrage et de riziculture. L'indice plasmodique se situe entre 40-50%. L'anémie reste un phénotype clinique important ;
- Des zones peu propices à l'impaludation particulièrement dans les milieux urbains comme Bamako et Mopti où le paludisme est hypoendémique. L'indice plasmodique est ≤10% et les adultes peuvent faire des formes graves et compliquées de paludisme.

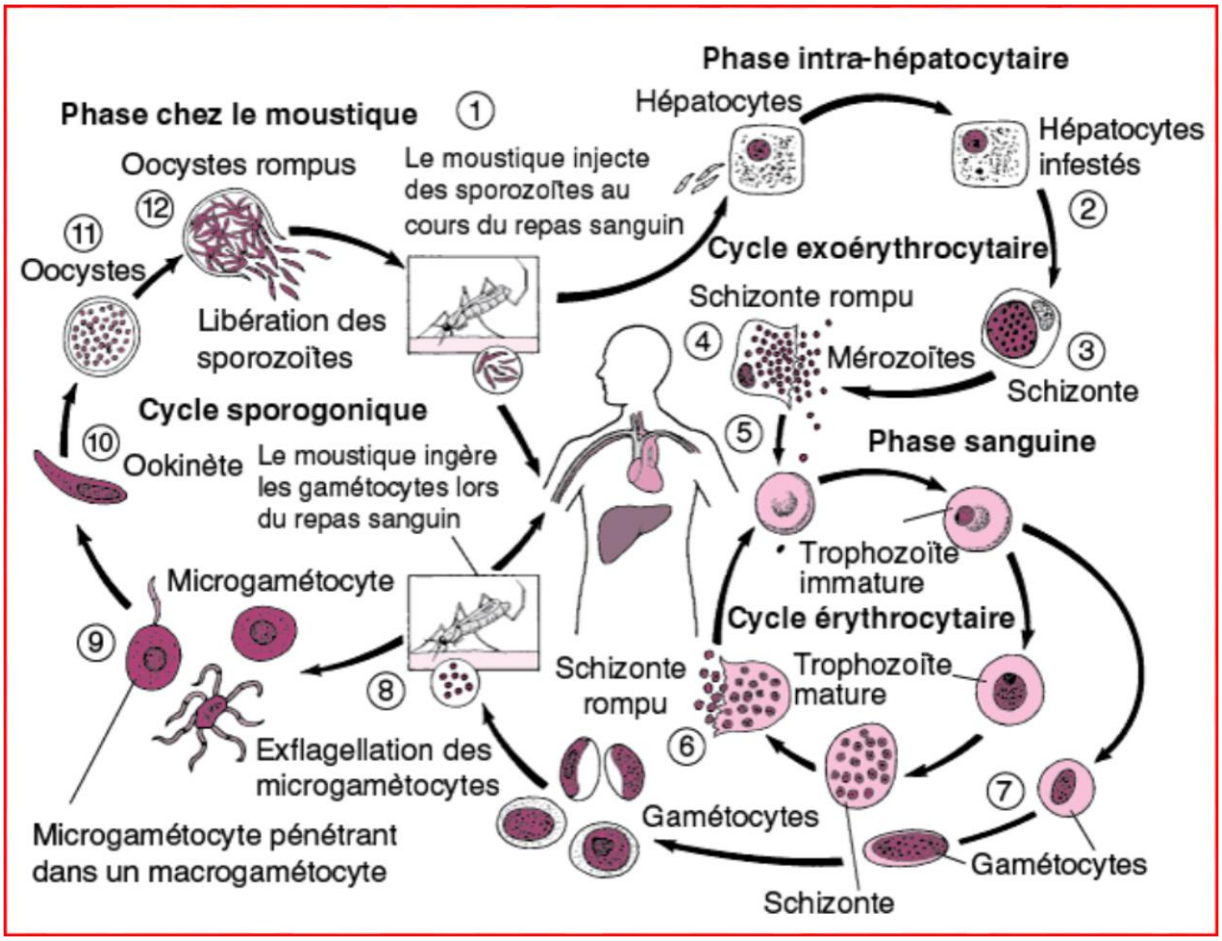


Figure 2. Cycle de transmission du *Plasmoduim falcifarum*

Source : https://www.msdmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/protozoaires-extra-intestinaux/paludisme (posté par Richard D. Pearson en mai 2019).

3.2.2. Symptômes du paludisme [29]

Le paludisme est une affection fébrile aiguë. Chez un sujet non immunisé, les symptômes apparaissent généralement au bout de 10 à 15 jours après la piqûre de moustique infectante. Les premiers symptômes comme la fièvre, les céphalées et les frissons peuvent être modérés et difficiles à attribuer au paludisme. S'il n'est pas traité dans les 24 heures, le paludisme à *P. falciparum* peut évoluer vers une affection sévère souvent mortelle.

Les enfants fortement atteints développent fréquemment un ou plusieurs des symptômes suivants : anémie sévère, détresse respiratoire consécutive à une acidose métabolique ou paludisme cérébral.

Chez l'adulte, il est également courant d'observer une insuffisance polyviscérale. Dans les zones d'endémie, les personnes peuvent parfois être partiellement immunisées, et il peut y avoir des infections asymptomatiques.

3.2.3. Populations exposées au paludisme

En 2018, près de la moitié de la population mondiale était exposée au risque de contracter le paludisme. La plupart de ces cas et décès dus à cette maladie surviennent en Afrique subsaharienne. Toutefois, les Régions OMS de l'Asie du sud-est, de la Méditerranée orientale, du Pacifique occidental et des Amériques sont également des zones à risque [29].

Certains groupes de population courent un risque beaucoup plus élevé que d'autres de contracter le paludisme et d'être gravement atteints : les nourrissons, les enfants de moins de cinq ans, les femmes enceintes, les personnes vivant avec le VIH/SIDA, les migrants non immunisés, les populations itinérantes et les voyageurs. Les programmes nationaux de lutte contre le paludisme doivent prendre des mesures particulières pour protéger ces groupes contre le paludisme, en tenant compte de leur situation.

3.2.4. Charge de morbidité du paludisme

Selon le dernier rapport de l'OMS sur le paludisme dans le monde, publié en décembre 2019, il y a eu 228 millions de cas de paludisme en 2018, contre

231 millions en 2017. On estime à 405 000 le nombre de décès dus à la maladie en 2018, un chiffre en baisse par rapport aux 416 000 décès enregistrés en 2017 [26]. La part de la charge mondiale de morbidité palustre supportée par la Région africaine de l'OMS reste disproportionnée. En 2018, 93 % des cas de paludisme et 94 % des décès imputables à cette maladie sont survenus dans cette Région.

En 2018, plus de la moitié des cas dans le monde ont été enregistrés dans six pays : Nigéria (25 %), République démocratique du Congo (12 %), Ouganda (5 %), et Côte d'Ivoire, Mozambique et Niger (4 % chacun).

Le groupe le plus exposé à la mortalité palustre est celui des enfants de moins de cinq ans ; en 2018, ils ont représenté 67 % de l'ensemble des décès dus au paludisme (272 000).

3.2.5. Transmission du paludisme [29]

Dans la plupart des cas, le paludisme est transmis par les piqûres des *anophèles* femelles. Il existe plus de 400 espèces différentes de moustique *Anopheles*, dont une trentaine sont des vecteurs très importants dans la transmission du *Plamodium*. Toutes les espèces importantes vectrices du paludisme piquent généralement entre le crépuscule et l'aube. L'intensité de la transmission dépend de facteurs liés au parasite, au vecteur, à l'hôte humain et à l'environnement.

Les *Anopheles* pondent leurs œufs dans l'eau. Ces œufs éclosent en larves puis deviennent des moustiques adultes. Les moustiques femelles recherchent un repas de sang pour nourrir leurs œufs. Chaque espèce a ses préférences concernant son habitat aquatique ; certaines par exemple préfèrent de petites quantités d'eau douce peu profondes, comme les flaques et les empreintes laissées par les sabots d'animaux, que l'on trouve en abondance pendant la saison des pluies dans les pays tropicaux.

La transmission est plus intense là où les espèces de moustiques ont une durée de vie plus longue (ce qui permet au parasite d'achever son cycle de développement à l'intérieur du moustique) et là où ils piquent plutôt les êtres humains que les animaux. La longue durée de vie et la forte préférence pour l'homme des espèces

africaines de vecteurs expliquent qu'environ 90 % des cas de paludisme recensés dans le monde surviennent en Afrique.

La transmission dépend aussi des conditions climatiques qui peuvent influer sur l'abondance et la survie des moustiques, par exemple du régime de précipitations, de la température et de l'humidité. Dans beaucoup d'endroits, la transmission est saisonnière avec un pic pendant ou juste après la saison des pluies. Des épidémies de paludisme peuvent survenir lorsque le climat et d'autres conditions favorisent soudainement la transmission dans des régions où les populations sont peu ou pas du tout immunisées. Elles peuvent aussi survenir lorsque des personnes faiblement immunisées se déplacent vers des régions de transmission intense, par exemple pour trouver du travail ou en tant que réfugiés.

L'immunité humaine est un autre facteur important, en particulier chez les adultes dans les zones de transmission modérée à intense. Une immunité partielle se développe après des années d'exposition et, bien qu'elle ne confère jamais une protection totale, elle réduit le risque que l'infection palustre cause des troubles sévères. C'est la raison pour laquelle la plupart des décès par paludisme en Afrique surviennent chez de jeunes enfants, tandis que, dans les zones de faible transmission et où la population est peu immunisée, tous les groupes d'âge sont exposés.

3.2.6. Prévention du paludisme [30]

La lutte antivectorielle est le principal moyen de prévenir et de réduire la transmission du paludisme. Si la couverture par les interventions de lutte antivectorielle est suffisante dans une région donnée, l'ensemble de la communauté sera protégé.

3.2.6.1. Lutte antivectorielle [29]

L'OMS recommande d'assurer une lutte antivectorielle efficace pour protéger toutes les populations exposées au risque de contracter le paludisme. Deux formes de lutte antivectorielle sont efficaces dans beaucoup de situations : les moustiquaires imprégnées d'insecticide et la pulvérisation d'insecticides à effet rémanent à l'intérieur des habitations.

La pulvérisation à effet rémanent offre un autre moyen très efficace de réduire rapidement la transmission du paludisme. Elle consiste à pulvériser l'intérieur des habitations, une ou deux fois par an en général. Mais pour obtenir une protection communautaire significative, il faut un niveau de couverture élevé.

Au niveau mondial, la protection par pulvérisation à effet rémanent, qui a atteint un pic de 5 % en 2010, ne dépassait pas 2 % en 2018, un recul observé dans toutes les Régions de l'OMS, sauf dans la Région OMS de la Méditerranée orientale. La baisse de la couverture intervient à mesure que les pays remplacent les pyréthrinoïdes par des insecticides plus coûteux afin d'atténuer la résistance des vecteurs aux pyréthrinoïdes.

3.2.6.2. Antipaludiques [29, 31]

La maladie peut également être prévenue au moyen d'antipaludiques. Les voyageurs peuvent se protéger au moyen d'une chimioprophylaxie qui supprime le stade sanguin de l'infection palustre, ce qui évite que la maladie ne se déclare. L'OMS recommande en outre le traitement préventif intermittent par la sulfadoxine-pyriméthamine pour les femmes enceintes vivant dans des zones où la transmission est modérée à forte, à chaque visite prénatale programmée après le premier trimestre. De même, pour les nourrissons vivant en Afrique dans des zones de forte transmission, trois doses de sulfadoxine-pyriméthamine en traitement préventif intermittent sont recommandées en même temps que les vaccinations systématiques.

Depuis 2012, l'OMS recommande la chimioprévention saisonnière du paludisme comme stratégie complémentaire de prévention antipaludique pour le Sahel, sous-région de l'Afrique. Cette stratégie prévoit l'administration d'un traitement d'un mois d'amodiaquine et de sulfadoxine-pyriméthamine à tous les enfants de moins de cinq ans pendant la saison de forte transmission.

3.2.6.3. Résistance aux insecticides

Les progrès de la lutte antipaludique enregistrés depuis 2000 sont dus avant tout au meilleur accès aux interventions antivectorielles, surtout en Afrique subsaharienne. Mais cette avancée est menacée par l'émergence d'une résistance des moustiques

Anopheles. Selon le dernier *Rapport sur le paludisme dans le monde*, 73 pays ont signalé une résistance à au moins une des quatre classes d'insecticides généralement utilisées entre 2010 et 2018, et 27 pays ont notifié une résistance à toutes les classes d'insecticides principales [31]

Malgré l'émergence et la propagation de la résistance aux pyréthrinoïdes, les moustiquaires imprégnées assurent encore un niveau élevé de protection dans la plupart des situations, ainsi que l'a démontré une étude étendue portant sur cinq pays, coordonnée par l'OMS et effectuée entre 2011 et 2016 [32].

Si les conclusions de l'étude sont encourageantes, l'OMS continue d'insister sur l'urgence de pouvoir disposer d'outils nouveaux et améliorés pour la riposte mondiale. Afin d'éviter une érosion de l'effet des principaux outils de lutte antivectorielle, l'OMS souligne aussi que tous les pays confrontés à la transmission doivent absolument mettre au point et appliquer des stratégies efficaces contre la résistance aux insecticides.

3.2.7. Diagnostic et traitement du paludisme

Le diagnostic et le traitement précoces du paludisme réduisent l'intensité de la maladie et permettent d'éviter le décès. Ils contribuent aussi à réduire la transmission du paludisme. Le meilleur traitement disponible, en particulier pour le paludisme à *P. falciparum*, est une combinaison thérapeutique à base d'artémisinine (CTA).

L'OMS recommande que, dans tous les cas présumés, le paludisme soit confirmé par un diagnostic basé sur la recherche des plasmodies (par microscopie ou test diagnostique rapide) avant d'administrer un traitement. La confirmation parasitologique peut être obtenue en 30 minutes ou moins. Un traitement sur la seule base des symptômes ne doit être envisagé que si le diagnostic parasitologique n'est pas possible. On trouvera des recommandations plus détaillées dans les Directives pour le traitement du paludisme [22].

Les différentes combinaisons thérapeutiques proposées par le PNLP au Mali pour le traitement de l'accès palustre simple sont (i) l'Artéméther-Luméfantrine (AL) et (ii) l'association Artésunate + Amodiaquine (ASAQ©).

Pour le traitement des accès graves, l'artésunate injectable est le médicament de première intention par voie intraveineuse (IV) ou intramusculaire (IM) jusqu'à ce que le patient puisse prendre ses médicaments par voie orale. En l'absence d'artésunate injectable, l'artéméther en injection ou la quinine injectable peuvent être utilisés.

Les traitements adjuvants seront donnés en fonction des manifestations cliniques du paludisme grave, notamment la correction de l'hypoglycémie, la déshydratation, l'anémie, la fièvre, les convulsions, le coma et les problèmes respiratoires, rénaux et cardiovasculaires.

L'artésunate suppositoire est utilisée pour le pré-transfert des cas graves au niveau supérieur pour une meilleure prise en charge. La politique nationale de lutte contre le paludisme précis dans son document que le traitement du paludisme chez la femme enceinte doit être fait avec la quinine injectable et comprimé au cours du premier trimestre, et les CTA à partir du deuxième trimestre. Un plan national de surveillance de la pharmacovigilance a été mis en place pour assurer la sécurité des patients [33]

3.2.8. Résistance aux antipaludiques

La résistance aux antipaludiques est un problème récurrent. La résistance des parasites du paludisme appartenant à l'espèce *P. falciparum* aux précédentes générations de médicaments comme la chloroquine et la sulfadoxine-pyriméthamine (SP) s'est généralisée au cours des années 1950 et 1960, sapant les efforts de lutte antipaludique et inversant la tendance des progrès accomplis en matière de survie de l'enfant.

Il est essentiel de préserver l'efficacité des antipaludiques pour combattre et éliminer la maladie. Leur efficacité doit être régulièrement suivie pour permettre aux pays d'endémie palustre d'adapter leur politique de traitement, d'assurer la détection précoce de la pharmacorésistance et de prendre les mesures de riposte voulues là où elle apparaît.

En 2013, l'OMS a lancé une action d'urgence contre la résistance à l'artémisinine dans la sous-région du Bassin du Mékong, un plan d'attaque de haut niveau pour contenir la propagation des parasites résistants et fournir des outils de lutte salvateurs aux populations exposées au risque de paludisme. Mais, alors même que

ces travaux étaient en cours, d'autres poches de résistance indépendantes sont apparues dans de nouvelles zones géographiques de la sous-région. En parallèle, une résistance accrue aux médicaments associés au CTA a été notifiée à certains endroits [34]. Une nouvelle approche s'est avérée nécessaire pour suivre l'évolution de la situation du paludisme.

En mai 2015, lors de l'Assemblée mondiale de la Santé, l'OMS a présenté une stratégie pour l'élimination du paludisme dans la sous-région du Bassin du Mékong (2015-2030), qui a été approuvée par tous les pays de cette sous-région. La stratégie préconise une action immédiate afin d'éliminer toutes les espèces de plasmodies à l'origine de la maladie chez l'homme dans la région d'ici à 2030, les interventions devant cibler en priorité les zones où le paludisme polypharmacorésistant a pris racine.

3.2.9. Surveillance de la lutte antipalustre

La surveillance consiste à suivre l'évolution de la maladie et les réponses programmatiques qui y sont apportées puis de prendre des mesures sur la base des données reçues. Actuellement, de nombreux pays où la charge du paludisme est élevée disposent de systèmes de surveillance limités et ne sont en mesure d'évaluer ni la répartition de la maladie, ni les tendances, ce qui ne permet pas de prendre des mesures optimales et de riposter aux flambées.

Une surveillance efficace doit être assurée à toutes les étapes, jusqu'à l'élimination du paludisme. Des systèmes de surveillance plus solides sont donc nécessaires d'urgence pour permettre une riposte rapide et efficace dans les régions d'endémie, et éviter ainsi les flambées et les résurgences, suivre les progrès, de même que mettre les gouvernements et la communauté mondiale de la lutte antipaludique face à leurs responsabilités.

En mars 2018, l'OMS a publié un manuel de référence sur la surveillance, le suivi et l'évaluation du paludisme, précisant les normes mondiales de surveillance et guidant les pays dans leurs efforts de renforcement des systèmes de surveillance [34].

3.2.10. Élimination du paludisme

L'élimination du paludisme est définie comme l'interruption de la transmission locale d'une espèce de Plasmodium bien spécifiée dans une zone géographique définie à la suite d'efforts délibérés. Des mesures continuelles sont requises pour éviter le rétablissement de la transmission. L'éradication du paludisme est définie comme étant la réduction permanente à zéro de l'incidence mondiale de l'infection causée par les parasites du paludisme humain à la suite d'activités délibérées. Il n'y a plus besoin d'interventions une fois que la maladie a été éradiquée.

À l'échelle mondiale, l'élimination gagne du terrain, davantage de pays se rapprochant de l'objectif visant à faire tomber le nombre de cas de paludisme à zéro. En 2018, 27 pays ont notifié moins de 100 cas indigènes de paludisme, contre 17 pays en 2010. Les pays étant parvenus pendant au moins trois années consécutives à zéro cas locaux de paludisme remplissent les conditions requises pour demander à l'OMS la certification de l'élimination du paludisme [35]. Ces dernières années, le Directeur général de l'OMS a ainsi certifié que 10 pays avaient éliminé le paludisme : le Maroc (2010), le Turkménistan (2010), l'Arménie (2011), les Maldives (2015), le Sri Lanka (2016), le Kirghizistan (2016), le Paraguay (2018), l'Ouzbékistan (2018), l'Algérie (2019) et l'Argentine (2018). Le Cadre pour l'élimination du paludisme de l'OMS (2017) propose un ensemble détaillé d'outils et de stratégies pour atteindre l'élimination et maintenir ce statut [36].

3.2.11. Vaccins antipaludiques [29]

3.2.11.1. Principes de la vaccination contre le paludisme

Les parasites du paludisme subissent un développement cyclique au cours duquel ils doivent passer par certaines phases chez l'hôte invertébré (par exemple, fécondation et sporogonie chez les moustiques anophèles) et par d'autres chez l'hôte vertébré (par exemple, schizogonie exo-érythrocytaire, schizogonie sanguine et gamétocytogénèse). La sporogonie produit des sporozoïtes infectants pour l'hôte vertébré. La schizogonie exoérythrocytaire (tissulaire) donne des mérozoïtes qui infectent les érythrocytes et déclenchent la schizogonie sanguine laquelle est responsable des manifestations cliniques du paludisme. La gamétocytogénèse produit des gamétocytes, formes du parasite qui, lorsqu'elles sont présentes dans le

sang, entraînent l'infection du moustique vecteur. Les sporozoïtes, les mérozoïtes et les gamètes sont des parasites libres, tandis que les schizontes exoérythrocytaires et érythrocytaires vivent à l'intérieur des cellules de l'hôte. Compte tenu des nombreux stades de développement différents des plasmodies, plusieurs possibilités s'offrent pour les vaccins antipaludiques. Des vaccins dirigés contre les sporozoïtes préviendraient l'infection de l'hôte vertébré, mais pour être utiles ils devraient conférer une immunité pleinement efficace et stérilisante, car le développement d'un unique sporozoïte en schizonte tissulaire suffirait pour que le paludisme s'installe chez l'hôte.

Les vaccins dirigés contre les mérozoïtes empêcheraient ces derniers d'infecter les érythrocytes et s'opposeraient donc à la production des formes parasitaires responsables des manifestations cliniques de la maladie. Un vaccin anti-mérozoïte pleinement efficace conduirait à une immunité stérilisante et, dans le cas de *P. falciparum*, exclurait aussi très probablement la production de gamétocytes. Des vaccins anti-mérozoïtes partiellement efficaces pourraient rester tout de même utiles et acceptables s'ils étaient capables d'atténuer l'évolution clinique de la maladie, par exemple, en restreignant notablement la charge parasitaire.

Les vaccins suscitant une réponse à des antigènes situés sur la surface des érythrocytes infectés par des parasites asexués devraient permettre la reconnaissance et la destruction sélective de ces cellules, et de là des parasites intracellulaires qui n'ont pas la capacité d'envahir de nouvelles cellules hôtes. Leur effet sur l'infection serait très semblable à celui des vaccins anti-mérozoïtes.

Les vaccins dirigés contre les gamètes ne seraient pas protecteurs pour l'hôte vertébré, car ces formes ne sont pas associées à la pathogénicité et, normalement, ne se rencontrent pas chez le vertébré. Un tel vaccin inactiverait les gamètes mâles qui sont formés à partir des gamétocytes mâles introduits dans l'intestin du moustique au cours du repas sanguin. En rendant la fécondation impossible, cela empêcherait l'infection du moustique et par là, la production de sporozoïtes. Les vaccins antigamètes réduiraient la transmission du paludisme et seraient donc un instrument précieux en santé publique.

Tous les vaccins mentionnés ci-dessus ont donc des indications spécifiques pour la lutte antipaludique, mais on peut concevoir que des situations épidémiologiques particulières exigent l'administration d'une association de vaccins.

3.2.11.2. Vaccins, outils potentiels pour la lutte antipaludique

Il serait peu réaliste d'attendre des vaccins qu'ils fournissent une réponse complète au problème de la lutte contre le paludisme ou de son éradication. Ils devront être utilisés en même temps que d'autres mesures antipaludiques. Dans les régions où les indices de propagation de base du paludisme sont faibles, l'impact des vaccins seuls sera vraisemblablement beaucoup plus grand que dans les régions où ces indices sont extrêmement élevés, comme dans d'importantes parties de l'Afrique tropicale. Naturellement, les résultats dépendront dans une grande mesure de l'efficacité du vaccin considéré (qu'il soit dirigé contre les mérozoïtes, les gamètes, les sporozoïtes ou les érythrocytes infectés) et également de la couverture vaccinale. A la différence du cas des vaccins contre certains agents pathogènes bactériens ou viraux, il peut être difficile de produire un vaccin <idéal>> qui susciterait, après une seule inoculation, une immunité stérile durable contre le paludisme.

Les vaccins antisporozoïtaires qui produisent un état réfractaire stérile contre les infections par des plasmodies, les vaccins antigamètes qui freinent la transmission, les vaccins antimérozoïtes qui protègent contre les manifestations cliniques et réduisent le réservoir de gamétocytes, auront tous leurs utilisations opérationnelles. Néanmoins, dans des conditions de transmission très intense du paludisme, leur impact ne suffira pas probablement, à lui seul, à entraîner une réduction importante de la prévalence de la maladie. Cela est vrai également des méthodes existantes de lutte antivectorielle et de chimiothérapie.

Toutefois, l'utilisation de vaccins antipaludiques monovalents ou polyvalents, associée à la lutte antivectorielle et à l'emploi stratégique des agents chimiothérapiques, semble avoir des chances d'améliorer considérablement les perspectives pour les régions où le paludisme a toujours été hyper- ou Holoendémique depuis qu'on dispose de données à cet égard.

3.2.11.3. Vaccin RTS, S/AS01 (RTS, S)

Une des difficultés majeures dans la mise au point d'un vaccin contre le *Plasmodium* est, qu'au cours de sa vie, le parasite passe successivement par plusieurs stades avec des phases d'intense multiplication asexuée chez l'homme (dans les cellules du foie - phase hépatique - puis dans les globules rouges du sang - phase érythrocytaire -) et une phase de reproduction sexuée suivie de multiplication, chez l'insecte. Chaque stade se termine par la libération d'un parasite d'une forme différente, donc porteur d'antigènes différents et induisant des réponses immunitaires différentes, ce qui complique d'autant la recherche d'un vaccin.

Aujourd'hui, aucun vaccin n'est disponible pour lutter contre le paludisme. Au niveau mondial, plusieurs équipes travaillent à l'élaboration de vaccins contre le paludisme et plusieurs candidats sont à l'étude. Au Mali, les études réalisées sur les candidats vaccins ont rapportés des résultats prometteurs [37, 38], mais restent encore inefficace à cause de la diversité génétique du parasite du paludisme [39].

Le RTS, S/AS01 (RTS, S) est le premier, et jusqu'ici le seul, vaccin ayant démontré une diminution significative des cas de paludisme et de paludisme grave menaçant le pronostic vital, chez les jeunes enfants d'Afrique [40]. Il est actif contre *P. falciparum*, le parasite du paludisme le plus meurtrier au niveau mondial, qui est aussi le plus courant en Afrique. Son utilisation lors des essais cliniques à grande échelle chez des enfants avec l'administration de 4 doses a permis d'éviter environ 4 cas sur 10 sur une période de 4 ans [40].

En raison de l'intérêt potentiel du vaccin du point de vue de la santé publique, les principaux organes consultatifs de l'OMS chargés du paludisme et de la vaccination ont conjointement recommandé son introduction progressive dans des zones déterminées en Afrique subsaharienne. Trois pays pilotes le Ghana, le Kenya et le Malawi ont commencé à introduire le vaccin en 2019 dans des zones déterminées où la transmission du paludisme est modérée à élevée [41, 42]. Les vaccins sont administrés dans le cadre du programme de vaccination systématique de chaque pays.

Le programme pilote cherchera à régler plusieurs problèmes en suspens concernant l'utilisation du vaccin sur le plan de la santé publique. Il sera déterminant pour trouver le meilleur moyen d'administrer les quatre doses recommandées du vaccin, comprendre le rôle qu'il pourrait jouer en vue de réduire la mortalité de l'enfant et vérifier son innocuité dans le contexte d'une utilisation systématique.

3.3. Relation entre la malnutrition et le paludisme

Le paludisme et la malnutrition sont des causes majeures de morbidité et mortalité dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire. Chaque année, on estime à environ 3,1 millions le nombre de décès d'enfants de moins de 5 ans attribué à la malnutrition [43]. Chez les enfants, la sévérité et l'étendue de la malnutrition sont mesurées par plusieurs indicateurs anthropométriques à partir de courbes de croissance de référence normalisées. Ces indicateurs comprennent la maigreur (poids insuffisant par rapport à la taille, une mesure de malnutrition aiguë), la circonférence de la partie supérieure du bras (PB) qui est une approximation de l'état nutritionnel des enfants de moins de cinq ans, le retard de croissance (taille insuffisante par rapport à l'âge, une mesure de la croissance linéaire) et l'insuffisance pondérale (poids insuffisant par rapport à l'âge, un indice composé de la maigreur et du retard de croissance). En 2013, le retard de croissance et l'insuffisance pondérale ont touché respectivement au moins 170 et 110 millions d'enfants dans le monde [43].

La croissance staturo-pondérale d'un enfant est influencée par certains facteurs comme le niveau socio-économique et l'accès aux soins médicaux [44-46]. Mais l'alimentation sous ses aspects qualitatif et quantitatif, et l'exposition régulière à un environnement pathogène sont considérées comme les principaux facteurs susceptibles d'avoir une répercussion directe sur la croissance d'un enfant [47, 48]. Le rôle des parasitoses dans la survenue de la malnutrition a été rapporté dans les études antérieures [7, 49, 50], surtout dans les zones d'endémicité où elles sont considérées comme la deuxième cause dans la survenue de la malnutrition [10]. Dans un environnement pathogène, les épisodes infectieux associés à un risque de sous-alimentation précipitent rapidement l'enfant dans une situation de malnutrition sévère.

La symptomatologie résultant des infections chroniques, notamment l'anorexie et la fièvre, et leur conséquence comme l'atrophie intestinale, diminue l'absorption des nutriments et entraîne une élévation du métabolisme basal. Cette élévation provoque une consommation accrue de nutriments énergétiques. En plus, la synthèse des protéines lors de la réponse immunitaire et des enzymes nécessite d'importants apports protéiques. Ce déséquilibre entre la diminution et les besoins en apports entraîne un déficit en nutriments [51].

Au-delà de leur implication dans le déclenchement de la malnutrition, les infections chroniques et la malnutrition s'inscrivent dans un « cercle vicieux » [52] et interagissent de façon complexe entrainant ainsi l'enfant dans une spirale morbide [51]. La malnutrition engendre une dégradation du système immunitaire rendant ainsi les sujets vulnérables aux infections. Ces épisodes infectieux vont à leur tour être à l'origine de profonds désordres métaboliques et d'une détérioration de l'état nutritionnel. La carence en protéines et en micronutriments induite par la malnutrition est un élément potentiel de risque infectieux. Elle affecte principalement la réponse immunitaire à médiation cellulaire de par son action délétère sur tous les organes lymphoïdes, notamment le thymus [53]. Le thymus est un organe essentiel de l'immunité à médiation cellulaire et réagit très précocement à une dégradation de l'état nutritionnel. L'atrophie importante de cet organe à la suite de la malnutrition, appelée «Involution thymique», est à l'origine d'un déficit fonctionnel des lymphocytes T. La stimulation antigénique qui induit une moindre prolifération lymphocytaire et la maturation des lymphocytes est réduite [54, 55].

La relation entre l'infection palustre et l'état nutritionnel, notamment la malnutrition protéino-énergétique, le retard de croissance et certains déficits en micronutriments chez les enfants ont fait l'objet de beaucoup d'études [56]. Même si l'impact de l'infection palustre sur le statut nutritionnel a été beaucoup évoqué par les auteurs, le rôle de la malnutrition dans la survenue du paludisme n'est pas encore bien défini. Les premières études ont rapportés que les sujets malnutris étaient protégés contre le paludisme [13, 57]. Ces auteurs ont trouvé que le risque du paludisme était diminué chez les enfants malnutris d'une part, et une association positive entre la parasitémie et le poids pour l'âge des enfants infectés par *P. falciparum* d'autre part. Ces études ont donc suggérées qu'une dénutrition, surtout la forme protéino-énergétique, serait associée à la protection contre le paludisme [13, 58].

Les études récentes contredisent les premières hypothèses selon lesquelles la malnutrition aurait un effet protecteur contre le paludisme. Les auteurs ont mentionnés dans ces récentes études que le paludisme est plus fréquent chez les enfants ayant un mauvais état nutritionnel que ceux nourris adéquatement [59, 60]. Ils avancent l'hypothèse que la malnutrition serait plutôt un facteur de risque du paludisme contrairement aux premières études [61]. Ils concluent qu'un mauvais état nutritionnel prédispose à un accroissement du risque d'infection, à des épisodes palustres et le risque de décès d'origine palustre. Cette dernière hypothèse reste probable d'autant plus que les carences en micronutriments ont été évoquées comme à l'origine d'un déficit fonctionnel des lymphocytes T chez les personnes ayant un mauvais état nutritionnel.

De même, la relation entre les indicateurs nutritionnels et l'efficacité des antipaludiques est mal cernée avec des résultats souvent opposés [62-64]. La non-généralisabilité de ces résultats peut être due à l'hétérogénéité des populations étudiées, la diversité de l'intensité de la transmission, le recours à différents indicateurs, définitions et références de croissance [63] mais également aux tailles réduites des échantillons. Cette lacune dans nos connaissances sur le lien entre la malnutrition et l'efficacité des antipaludiques doit être comblée.

4. Méthodologie

4.1. Cadre d'étude

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le MRTC/FMOS/USTTB et les instituts nationaux de la santé des Etats Unis d'Amérique (NIAID/NIH) sur un projet de recherche sur le paludisme au Mali. Elle s'est déroulée dans le village de Koïla Bamanan dans le district sanitaire de Markala, l'un des sites du projet ICEMR (Centre International d'Excellence en Recherche sur le Paludisme) dans la région de Ségou.

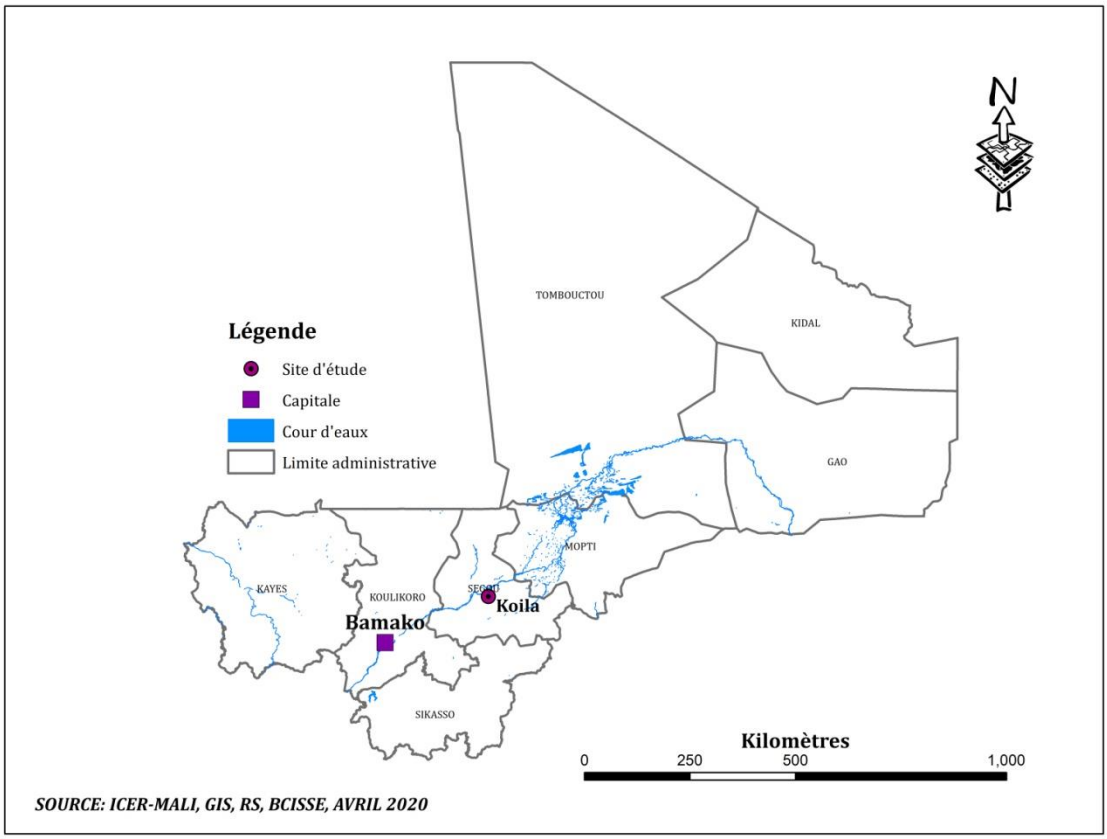


Figure 3. Carte du Mali avec le village de Koila, cercle de Markala

4.1.1. Historique et situation géographique

Situé dans la commune rurale de Dioro, Koïla Bamanan fait partie de l'aire de santé de Koïla relevant du district sanitaire de Markala dans la région de Ségou. Il est situé à 45 km du centre de santé de référence de Markala et à 14 km de Dioro. L'aire de santé de Koïla est composée de 7 villages à savoir : Koïla Bamanan village abritant

le CSCom, Koïla Markala, Marka Tintin, FakourouWèrè, Kolomy, Karabougou, et KontomoWèrè. Elle est limitée au nord par l'aire de santé de Dioro, au sud-ouest par l'aire de santé de Tibi, au sud-est par l'aire de santé de Yolo et à l'est par l'aire de santé de Babougou.

Le village fût fondé il y a environ 400 ans (vers 1613) par les frères Bouaré. Préalablement installé à Tiendéguétomo, entre Koïla actuel et Sama (village dans l'aire de santé de Babougou), les frères jumeaux Tientégué Bouaré et Yari Bouaré découvrirent un espace au cours d'une partie de chasse qui selon eux était propice pour y vivre. C'est ainsi qu'ils décidèrent d'y déménager. Certains habitants, comme les Konaté, qui se trouvaient un peu au sud-ouest décident eux aussi de venir s'associer aux Bouaré. C'est suite à leur pouvoir de vaincre pour un si nouveau village, que les habitants des villages environnants martelaient en bambara «*Ni ye koye yan*» qui signifie qu'on a du pain sur la planche d'où est venu le nom Koïla.

4.1.2. Données géographiques

4.1.2.1. Caractéristiques démographiques

Le village de Koïla Bamanan à une population estimée à 2.944 habitants dont 312 enfants de moins de 5 ans (source : recensement GIS/UCRC, 2017). Le projet de recherche sur le paludisme du Centre International d'Excellence en Recherche sur le Paludisme est basé sur une cohorte d'étude de 1400 participants.

4.1.2.2. Climat et hydrographie

Le relief de Koïla est composé essentiellement de plaine argilo-sablonneuse et de bas-fonds. Les canaux d'irrigations du village proviennent du barrage de Markala. Ils sont utilisés pour la riziculture et la pêche. La faune sauvage est pauvre à cause des aménagements de casiers rizicoles. Néanmoins, on retrouve quelques animaux comme les lièvres (*Pedetes capensis*) et les écureuils (*Sciurus vulgaris*). La végétation est composée d'herbes et d'herbus. On rencontre aussi des arbres de type soudanien comme le néré (*Parkia Biglobosa)*, le karité (*Vitellaria paradoxa*), l'acacia (*Acacia* tortilis) et le balanzan (*Faidherbia albida, syn. Acacia albida*).

4.1.2.3. Organisation sociale et économique

L'aire de santé de Koïla est composée de 7 villages avec une population de 12302 habitants majoritairement bambaras et peulhs (source CSCom de Koïla). Le village possède une école fondamentale 1er cycle. Les sociétés secrètes (Komo, N'ya, N'tomo) qui existaient jadis ont disparu de nos jour, mais cela n'empêche pas la traditionnelle fête de l'année qui a lieu après la campagne de riziculture. L'économie locale repose sur l'agriculture, l'élevage et la pêche. L'élevage des ovins, des caprins et des bovins y est pratiqué comme une activité économique secondaire. On y retrouve aussi quelques équidés (ânes et chevaux) utilisés comme animaux de trait. La plupart des villageois épargnent leurs revenus dans l'élevage et dans les cultures industrielles. Une foire hebdomadaire a lieu chaque jeudi à laquelle les habitants des villages environnants participent. Elle facilite les échanges commerciaux et booste ainsi l'économie locale.
Le village dispose d'un centre de santé communautaire (CSCom) depuis 2008 mise en œuvre par le projet village du millénaire, dont le projet a pris fin en 2014. Il est composé de deux blocs à savoir un dispensaire et une maternité. D'autres organisations associatives comme le groupement des jeunes et des femmes s'exercent aussi. L'islam demeure la religion dominante à Koïla.

Les partenaires qui interviennent dans la prise en charge de la malnutrition dans
Le village de Koila Bamanan sont :

- **l'UNICEF** intervient dans la communauté en collaboration avec les CSCom, qui assurent le dépistage et la prise en charge des enfants dans les différentes localités qu'ils siègent.
- **Terre Des Hommes TDH** intervient par le don d'Aliments Thérapeutiques Prêt à l'Emploi (ATPE), mais aussi le dépistage systématique lors des consultations de routine et des campagnes de vaccinations.

4.2. Type et période d'étude

Il s'agissait d'une étude transversale qui consistait à collecter les données sur le paludisme et la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans lors du grand passage transversal du projet ICEMR au mois de novembre 2019 à Koila.

4.3. Population et échantillonnage

La population était constituée par tous les enfants de moins de 5 ans résidant à Koïla Bamanan pendant la période de l'étude. L'échantillonnage était exhaustif à partir du fichier de recensement de la population, et qui nous a permis d'obtenir un échantillon de 233 enfants chez qui les données ont été collectées.

La taille minimale de notre échantillon a été calculée un utilisant la formule de SCHWARTZ.

$n = (z)^2 p (1 – p) / d^2$

n = taille de l'échantillon
z = niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95%, z = 1,96).
p = la prévalence de la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans dans le cercle de Markala, soit 15% [65].
d = marge d'erreur tolérée (par exemple on veut connaître la proportion réelle à 5% près).
Cette formule nous a permis d'avoir une taille minimale de 216 enfants de moins de 5 ans. Mais l'étude a porté sur tous les enfants inscrits sur la liste de recensement et disponibles durant la période d'étude.

4.3.1. Critères d'inclusions

Les enfants répondant aux critères suivants ont été inclus dans notre étude.

- avoir un âge compris entre 06-59 mois ;
- résider à Koïla Bamanan ;
- obtenir le consentement des parents ou du tuteur de l'enfant.

4.3.2. Critères de non inclusion

Les enfants dont nous n'avons pas obtenu le consentement des parents/tuteurs ou qui n'ont pas passé la saison de transmission à Koïla n'ont pas été inclus dans notre étude;

4.4. Variables mesurées

- Variables sociodémographiques :
  - Pour l'enfant : l'âge, le sexe,
  - Pour la mère : l'âge, régime du mariage, l'activité professionnelle, niveau d'instruction ;
- Variables cliniques : la température, le poids et la taille ;
- Variable Parasitologique **:** la parasitémie ;
- Variable biologique **:** le taux d'hémoglobine (Hb).

4.5. Techniques de laboratoire

4.5.1. Détermination du taux d'hémoglobine en utilisant l'appareil Hemocue® Hb301

C'est une technique qui permet de doser le taux d'Hb. Son principe est basé sur une réaction modifiée de formation d'azoture de méthémoglobine. Les érythrocytes sont hémolysé pour libérer l'hémoglobine qui réagit avec azoture pour donner de la méthémoglobine dont l'absorbance est mesurée dans l'analyseur. Cette absorbance est directement proportionnelle à la concentration de l'Hb. La lecture se fait directement sur l'appareil Hemocue® (cf. annexe 1).

4.5.2. Goutte épaisse/Frottis sanguins

C'est une technique de concentration permettant un repérage rapide des parasites, un dénombrement et l'identification des différentes espèces de *Plasmodium* dans le sang (cf. annexe 2).

4.6. Méthode de collecte des données

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire élaboré et préétabli dans les tablettes pour recueillir les informations nécessaires (cf. annexe 3).

- Les variables sociodémographiques ont été obtenues à partir de l'interrogatoire des parents. L'âge et le sexe de l'enfant ont été renseignés directement à partir de la liste de recensement et vérifier au cours de l'interrogatoire.
- Les variables anthropométriques, à savoir la taille a été mesurée par la toise et le poids par une balance.

- La température a été mesurée en utilisant un thermomètre axillaire.
- Le taux d'Hb a été déterminé en utilisant l'appareil Hemocue® 301 et la parasitémie par la technique de la goutte épaisse.

4.7. Définitions opératoires

- **infection palustre** : se définie par la présence du *Plasmodium* dans le sang par la goutte épaisse ;
- **nombre d'épisode palustre** : tout cas de paludisme confirmé par un test de diagnostic rapide ;
- **malnutrition** : se définie par un z-score inférieur à - 2 écarts-type obtenu à partir du rapport taille/âge (malnutrition chronique), poids/âge (insuffisance pondérale) et poids/taille (malnutrition aigüe) ;
- **malnutrition modérée** : se définie par un Z-score entre – 3 et -2 écarts-type obtenu à partir du rapport taille/âge, poids/âge et poids/taille ;
- **malnutrition sévère** : se définie par un Z-score inférieur à - 3 écarts-type obtenu à partir du rapport taille/âge, poids/âge et poids/taille ;
- **anémie** : définie pour un taux d'Hb inferieur à 11g/dl selon l'OMS.

4.8. Déroulement de l'étude

Avant le démarrage de l'enquête, le protocole a été expliqué aux autorités sanitaires, coutumières et administratives du village. Une formation des enquêteurs a été faite avant la phase terrain pour faciliter et uniformiser la collecte des données.

Après avoir obtenu le consentement des parents ou du tuteur de l'enfant, les questionnaires étaient adressés directement à la mère de l'enfant ou la personne qui s'en charge. Les questions portaient sur les variables sociodémographiques de l'enfant et de la mère ou la personne qui assure la prise en charge de l'enfant, puis un examen clinique était réalisé. Ensuite un prélèvement capillaire au bout du doigt de chaque enfant était fait pour réaliser la goutte épaisse et le taux d'hémoglobine. Le test de diagnostic rapide (TDR) était fait en cas de fièvre pour détecter les enfants malades du paludisme. Tous les enfants avec TDR positif ont bénéficié d'un traitement gratuit selon les directives nationales du PNLP en vigueur. Les cas de malnutrition enregistrés ont été référés au CSCom pour une meilleure prise en charge. Les lames de goutte épaisse ont été colorées le même jour ou le jour

suivant, et gardées dans les boxes de l'OMS. Les investigateurs ont travaillé selon les bonnes pratiques cliniques et de laboratoires telles que recommandées par le comité international d'harmonisation en recherche. Un contrôle interne était fait à la fin de chaque journée pour vérifier et corriger les incohérences.

4.9. Gestion et analyse des données

Un formulaire de rapport de cas (CRF) a été élaboré, adopté et pré-testé avant la phase de terrain. Les données sur les enfants ont été collectées à partir de ce CRF préétablis dans les tablettes, et celles des mères d'enfants sur le CRF en copie dure. Elles étaient transférées dans une base de données à la FMOS/FAPH chaque jour pour vérification. Les données ont été ensuite exportées sur Microsoft Excel 2007, le logiciel ENA for smart a été utilisé pour calculer le z-score des différents indices de la malnutrition et l'analyse a été faite avec le logiciel STATA14. Les figures ont été faites avec le logiciel Prism5 et les tableaux ont été réalisés avec Microsoft Office Word 2007. Les tests de Khi2 et de Fisher ont été utilisés pour comparer les variables catégorielles. La régression logistique a été utilisée pour déterminer une association entre les différents types de malnutrition et les variables explicatives (âge de l'enfant, infection et épisode palustres, anémie, niveau d'instruction, régime du mariage, activité des mères, âge des mères). Le rapport de côte (OR) a été utilisé pour estimer cette association. La corrélation de Pearson a été utilisée pour déterminer la corrélation entre les indices du statut nutritionnel et la parasitémie. Les résultats ont été présentés sous forme de tableaux et de figures. Le seuil de signification statistique était fixé 0,05.

Au terme de l'étude, une restitution des résultats sera faite auprès des autorités sanitaires et villageoises, et aux partenaires qui interviennent dans la localité sur la malnutrition et la sécurité alimentaire de façon générale. Les résultats seront présentés lors des conférences scientifiques et feront l'objet d'une publication.

4.10. Considérations éthiques

Cette étude découle du projet ICEMR dont le protocole a déjà été soumis et approuvé par le comité d'éthique de la FMOS/FAPH de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako ainsi qu'aux Instituts Nationaux de santé des Etats-Unis d'Amérique (cf. Annexes 4). L'autorisation communautaire a

été obtenue auprès des notabilités coutumières (chef du village, conseillers) et des autorités administratives et sanitaires. Le consentement volontaire, libre et éclairé a été obtenu des parents ou tuteurs des enfants avant l'inclusion dans l'étude. Tous les enfants malades ont bénéficié d'un traitement gratuit. Les données biologiques ont été obtenues en utilisant du matériel médical à usage unique. Tous les investigateurs ont été formés sur les bonnes pratiques cliniques et de laboratoires. La confidentialité et la sécurité des données ont été assurées par les investigateurs, un identifiant unique a été attribué à chaque enfants qui servait le lien lors du passage. Seuls les gestionnaires des données désignés à cet effet avaient l'accès aux informations.

5. Résultats

5.1. Résultats globaux

Au total, 233 enfants de moins de 5 ans ont été inclus dans cette étude. La classe d'âge 24-59 mois était majoritaire avec 72,1% et le sex-ratio était de 1,1 en faveur du sexe masculin. Les prévalences de l'insuffisance pondérale, de la malnutrition chronique et de la malnutrition aigüe étaient 14,6%, 40,8% et 10,7%, respectivement. La prévalence de l'infection palustre était de 12,5% et la majorité des enfants ont fait au moins un épisode palustre durant la saison de transmission (57,9%) ou était anémique (52,8%).

Après ajustement sur les autres variables, l'anémie étaient associés à la survenue de l'insuffisance pondérale et de la malnutrition chronique. Par contre, le risque était réduit avec la polygamie, l'âge avancé des enfants et des mères et le niveau d'éducation. Nous n'avons pas trouvé une corrélation entre la charge parasitaire et les indices du statut nutritionnel des enfants, notamment l'insuffisance pondérale (r=0,2512 ; p=0,18), la malnutrition chronique (r=0,2734 ; p=0,15) et la malnutrition aigüe (r= -0,0607 ; p=0,7).

5.2. Caractéristiques sociodémographiques

Tableau 2. Répartition des enfants en fonction des classes d'âge et du sexe à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Classes d'âge (mois)	Masculin n (%)	Féminin n (%)	Total n (%)
6 - 23	34 (52,3)	31 (47,7)	65 (27,9)
24 - 59	86 (51,2)	82 (48,8)	168 (72,1)
Total	**120 (51,5)**	**113 (48,5)**	**233 (100)**

La classe d'âge 24-59 mois était majoritaire avec 72,1%. Le sex-ratio était de 1,1 en faveur du sexe masculin.

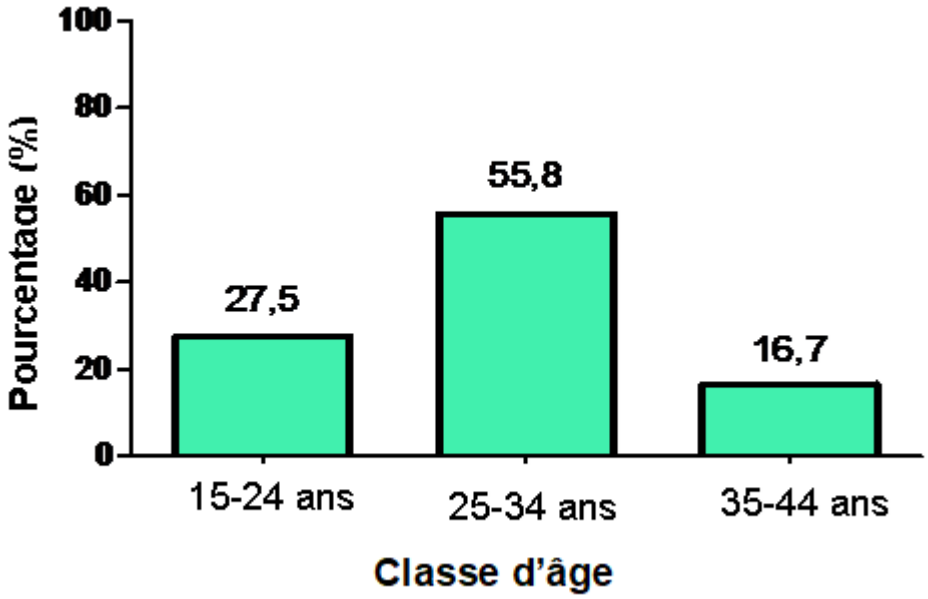


Figure 4. Répartition des mères d'enfants selon les classes d'âge à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Les mères d'enfants entre 25 et 34 ans étaient majoritaires avec 55,8%, et 16,7% pour celles âgées de 35 à 44 ans minoritaires.

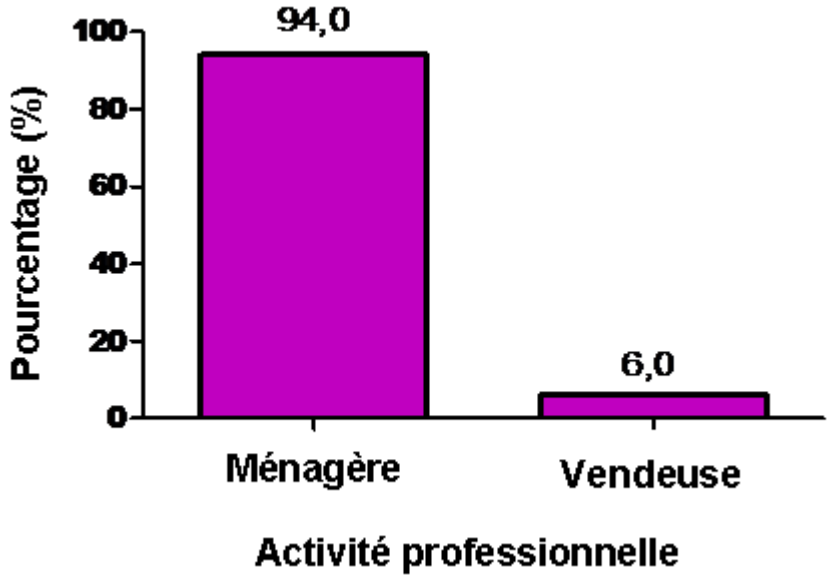


Figure 5. Répartition des mères d'enfants selon leur activité à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

La principale activité des mères d'enfants était le ménage (94%) contre 6% de vendeuses.

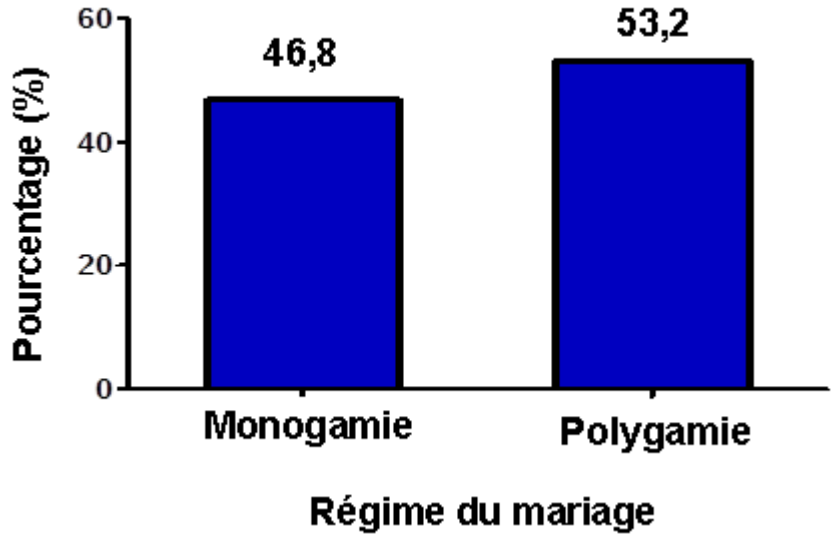


Figure 6. Répartition des mères d'enfants en fonction du régime de mariage à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Plus de la moitié des mères d'enfants étaient dans un régime de polygamie (53,2%) contre 46,8% de monogamie.

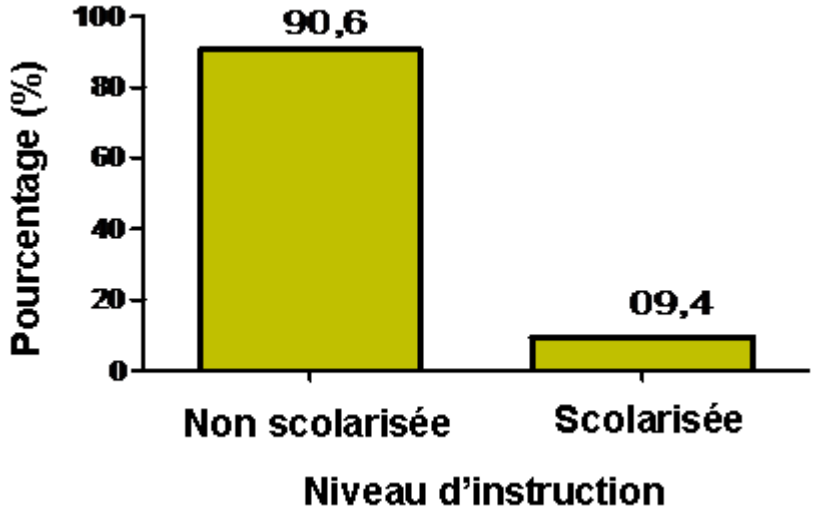


Figure 7. Répartition des mères d'enfants en fonction du niveau d'éducation à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

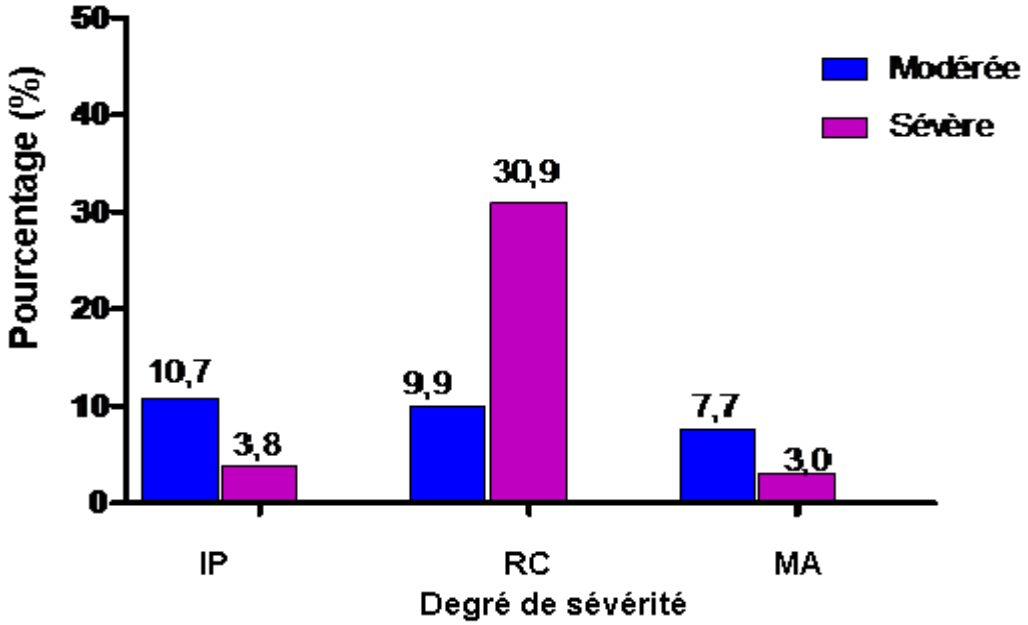
La grande majorité des mères des enfants n'était pas scolarisée, soit 90,6%.

5.3. Résultats descriptifs sur la malnutrition et le paludisme

Tableau 3. Types de malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Classes d'âge (mois)	Insuffisance pondérale n (%)	p	Malnutrition chronique n (%)	p	Malnutrition aigue n (%)	p
6 – 23	12 (18,5)	p=0,2	48(73,8)	p=0,001	1 (1,5)	p=0,008
24 – 59	22 (13,1)		47(27,9)		24(14,3)	
Total	**34 (14,6)**		**95 (40,8)**		**25 (10,7)**	

La prévalence globale de l'insuffisance pondérale était de 14,6% (34/233). Elle ne variait pas significativement en fonction des classes d'âge (p=0,2). La prévalence de la malnutrition chronique était de 40,8% (95/233) de façon générale, elle était significativement plus élevée chez les enfants de 6 à 23 mois (p=0,001). La prévalence de la malnutrition aigüe était de 10,7% (25/233). Contrairement à la forme chronique, elle était significativement plus élevée chez les enfants entre 24 et 59 mois (p=0,008).



IP = Insuffisance pondérale, RC = retard de croissance MA = Malnutrition Aigue

Figure 8. Répartition de la malnutrition selon le degré de sévérité chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Parmi les enfants présentant les différents types de malnutrition, la forme modérée de l'insuffisance pondérale et de la malnutrition aigüe était plus retrouvé avec 10,7% et 7,7% respectivement. Par contre, la forme sévère de la malnutrition chronique était plus dominante avec 30,9%.

Tableau 4. Prévalence de l'infection palustre, du nombre d'épisode palustre et de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Classes d'âge (mois)	**Infection palustre n (%)**		**Episode palustre n (%)**		**Anémie n (%)**	
6 - 23	1 (4,6)	p=0,4	3 (13,6)	p=0,01	13 (59,1)	p=0,04
24 - 59	11 (16,4)		41 (61,2)		27 (40,3)	
Total	**29 (12,5)**		**135 (57,9)**		**123 (52,8)**	

La prévalence de l'infection palustre était de 12,5% (29/233). Elle ne variait pas significativement en fonction des classes d'âge (p=0,4). Plus de la moitié des enfants ont fait au moins un épisode palustre durant la saison de transmission, soit 57,9% (123/233). Cette prévalence était surtout significativement plus élevée chez les enfants âgés de 24 à 59 mois (p=0,01). La prévalence globale de l'anémie était de 52,8%, elle était significativement élevée chez les enfants de moins de 24 mois (59,1% ; p=0,04) compares aux enfants de plus de 24 mois (40,3%).

5.4. Résultats analytiques sur la relation entre le paludisme et la malnutrition

Tableau 5. Répartition du type de malnutrition en fonction de l'infection palustre, du nombre d'épisodes palustres et de l'anémie à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Types de malnutrition		Infection palustre n(%)	p	Episode palustre n(%)	p	Anémie n(%)	p
Insuffisance	Oui	6(17,7)	0,3	22(64,7)	0,3	29(85,3)	0,01
pondérale (P/A)	Non	23(11,6)		113(56,8)		94(47,2)	
Malnutrition	Oui	14(14,7)	0,3	42(44,2)	0,01	67(70,5)	0,01
chronique (T/A)	Non	15(10,9)		93(67,4)		56(40,6)	
Malnutrition aigüe	Oui	4(16,0)	0,5	117(56,3)	0,1	10(40,0)	0,1
(P/T)	Non	25(12,0)		18(72,0)		113(54,3)	

P = poids; T = taille ; A = âge ; p = valeur statistique de signification

La prévalence de l'infection palustre ne variait pas significativement quel que soit le statut nutritionnel de l'enfant ($p > 0,05$). Les enfants souffrants de malnutrition chronique ont fait moins d'épisodes palustres que ceux n'ayant pas cette forme ($p = 0,01$). Par contre, l'insuffisance pondérale n'influençait pas le nombre des épisodes palustres ($p=0,3$).

L'anémie était significativement associée à l'insuffisance pondérale ($p = 0,01$) et à la malnutrition chronique ($p = 0,01$) alors qu'elle n'était pas associée significativement à la malnutrition aigüe ($p = 0,1$).

Tableau 6. Relation entre l'insuffisance pondérale et les variables explicatives chez les enfants et mères à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Variables explicatives	OR	IC 95%	*P*
Classe d'âge			
6-23 mois	1(base)		
24-59 mois	0,83	[0,32-1,16]	*0,7*
Infection palustre			
Non	1 (base)		
Oui	0,99	[0,33-3,01]	*0,9*
Episode palustre			
aucun épisode	1 (base)		
>= 1 épisode	2,05	[0,84-5,02]	*0,1*
Anémie			
Non	1 (base)		
Oui	6,91	[2,41-19,73]	*0,001*
Instruction des mères			
Non scolarisées	1 (base)		
Scolarisées	0,83	[0,20-3,88]	*0,8*
Régime de mariage			
Monogamie	1 (base)		
Polygamie	0,36	[0,15-0,84]	*0,02*
Activités des mères			
Ménagères	1 (base)		
Vendeuses	0,46	[0,05-3,98]	*0,4*
Classes d'âge des mères			
15-24 ans	1 (base)		
25-34 ans	0,84	[0,33-2,11]	*0,7*
35-44 ans	0,37	0,09-1,58]	*0,1*

Après ajustement sur les autres variables, l'anémie (OR = 6,91 ; 95%IC [2,41-19,73]) était associée significativement à la survenue de l'insuffisance pondérale. Par contre, la polygamie était associée à une réduction du risque de la survenue de l'IP (OR = 0,36, 95%IC [0,15-0,84]).

Tableau 7. Relation entre la malnutrition chronique et les variables explicatives chez les enfants et mères à Koïla Bamanan au mois de novembre 2019

Variables explicatives	**OR**	**IC 95%**	***P***
Classe d'âge			
6-23 mois	1(base)		
24-59 mois	0,16	[0,07-0,34]	*0,001*
Infection palustre			
Non	1 (base)		
Oui	1,74	[0,67-4,54]	*0,2*
Episode palustre			
Aucun épisode	1 (base)		
>= 1 épisode	0,53	[0,27-1,04]	*0,06*
Anémie			
Non	1 (base)		
Oui	3,28	[1,68-6,42]	*0,001*
Instruction des mères			
Non scolarisées	1 (base)		
Scolarisées	1,12	[0,36-3,51]	*0,8*
Régime de mariage			
Monogamie	1 (base)		
Polygamie	0,45	[0,23-0,87]	*0,02*
Activités des mères			
Ménagères	1 (base)		
Vendeuses	0,34	[0,06-1,74]	*0,2*
Classes d'âge des mères			
15-24 ans	1 (base)		
25-34 ans	0,53	[0,25-1,12]	*0,1*
35-44 ans	0,25	[0,08-0,73]	*0,01*

Après ajustement sur les autres variables, l'anémie (OR=3,28, 95%IC [1,68-6,24]) était significativement associée à la survenue de la malnutrition chronique. En revanche, la polygamie, l'augmentation de l'âge des enfants et les mères (35-44

ans) des enfants étaient associées à une diminution de cas de malnutrition chronique

Tableau 8. Relation entre la malnutrition aigüe et les variables explicatives chez les enfants et mères à Koïla au mois de novembre 2019

Variables explicatives	**OR**	**IC 95%**	***P***
Classe d'âge			
6-23 mois	1(base)		
24-59 mois	8,37	[1,06-65,68]	*0,04*
Infection palustre			
Non	1 (base)		
Oui	1,70	[0,47-6,13]	*0,4*
Episode palustre			
Aucun épisode	1 (base)		
>= 1 épisode	1,41	[0,53-3,69]	*0,4*
Anémie			
Non	1 (base)		
Oui	0,51	[0,19-1,32]	*0,1*
Instruction des mères			
Non scolarisées	1 (base)		
Scolarisées	0,95	[0,13-4,74]	*0,9*
Régime de mariage			
Monogamie	1 (base)		
Polygamie	0,41	[0,16-1,01]	*0,051*
Activités des mères			
Ménagères	1 (base)		
Vendeuses	0,49	[0,06-4,22]	*0,5*
Classes d'âge des mères			
15-24 ans	1 (base)		
25-34 ans	2,32	[0,70-7,71]	*0,1*
35-44 ans	2,07	0,43-9,81]	*0,3*

Après ajustement sur les autres variables, l'infection palustre et le nombre d'épisode palustre n'étaient pas associés à la survenue de la malnutrition aigüe. A l'opposé,

l’augmentation de l’âge des enfants était associée à une augmentation du risque de la malnutrition aigüe (OR = 8,37 ; 95%IC [1,06-65,68]).

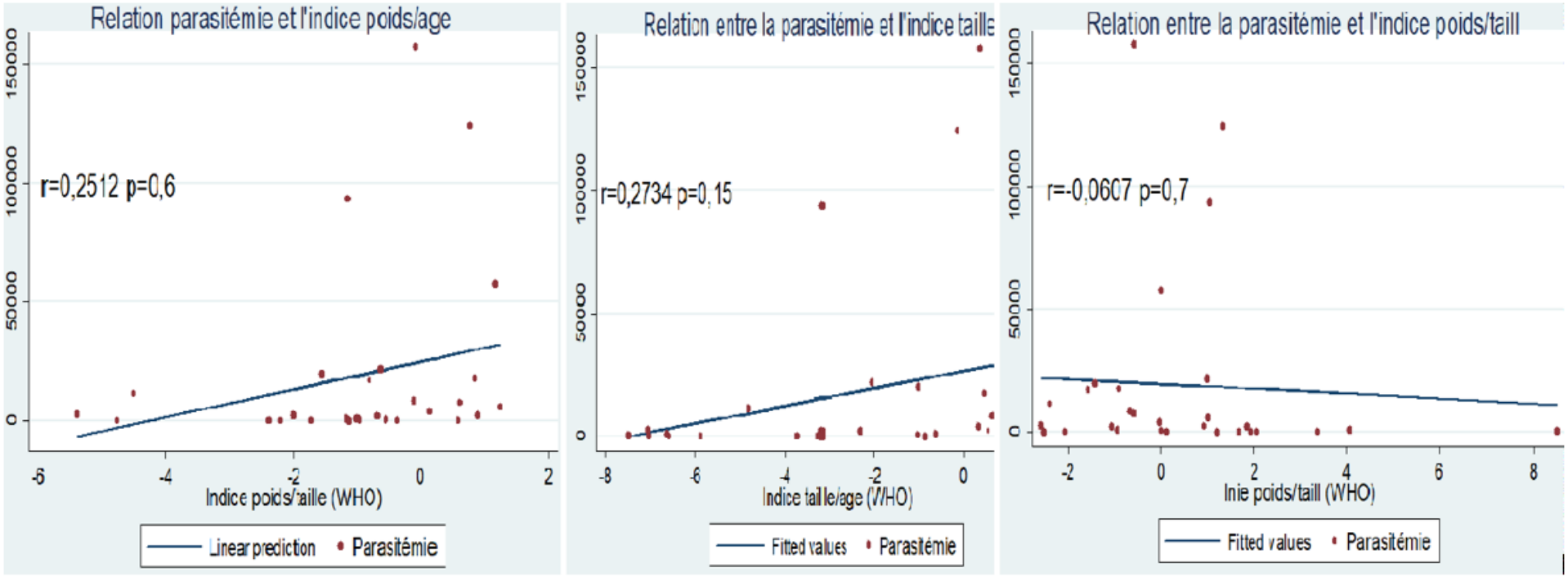


Figure 9. Corrélation entre la parasitémie et les indices du statut nutritionnel des enfants de moins de 5 ans à Koïla Bamanan au moi de novembre 2019

Nous n'avons pas trouvé une corrélation entre la charge parasitaire et les indices du statut nutritionnel des enfants. Mais, nous avons tendance à observer moins de charge parasitaire chez les enfants ayant une insuffisance pondérale (r=0,2512 ; p=0,18) ou la malnutrition chronique (r=0,2734 ; p=0,15), contrairement à ceux ayant la malnutrition aigüe (r= -0,0607 ; p=0,7).

6. Commentaires et discussion

Cette étude, qui avait pour but d'étudier la relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans, s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche de l'ICER-Mali sur le paludisme.

Elle s'est déroulée dans le village de Koïla Bamanan, dans le district sanitaire de Markala dans la région de Ségou au Mali. Le choix de Koïla Bamanan se justifie par la prévalence élevée de l'anémie dans nos études antérieures non publiées dans la même localité. En outre, le village est une zone de riziculture irriguée par le barrage hydraulique de Markala. Il a été rapporté que les aménagements hydrauliques ont des conséquences néfastes sur la santé de la population par le biais de la prolifération des maladies parasitaires [66] L'implication des parasitoses dans la survenue de la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans a été déjà signalée dans les études antérieures [7, 50, 67].

6.1. Caractéristiques sociodémographiques

La classe d'âge 24-59 mois était majoritaire avec 72,1% et le sex ratio était 1,1 en faveur du sexe masculin (Tableau 2). La même observation sur le sex ratio en faveur du sexe masculin avait été observée par Mariko et coll. [68] ainsi que par Traoré et coll. au Mali [69], et par Deribew et coll. en Ethiopie [70]. La proportion des classes d'âge variait en fonction des études. Certains auteurs rapportèrent une prédominance des enfants âgés de 24 mois et plus [67, 70, 71], et d'autres ceux âgés de moins de 24 mois [5, 72]. Cette variabilité des classes d'âge pourrait être due à celle de la population des enfants de moins de 5 ans dans les zones d'étude, mais aussi à la population cible de chaque étude.

Les mères âgées de 25 à 34 ans étaient majoritaires (55,8%) alors que celle de 35-44 ans étaient minoritaires (16,7% ; Figure 3). La principale activité des mères était le ménage avec 94% (Figure 4). Les études menées sur la malnutrition au Mali et en Afrique de façon générale ont fait le même constat sur la représentativité des mères d'enfant de moins de 35 ans ; ils ont également rapporté que l'activité principale de ces mères d'enfants était le ménage [67, 73]. Cette prédominance des femmes jeunes et des ménagères s'expliquerait par la composition générale de la population

qui est jeune en Afrique et particulièrement au Mali [5]. Elle s'expliquerait aussi par le taux de fécondité plus élevé dans la tranche d'âge puisqu'elle correspond à l'âge de la procréation [74, 75]. Parmi les mères inclues dans l'étude, 53,2% vivaient dans un régime de polygamie comme rapporté précédemment [5, 76] (Figure 5). Ce constat reflète la situation du régime polygamique prédominant en milieu rural au Mali [77]. La grande majorité des mères n'étaient pas scolarisées (90,6%) à l'image de la population générale du Mali [75].

6.2. Données descriptives

Parmi les différents types de malnutrition, la forme chronique était plus fréquente (40,8%), suivie par l'insuffisance pondérale (14,6%) et la malnutrition aigüe (10,7%) (Tableau 3). Cette tendance suit celle de l'enquête réalisée sur le plan national dont les seuils sont inférieurs à nos résultats [5]. Cette observation montre que la situation nutritionnelle représente un sérieux problème de santé publique dans cette localité selon les critères de l'OMS. Nous avons observé une variation des différents types de la malnutrition en fonction des groupes d'âge. Les enfants âgés de 6 à 23 mois étaient plus touchés par la forme chronique de la malnutrition que les autres ($p = 0,001$). Par contre, les enfants âgés de 24 à 59 mois étaient plus atteints par la forme aigue ($p = 0,008$). Cependant, aucune variation significative de la prévalence de l'insuffisance pondérale n'a pas été observée entre les classes d'âge ($p = 0,2$; tableau 3). Des prévalences élevées des formes de la malnutrition ont été rapportées dans certaines zones de l'Afrique où le paludisme reste endémique [70, 78, 79]. Ces études ont trouvé une association entre le paludisme et la malnutrition, et ont conclus que le paludisme constitue un facteur favorisant la survenue de la malnutrition chez les enfants [78-80].

Dans les études antérieures, les petits enfants (moins de 24 mois) étaient plus touchés par la forme aigue de la malnutrition comparés aux enfants plus âgés qui étaient atteints par la forme chronique [10, 70]. Contrairement à ces études, nos participants âgés de moins de 24 mois étaient plus atteints par la forme chronique que les autres. Cette observation pourrait être due à la prévalence élevée de l'anémie dans la même tranche d'âge dans notre étude, mais aussi, à la prévalence élevée de l'infection palustre au cours de la grossesse comme rapporté par Coulibaly et coll. en 2017 dans la même localité [81]. Le paludisme au cours de la

grossesse et le mauvais état nutritionnel de la femme enceinte sont positivement associés au faible poids de naissance de l'enfant [82-84], qui semble accélérer la survenue de la malnutrition chez les enfants [85, 86].

La forme sévère de la malnutrition chronique était la plus élevée (30,9%) alors que la forme modérée de la malnutrition aigüe et de l'insuffisance pondérale était observée (7,7% et 10,7% ; Figure 8). Cette même observation avait été faite par Musimwa et coll. dans leur étude chez les enfants dans une zone minière de Lubumbashi au Congo-Kinshasa [87]. A l'exception de la prévalence élevée de la forme sévère de la malnutrition chronique, nos résultats suivent les mêmes tendances que celles observées dans l'enquête nationale sur la malnutrition au Mali et d'autres études en Afrique [70, 79]. Nous avons observé également une prévalence élevée de l'anémie dans la même tranche d'âge. Les facteurs associés à la prévalence élevée de la malnutrition chronique sévère dans cette localité doivent être étudiés en raison du fait que c'est une zone d'irrigation où les parasitoses sont fréquemment rencontrées comme le paludisme, la schistosomiase et l'ankylostomiase [88]. Le rôle des parasitoses dans la survenue de la dénutrition chez les enfants dans les zones d'endémie palustres a été observé au cours des études précédentes [70, 78, 79].

La prévalence globale de l'infection palustre était de 12,5%, elle ne variait pas en fonction des classes d'âge ($p = 0,4$). Plus de la moitié des enfants ont fait au moins un épisode palustre au cours de la saison de transmission (57,9%), notamment les enfants âgés de 24 mois et plus ($p = 0,001$).

La majorité des enfants avaient l'anémie (52,8%), surtout ceux âgés de moins de 24 mois ($p=0,04$) (Tableau 4). Les résultats similaires ont été rapportés au Mali sur la prévalence parasitaire élevée chez les grands enfants (plus de 24 mois) et celle de l'anémie chez les petits enfants (moins de 24 mois) [17, 89]. Cette tendance a été aussi rapportée par Domechele et Wanzira dans leurs études sur le paludisme en Uganda et au Ghana [90, 91].

La prévalence de l'infection palustre semble être élevée chez les enfants mal nourris. Les enfants souffrants de malnutrition chronique ont fait moins d'épisodes palustres que les autres ($p = 0,01$). La prévalence de l'anémie était plus élevée chez les enfants souffrants d'insuffisance pondérale (85,3% vs 47,2% ; $p = 0,01$) et de la

malnutrition chronique (70,5% vs 40,6% ; p = 0,01) contrairement à la forme aigue (p > 0,05). Les études sur la relation entre le paludisme et la malnutrition ont rapporté des résultats conflictuels. Certains auteurs ont conclus à une association entre le paludisme et la malnutrition [71, 92]. Par contre, d'autres ont trouvé une association significative entre ces deux pathologies et évoquent le paludisme comme facteur favorisant de la malnutrition chez les enfants [67, 78, 93]. Ce constat a été fait aussi entre l'anémie et la malnutrition chez les enfants dans un environnement propice au développement des infections parasitaires [78, 79]. Dans les zones d'endémie palustre, l'anémie est fréquemment associée au paludisme surtout chez les enfants où elle constitue le principal phénotype clinique.

6.3. Relation entre paludisme et malnutrition

La malnutrition et le paludisme coexistent souvent dans les communautés appauvries et pourtant, nous savons très peu de choses sur le lien qui existe entre la malnutrition chez les enfants en bas âge et la gravité du paludisme, en particulier en Afrique subsaharienne, là où le plus grand nombre d'enfants meurent de ces deux fléaux. Les études antérieures fournissent des données d'observation supplémentaires qui soutiennent l'existence d'une association relativement constante entre la malnutrition chronique et la parasitémie élevée et l'anémie, ces deux dernières étant liées au paludisme sévère [12]. On estime que la malnutrition aiguë sévère est liée à une malabsorption intestinale des médicaments qui entraine une exposition sous-optimale aux médicaments, ce qui contribue d'une part, à des échecs thérapeutiques pour le patient et, d'autre part, à la sélection accélérée de la résistance aux médicaments antipaludiques.

Il existe une grande hétérogénéité des données de différentes études. Les ensembles de données diffèrent significativement en ce qui concerne les définitions du paludisme, les caractéristiques de la population étudiée, la mesure de l'état nutritionnel et les critères d'évaluation mesurés. En conséquence, il n'y a aucune association cohérente entre le risque d'infection palustre et la sous-alimentation durant l'enfance. De plus, la relation temporelle entre la malnutrition et le risque de paludisme a été difficile d'analyser depuis la somme des résultats extraient de la littérature.

Le paludisme placentaire est un facteur majeur de malnutrition fœtale [94]. Un traitement préventif intermittent du paludisme pendant la grossesse peut réduire le risque de faible poids à la naissance et augmenter la taille du nourrisson à 4 semaines [95-97]. Des épisodes répétés de paludisme clinique chez les enfants peuvent également entraîner une insuffisance pondérale ou un retard de croissance, qui peuvent être évités par des mesures visant à réduire la transmission du paludisme [98, 99]. D'autre part, l'impact de la malnutrition sur le résultat de l'infection par le paludisme a fait l'objet d'une controverse considérable. Malheureusement, la plupart des études n'ont pas été conçues pour déterminer la causalité [100]. Des études de cohortes prospectives ont révélé une augmentation insignifiante de l'incidence du paludisme chez les enfants souffrant de dénutrition modérée à sévère [101].

Après ajustement des autres variables, l'anémie (OR = 6,91 ; 95%IC [2,41-19,73]) était significativement associée à la survenue de l'insuffisance pondérale. Par contre, la polygamie était associée a une réduction du risque de l'IP (OR = 0,36 ; 95%IC [0,15-0,84]). Mais, l'infection palustre, le nombre d'épisode palustre, le niveau d'instruction, la fonction de vendeuse et l'âge avancé de la mère n'étaient pas associés à une réduction significative du risque de malnutrition chez les enfants (Tableau 6). L'anémie était associées à la survenue de la forme chronique de la malnutrition (OR = 3,28 ; 95%IC [1,68-6,24]). En revanche, l'âge avancé des enfants (OR = 0,16 ; 95%IC [0,07-0,34]) et des mères (OR = 0,25 ; 95%IC [0,08-0,73]) et la polygamie (OR = 0,45 ; 95%IC [0,23-0,87]) étaient associés à une diminution du risque de la malnutrition dans notre étude. Le nombre d'épisode et l'infection palustres, l'instruction et l'activité professionnelle des mères d'enfants n'étaient pas associés significativement à la survenue de la malnutrition chronique (Tableau 7). Le risque de la malnutrition aigüe était significativement élevé seulement chez les enfants plus âgés (OR = 8,37 ; 95%IC [1,06-65,68]) (Tableau 8).

Le retard de croissance et l'insuffisance pondérale augmentent le risque de mortalité due au paludisme [11], et des données récentes montrent que les carences en protéines-énergie, en zinc et en vitamine A contribuent de manière significative à la morbidité et à la mortalité dues au paludisme [102]. Les données regroupées de plusieurs grandes études de cohorte ont identifié des risques relatifs de mortalité

due au paludisme de 9,5, 4,5 et 2,1 pour une dénutrition sévère (z score de poids pour l'âge de -3), modérée (score z entre -2 et -3) et légère (score z entre -1 et -2), respectivement, par rapport aux enfants ayant un score z de -1 [101]. Sur la base de ces risques relatifs et des données de prévalence, les fractions des épisodes de paludisme clinique et des décès dus au paludisme chez les enfants de moins de 5 ans qui étaient attribuables à la malnutrition (insuffisance pondérale, carence en zinc ou en vitamine A) étaient substantielles [101].

Dans les études antérieures, le rôle des parasitoses dans la survenue de la malnutrition, avait été démontré en zone d'endémie [7, 50]. Dans les zones où la sous-alimentation reste toujours un problème majeur de santé publique, les épisodes infectieux induisent rapidement la malnutrition chez l'enfant. Ces infections constituent à cet effet, un important facteur de risque de survenue de la malnutrition chez les enfants dans ces régions [9, 10]. Le même constat a été observé à Lubumbashi au Congo par Musimwa dans une zone minière [87], au Cameroun par Sumbele [103] et par Akiyama dans la république démocratique de Laos [104]. Par ailleurs, les infections répétées contribuent à une diminution de l'absorption des nutriments et à une élévation du métabolisme basal entrainant ainsi, un déséquilibre entre les besoins et les apports en nutriments. Plusieurs observations ont avancé ces mécanismes pour expliquer le rôle des infections, surtout du paludisme, dans la survenue de la malnutrition chez les enfants [9, 67]. Hassen et coll. ont démontré dans leur étude en Ethiopie une association positive entre le paludisme et la malnutrition aiguë chez les enfants de moins de 5 ans [105]. Par contre, Deribew et coll. (2010) ainsi que Wilson et coll. (2018) ont trouvé que le paludisme n'était pas un facteur de risque de survenue de la malnutrition chez les enfants, respectivement, en Ethiopie [70] et en Gambie [71]. Mais ces deux études ont été menées au cours de la saison sèche qui ne correspond pas à la période de transmission du paludisme. [70, 71].

L'environnement familial est un élément important évoqué fréquemment par certains auteurs dans la survenue de la malnutrition chez les enfants. En effet, plusieurs études ont rapporté un impact positif d'un bon environnement familial sur le développement staturo-pondéral et cognitif de l'enfant, donc sur sa santé de façon générale. Le revenu familial, l'éducation de la mère, les bonnes conditions d'hygiène, l'âge avancé de la mère ont été rapporté par Caroline et coll. au Mali

[106], Gone et coll. (2017) ainsi que Deribew et coll. (2010) en Ethiopie, [67, 70], Tine et coll. (2013) au Sénégal [107] comme ayant une influence sur l'état nutritionnel des enfants.

La charge parasitaire était comparable en fonction des indices du statut nutritionnel, notamment l'insuffisance pondérale (r = 0,2512 ; p = 0,18), la malnutrition chronique (r = 0,2734 ; p = 0,15) et la malnutrition aigüe (r = -0,0607 ; p = 0,7). La variation de la parasitémie a déjà été rapportée par certains auteurs chez les enfants dans les zones d'endémie palustre [108, 109]. Les enfants souffrants de la malnutrition chronique sont fréquemment infectés par le *Plasmodium* mais ont moins de charge parasitaire élevée. L'insuffisance pondérale et la malnutrition chronique sont fréquemment associées à l'anémie [71], alors que les études ont démontré que les enfants anémiques ont de faible charge parasitaire comparés aux enfants non-anémiques [110].

6.4. Limites de l'étude

Cette étude avait pour but de déterminer la prévalence des différentes formes de malnutrition et leur association avec le paludisme chez les enfants dans le village de Koïla Bamanan. Les informations sur certains éléments comme le revenu des parents, la sécurité alimentaire, l'alimentation des enfants et de la famille de façon générale, l'antécédent maternel de malnutrition ou la malnutrition au cours de la grossesse, l'antécédent de paludisme au cours de la grossesse, la participation de l'enfant à la dernière campagne de la chimioprévention du paludisme saisonnier et les parasitoses intestinales. La prise en compte des paramètres biologiques permettra de fournir des informations utiles sur le bilan nutritionnel des enfants dans cette localité afin d'orienter sur les causes de la malnutrition. L'étude de prévalence ne permet pas aussi de déterminer la relation linéaire entre ces deux pathologies, une étude de cohorte sera mieux indiquée pour comprendre cette relation en tenant compte du statut immunitaire des enfants.

7. Conclusion et recommandations

7.1. Conclusion

Notre étude n'a pas mis en évidence une association significative entre le paludisme et la malnutrition. Par contre, l'anémie était associée à la malnutrition chez les enfants dans cette localité. L'âge avancé des mères des enfants et la polygamie étaient prédicteurs d'un bon état nutritionnel des enfants.

7.2. Recommandations

A la fin de notre étude et vu nos résultats, nous pouvons formuler les recommandations suivantes :

Aux autorités sanitaires et administratives

- mener des activités d'éducation, d'information et de communication sur la malnutrition de façon générale chez les enfants ;
- renforcer la mobilisation et l'implication communautaire pour sensibiliser et dépister précocement les enfants à risque afin d'assurer une prise en charge rapide et correcte des cas.

Aux chercheurs

- mener des études plus approfondies en prenant en compte des autres facteurs impliqués dans la malnutrition chez les enfants telles que le régime alimentaire, les carences ferriprives, les déficits en oligoéléments et en vitamines, et d'autres parasitoses (vers intestinaux et les bilharzioses) ;
- mener des études immunogénétiques chez les enfants malnutris pour mieux comprendre le rôle du paludisme dans la survenue de la malnutrition dans ces zones ;
- mener des activités de recherche sur la relation entre les indicateurs nutritionnels et l'efficacité des antipaludiques chez les enfants vivant dans différentes zones éco-climatiques.

A la population

- amener les enfants aux centres de santé en cas de suspicion de signes de malnutrition pour assurer une bonne prise en charge et éviter les complications ;
- participer massivement par volontariat aux activités de recherche sur la malnutrition et le paludisme afin de trouver une stratégie prenant en compte les aspects préventifs et curatifs de ces deux fléaux.

8. Références

1. UNICEF. *Differentes formes de malnutrition*. 2011 [cited; Available from: https://www.unicef.fr/sites/default/files/userfiles/Les_differentes_formes_de_malnutrition_Unicef_France_juillet_2011(1).pdf (consulté 19/02/2020).
2. OMS. *Malnutrition*. 2020 [cited; Available from: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition (consulté le 18/08/2020).
3. OMS. *Malnutrition*. 2018 [cited; Available from: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition (consulté le 21/03/2020).
4. Ndamobissi, R. *Les défissociodémographiques et politiques de la malnutrition des enfants dans les pays d'Afrique du Sahel et de la Corne de l'Afrique* 2018 [cited; Available from: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01793437/document (consulté le 16/04/2020).
5. DNS/DN/INSTAT. *Enquête Nationale Nutritionnelle et de Mortalité Rétrospective suivant la méthodologie SMART, Mali, 2018* 2018 [cited; Available from: file:///C:/Users/lenovo/Desktop/Fichiers%20these/fichiers%20malnutrition/rapport_final_smart_septembre_2018_mali.pdf (cosulté 19/02/2020).
6. Andre, C.C., *Déterminants de la malnutrition chronique chez les enfants de 6 à 59 mois vivant au sein de la vallée de Palajunoj (Guatemala).* Nuttrition Clinique et Metabolique, 2018. **32**(4): p. 330.
7. Wilson, W.M., et al., *Gastrointestinal parasitic infection, anthropometrics, nutritional status, and physical work capacity in Colombian boys†.* 1999.
8. Wybens, L., *La Malnutrition Aigue Sévère et facteurs de risque chez les enfants allaités de moins de 36 mois au Sud Kivu, en RDC (ex Zaïre)*. 2015.
9. Bernard, O., H. Pagezy, and D. Bley, *État nutritionnel et environnement pathogène d'enfants d'une population forestière du Sud-Cameroun.* 2001.
10. Fillol, F., et al., *Influence of wasting and stunting at the onset of the rainy season on subsequent malaria morbidity among rural preschool children in Senegal.* Am J Trop Med Hyg, 2009. **80**(2): p. 202-8.
11. Black, R.E., et al., *Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences.* Lancet, 2008. **371**(9608): p. 243-60.
12. Das, D., et al., *Complex interactions between malaria and malnutrition: a systematic literature review.* BMC Med, 2018. **16**(1): p. 186.
13. Osei, A.K. and D.H. Hamer, *Prise en charge du paludisme pédiatrique: rôle des interventions nutritionnelles* Ann Nestlé 2008: p. 66:31-47.
14. Christine, C., *Enquête sur l'alimentation des personnes précarisées.* 2008.
15. Aderem, A. and R.J. Ulevitch, *Toll-like receptors in the induction of the innate immune response.* Nature, 2000. **406**(6797): p. 782-7.
16. Adebo, A.A., et al., *Anémie chez les enfants de moins de 5 ans reçus en consultation au service de pédiatrie de l'Hôpital de Zone d'Abomey-Calavi/So-Ava (Sud du Bénin).* Journal of Applied Biosciences, 2018. **123**: p. 12373-12378.
17. Koné, K. *Prévalence de la parasitémie palustre, de la malnutrition et de l'anémie à la fin de la saison de transmission du paludisme à Koumantou (Mali) en 2018*. 2020 [cited; Available from: https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/3770 (consulté le 07/04/2020).
18. Garenne, M., et al., *Un critère de prévalence de la malnutrition : la survie de l'enfant* Lab.Nut.Tropicale, 1989. **509**.

19. Bouville, J.-F., *Etiologies relationnelles de la malnutrition infantile en milieu tropical.* Devenir, 2003. **15**(1): p. 27-47.
20. Aubry, P. and B.-A. Gaüzère, *Malnutrition protéino-énergétique* Med Trop, 2019.
21. Roulet, M., M. Cheseaux, and P. Coti, *Conséquences de la dénutrition chez l'enfant et l'adolescent. Mortalité, morbidité, conséquences médicoéconomiques.* Nutrition Clinique et Metabolisme, 2005. **19**: p. 207-213.
22. OMS. *Mises à jour de la prise en charge de la malnutrition aiguë sévère chez le nourrisson et chez l'enfant*. 2015 [cited; Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/162815/9789242506327_fre.pdf?ua=1 (Consulté le 15-08-2020).
23. Fao. *Les principaux types de malnutrition et les déficiences en micronutriments*. 2007 [cited; Available from: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/doc-training/bk_1b.pdf (consulté le 18/08/2020).
24. DNS/DN. *Protocole de Prise en Charge Intégrée de la Malnutrition Aiguë au Mali* 2011 [cited; Available from: file:///C:/Users/lenovo/Desktop/Fichiers%20these/fichiers%20malnutrition/Protocole_PECIMA_Mali%2023_06-2012VF.pdf (consulté 19/02/2020).
25. Noguer, A., *Les facteurs influençant la distribution géographique du paludisme dans le monde.* 1979.
26. WHO. *World malaria report 2019*. 2019 2019 [cited; Available from: https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/world-malaria-report-2019 (consulté 07/03/2020).
27. Macdonald, G., *Epidemiological basis of malaria control.* Bull World Health Organ, 1956. **15**(3-5): p. 613-26.
28. Doumbo, O., et al., *[Epidemiology of human urban schistosomiasis in Bamako in Mali (the case of the "populous" quarter of Bankoni)].* Med Trop (Mars), 1992. **52**(4): p. 427-34.
29. OMS. *Paludisme*. 2020 [cited; Available from: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malaria (consulté le 18/08/2020).
30. Anofel. *Paludisme*. UMVF 2014 [cited 27; Available from: http://campus.cerimes.fr/parasitologie/enseignement/paludisme/site/html/cours.pdf (consulté 11/03/2020)).
31. Aubry, P. and B.-A. Gaüzère. *Paludisme: Actualités 2019*. Medecine Tropicale 2020 [cited; Available from: http://medecinetropicale.free.fr/cours/paludisme.pdf (consulté le 19/08/2020).
32. Kleinschmidt, I., et al., *Implications of insecticide resistance for malaria vector control with long-lasting insecticidal nets: a WHO-coordinated, prospective, international, observational cohort study.* Lancet Infect Dis, 2018. **18**(6): p. 640-649.
33. PNLP. *Directives nationales pour la prise en charge des cas de paludisme au Mali*. 2016 [cited; Available from: https://www.severemalaria.org/sites/mmv-smo/files/content/attachments/2017-07-25/Mali%20treatment%20guidelines_0.pdf (consulté le 19/08/2020).
34. OMS, *Lutte contre le paludisme : surveillance, suivi et évaluation. Un manuel de référence [Malaria surveillance, monitoring & evaluation : a reference manual]. Genève : Organisation mondiale de la Santé ; 2019. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO ISBN : 978-92-4-256557-7.* 2019.

35. WHO, *Countries of the Greater Mekong zero in on falciparum malaria*. 2019, World Health Organization, Geneva. p. 16.
36. OMS, *Cadre pour l'élimination du paludisme [A framework for malaria elimination]. Genève : Organisation mondiale de la Santé ; Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.* 2017.
37. Graves, S.F., et al., *Strain-specific Plasmodium falciparum multifunctional CD4(+) T cell cytokine expression in Malian children immunized with the FMP2.1/AS02A vaccine candidate.* Vaccine. **34**(23): p. 2546-55.
38. Laurens, M.B., et al., *Strain-specific Plasmodium falciparum growth inhibition among Malian children immunized with a blood-stage malaria vaccine.* PLoS One, 2017. **12**(3): p. e0173294.
39. Takala, S.L., et al., *Short report: rare Plasmodium falciparum merozoite surface protein 1 19-kda (msp-1(19)) haplotypes identified in Mali using high-throughput genotyping methods.* Am J Trop Med Hyg, 2007. **76**(5): p. 855-9.
40. Varo, R., C. Chaccour, and Q. Bassat, *Update on malaria.* Med Clin (Barc), 2020.
41. Sanchez, L., et al., *Antibody responses to the RTS,S/AS01E vaccine and Plasmodium falciparum antigens after a booster dose within the phase 3 trial in Mozambique.* NPJ Vaccines, 2020. **5**: p. 46.
42. Duffy, P.E. and J. Patrick Gorres, *Malaria vaccines since 2000: progress, priorities, products.* NPJ Vaccines, 2020. **5**: p. 48.
43. Olofin, I., et al., *Associations of suboptimal growth with all-cause and cause-specific mortality in children under five years: a pooled analysis of ten prospective studies.* PLoS One, 2013. **8**(5): p. e64636.
44. Allen, L.H., *Nutritional influences on linear growth: a general review.* Eur J Clin Nutr, 1994. **48 Suppl 1**: p. S75-89.
45. Skuse, D., S. Reilly, and D. Wolke, *Adversité psychosociale et croissance pendant la petite enfance.* 1994.
46. Waterlow, J.C., *Introduction. Causes and mechanisms of linear growth retardation (stunting).* Eur J Clin Nutr, 1994. **48 Suppl 1**: p. S1-4.
47. Birgitte, R.M., et al., *Aspects psychosociaux de la croissance.* 1984.
48. Martorell, R., *Interrelations entre l'alimentation, les maladies infectieuses et l'état nutritionnel. [1980].* 1980.
49. Froment, A. and G. Koppert. *Malnutrition chronique et gradient climatique en milieu tropical*. 2000 [cited; Available from: https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010023537 (consulté le 16/03/2020)
50. Tanner, M., et al., *Longitudinal study on the health status of children in a rural Tanzanian community: parasitoses and nutrition following control measures against intestinal parasites.* Acta Trop, 1987. **44**(2): p. 137-74.
51. Schaible, U.E. and S.H. Kaufmann, *Malnutrition and infection: complex mechanisms and global impacts.* PLoS Med, 2007. **4**(5): p. e115.
52. Chandra, R.K., *Protein-energy malnutrition and immunological responses.* J Nutr, 1992. **122**(3 Suppl): p. 597-600.
53. Gerriets, V.A. and N.J. MacIver, *Role of T cells in malnutrition and obesity.* Front Immunol, 2014. **5**: p. 379.
54. Chandra, R.K., *Nutrition and the immune system: an introduction.* Am J Clin Nutr, 1997. **66**(2): p. 460S-463S.
55. Chandra, R.K. and S. Kumari, *Nutrition and immunity: an overview.* J Nutr, 1994. **124**(8 Suppl): p. 1433S-1435S.

56. McGregor, I.A., *Malaria: Nutritional Implications.* Reviews of Infectious Diseases, 1982. **4**(4): p. 798-804.
57. Snow, R.W., et al., *The relationship between anthropometric measurements and measurements of iron status and susceptibility to malaria in Gambian children.* Trans R Soc Trop Med Hyg, 1991. **85**(5): p. 584-9.
58. Genton, B., et al., *Relation of anthropometry to malaria morbidity and immunity in Papua New Guinean children.* Am J Clin Nutr, 1998. **68**(3): p. 734-41.
59. Renaudin, P. and J.P. Lombart, *[Anemia in infants less than 1 year old in Moundou, Chad: prevalence and etiology].* Med Trop (Mars), 1994. **54**(4): p. 337-42.
60. Tshikuka, J.G., et al., *Relationship of childhood protein-energy malnutrition and parasite infections in an urban African setting.* Trop Med Int Health, 1997. **2**(4): p. 374-82.
61. Williams, T.N., et al., *Plasmodium vivax: a cause of malnutrition in young children.* QJM: An International Journal of Medicine, 1997. **90**(12): p. 751-757.
62. Ibrahim, M.K., et al., *Impact of Childhood Malnutrition on Host Defense and Infection.* Clin Microbiol Rev, 2017. **30**(4): p. 919-971.
63. Verret, W.J., et al., *Effect of nutritional status on response to treatment with artemisinin-based combination therapy in young Ugandan children with malaria.* Antimicrob Agents Chemother, 2011. **55**(6): p. 2629-35.
64. Hess, F.I., et al., *Anti-malarial drug resistance, malnutrition and socio-economic status.* Trop Med Int Health, 1997. **2**(8): p. 721-8.
65. Diop, M. *Evaluation de la prise en charge de la malnutrition aigue sévère dans l'URENI du CSref de Markala en 2014*. 2015 [cited; Available from: http://www.keneya.net/fmpos/theses/2015/med/pdf/15M179.pdf (consulté le 14/04/2020).
66. Kyei-Baafour, E., et al., *Impact of an Irrigation Dam on the Transmission and Diversity of Plasmodium falciparum in a Seasonal Malaria Transmission Area of Northern Ghana.* J Trop Med, 2020. **2020**: p. 1386587.
67. Gone, T., et al., *The association between malaria and malnutrition among under-five children in Shashogo District, Southern Ethiopia: a case-control study.* Infect Dis Poverty, 2017. **6**(1): p. 9.
68. Mariko, S., et al. *État nutritionnel des enfants de moins de cinq ans au Mali de 1995 à 2006: Analyses approfondies des Enquêtes Démographiques et de Santé au Mali, 1995-1996, 2001 et 2006. Rapports d'analyses approfondies des EDS* Calverton, Maryland, USA : CPS/DNSI et ICF Macro. 2009 [cited 68; Available from: https://dhsprogram.com/pubs/pdf/FA68/FA68.pdf (consulté le 21/03/2020).
69. Traore, Y.S. *Evaluation de l'etat nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois dans le cercle de Koutiala en 2013*. 2013 [cited; Available from: http://www.keneya.net/fmpos/theses/2014/med/pdf/14M131.pdf (consulté le 05/02/2020).
70. Deribew, A., et al., *Malaria and under-nutrition: a community based study among under-five children at risk of malaria, south-west Ethiopia.* PLoS One, 2010. **5**(5): p. e10775.
71. Wilson, A.L., et al., *Is chronic malnutrition associated with an increase in malaria incidence? A cohort study in children aged under 5 years in rural Gambia.* Parasites & Vectors, 2018. **11**(1): p. 451.

72. Diarra, I. *Evaluation de la prise en charge de la malnutrition aigue sévère des enfants de 06 à 59 mois à l'URENI du centre de santé de référence de Koutiala en 2014*. 2015 [cited; Available from: http://www.keneya.net/fmpos/theses/2015/med/pdf/15M232.pdf (consulté le 06/04/2020).
73. Nantome, I. *Evaluation de la prise en charge de la malnutrition aigue modérée chez les enfants de 06-59 mois par les agents de sante communautaires de Yirimadio dans le district de Bamako*. 2018 [cited; 82]. Available from: http://www.keneya.net/fmpos/theses/2018/med/pdf/18M68.pdf (consulté le 30/03/2020)
74. Gebreweld, A., et al., *Prevalence of anemia and its associated factors among children under five years of age attending at Guguftu health center, South Wollo, Northeast Ethiopia.* PLoS One, 2019. **14**(7): p. e0218961.
75. INSTAT/CPS/SS-DS-PF/ICF. *Enquête Démographique et de Santé au Mali 2018.* 2019 [cited; Available from: https://www.dhsprogram.com/pubs/pdf/FR358/FR358.pdf (consulté le 16/04/2020).
76. Nantoume, A. *Evaluation de la prise en charge des enfants malnutris sévères de 6 à 59 mois infectés par le VIH hospitalisés dans le service de pédiatrie du chu Gabriel Touré* 2015 [cited; Available from: http://www.keneya.net/fmpos/theses/2015/med/pdf/15M325.pdf (consulté 30/03/2020)
77. EDS. *Enquête Démographique et de Santé* 2018 [cited 61; Available from: https://dhsprogram.com/pubs/pdf/PR115/PR115.pdf (consulté 20/08/2020).
78. Bigoga, N.S.J., et al., *Relationship between malaria, anaemia, nutritional and socio-economic status amongst under-ten children, in the North Region of Cameroon: A cross-sectional assessment.* 2019.
79. Yimam, H. *Assessment of the relationship between under-nutrition and malaria in preschool children at Bahir Dar special zone, Ethiopia: a comparative cross-sectional study* 2014 [cited; Available from: http://etd.aau.edu.et/bitstream/handle/123456789/11832/Hamid%20Yimam.pdf?sequence=1&isAllowed=y(consulté (consolté le 30/03/2020).
80. Hamid, H., *Influence of Wasting and Underweight on Malaria Status among Ethiopian Children Aged 6-59 Months: A Facility Based Case Control Study.* General Medicine: Open Access, 2015. **03**.
81. Coulibaly, I.B. *Etude de la variation saisonnière de la prévalence du paludisme de 2012 à 2015 dans une cohorte de 1400 participants à Koïla Bamanan, Mali*. 2017 [cited; 73]. Available from: http://www.keneya.net/fmpos/theses/1993/17M42.pdf (consulté le 15/04/2020).
82. Bhaskar, R.K., et al., *A Case Control Study on Risk Factors Associated with Low Birth Weight Babies in Eastern Nepal.* International Journal of Pediatrics, 2015. **Article ID 807373** p. 7.
83. Guyatt, H.L. and R.W. Snow, *Impact of malaria during pregnancy on low birth weight in sub-Saharan Africa.* Clin Microbiol Rev, 2004. **17**(4): p. 760-9, table of contents.
84. Roy, M.P., *Maternal infection, malnutrition, and low birth weight.* J Postgrad Med, 2016. **62**(4): p. 270-271.
85. Masiye, F., et al., *Determinants of Child Nutritional Status in Zambia: An Analysis of a National Survey.* Zambia Social Science Journal, 2010. **1:No. 1 , Article 4. 1**.

86. Rahman, M.S., et al., *Association of Low-Birth Weight with Malnutrition in Children under Five Years in Bangladesh: Do Mother's Education, Socio-Economic Status, and Birth Interval Matter?* PLoS One, 2016. **11**(6): p. e0157814.
87. Musimwa, A.M., et al., *Clinical signs of malnutrition in children living around a mining area: a case study in the city of Lubumbashi and its surrounding].* Pan Afr Med J, 2016. **24**: p. 67.
88. Oladeinde, B., et al., *Malaria and Anemia among Children in a Low Resource Setting In Nigeria.* Iran J Parasitol, 2012. **7**(3): p. 31-7.
89. NMCP. *Enquête sur les Indicateurs du Paludisme au Mali (EIPM) 2015. Rockville, Maryland, USA : INSTAT, INFO-STAT et ICF International.* 2015 [cited; Available from: https://dhsprogram.com/pubs/pdf/MIS24/MIS24.pdf (access 24 Sept 2019).
90. Domechele, W., G.P. Wak, and F.B. Zotor, *Prevalence and trend of malaria with anaemia among under-five children in Jasikan District, Ghana.* bioRxiv, 2020: p. 2020.03.24.005280.
91. Wanzira, H., et al., *Longitudinal outcomes in a cohort of Ugandan children randomized to artemether-lumefantrine versus dihydroartemisinin-piperaquine for the treatment of malaria.* Clin Infect Dis, 2014. **59**(4): p. 509-16.
92. Juster, M., et al., *Association between malnutrition and immunoglobulin G responses to crude ssexual P. falciparum schizont lysates in children attending ishiara hospital, Embu County, Kenya.* Journal of Applied Life Sciences International 2017.
93. Shikur, B., W. Deressa, and B. Lindtjorn, *Association between malaria and malnutrition among children aged under-five years in Adami Tulu District, south-central Ethiopia: a case-control study.* BMC Public Health, 2016. **16**: p. 174.
94. Adebami, O.J., et al., *Associations between placental and cord blood malaria infection and fetal malnutrition in an area of malaria holoendemicity.* Am J Trop Med Hyg, 2007. **77**(2): p. 209-13.
95. Luntamo, M., et al., *The effect of antenatal monthly sulphadoxine-pyrimethamine, alone or with azithromycin, on foetal and neonatal growth faltering in Malawi: a randomised controlled trial.* Trop Med Int Health, 2013. **18**(4): p. 386-97.
96. Luntamo, M., et al., *Effect of repeated treatment of pregnant women with sulfadoxine-pyrimethamine and azithromycin on preterm delivery in Malawi: a randomized controlled trial.* Am J Trop Med Hyg, 2010. **83**(6): p. 1212-20.
97. Ter Kuile, F.O. and R.W. Steketee, *Intermittent preventive therapy with sulfadoxine-pyrimethamine during pregnancy: seeking information on optimal dosing frequency.* J Infect Dis, 2007. **196**(11): p. 1574-6.
98. Lee, G., et al., *Comparative effects of vivax malaria, fever and diarrhoea on child growth.* Int J Epidemiol, 2012. **41**(2): p. 531-9.
99. ter Kuile, F.O., et al., *Impact of permethrin-treated bed nets on malaria, anemia, and growth in infants in an area of intense perennial malaria transmission in western Kenya.* Am J Trop Med Hyg, 2003. **68**(4 Suppl): p. 68-77.
100. Arinaitwe, E., et al., *The association between malnutrition and the incidence of malaria among young HIV-infected and -uninfected Ugandan children: a prospective study.* Malar J, 2012. **11**: p. 90.
101. Fishman, S., et al., *Childhood and maternal underweight, p 63–161. In Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL (ed), Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. WHO, Geneva, Switzerland.* 2004.

102. Caulfield, L.E., S.A. Richard, and R.E. Black, *Undernutrition as an underlying cause of malaria morbidity and mortality in children less than five years old.* Am J Trop Med Hyg, 2004. **71**(2 Suppl): p. 55-63.
103. Sumbele, I.U., et al., *Nutritional status of children in a malaria meso endemic area: cross sectional study on prevalence, intensity, predictors, influence on malaria parasitaemia and anaemia severity.* BMC Public Health, 2015. **15**: p. 1099.
104. Akiyama, T., et al., *Asymptomatic malaria, growth status, and anaemia among children in Lao People's Democratic Republic: a cross-sectional study.* Malar J, 2016. **15**(1): p. 499.
105. Hassen, H.Y. and J.H. Ali, *Influence of Wasting and Underweight on Malaria Status among Ethiopian Children Aged 6-59 Months: A Facility Based Case Control Study* 2015.
106. Caroline, M.S., et al., *Predictors of poor nutritional status among children aged 6 and 24 months in agricultural regions of Mali: a cross-sectional study.* BMC Nutrition, 2018. **4**(1): p. 18.
107. Tine, R.C., et al., *Parasitic Infections among Children under Five Years in Senegal: Prevalence and Effect on Anaemia and Nutritional Status.* ISRN Parasitol, 2013. **2013**: p. 272701.
108. Ahmad, S.H., et al., *Effect of nutritional status on total parasite count in malaria.* The Indian Journal of Pediatrics, 1985. **52**(3): p. 285-287.
109. Saka, A.O., et al., *Malaria Parasitaemia in Children With Protein Energy Malnutrition In North Central Nigeria: A Case Control Study.* IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 2012. **1**(3): p. 49-53.
110. Birhanu, Z., et al., *Relationship between exposure to malaria and haemoglobin level of children 2-9 years old in low malaria transmission settings.* Acta Trop, 2017. **173**: p. 1-10.

9. Annexes

9.1. Détermination du taux d'hémoglobine (cf. annexe1)

Le taux d'hémoglobine a été mesuré par l'appareil HemoCue Hb210+microcuvette

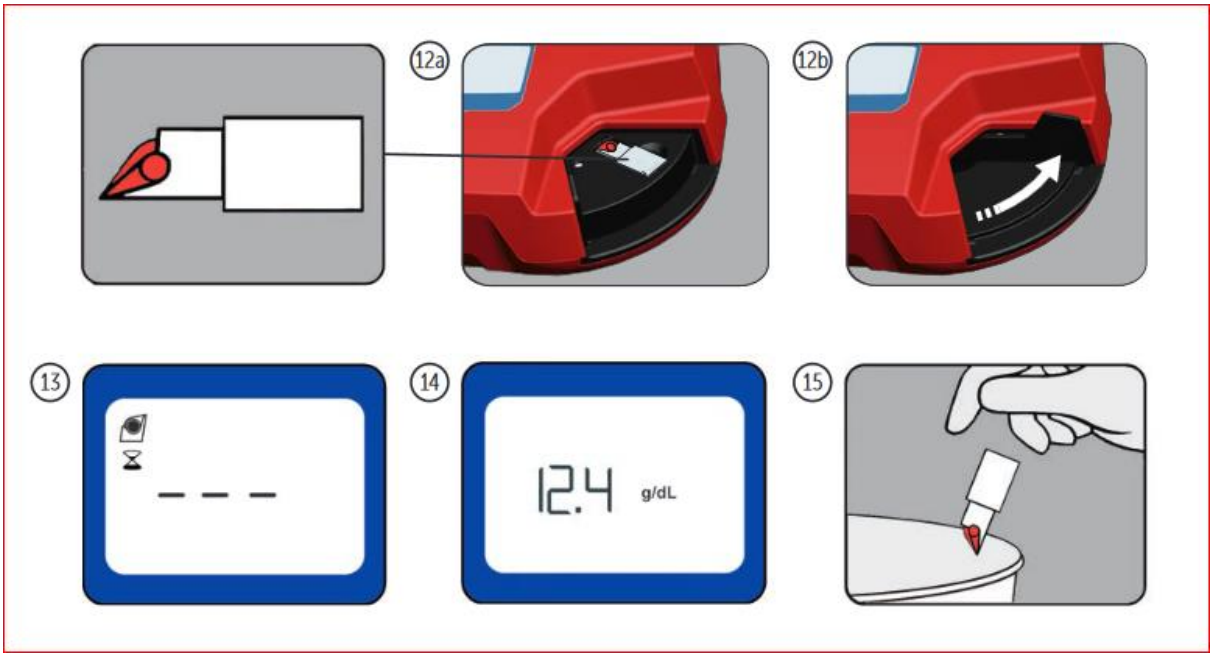


Figure 10. Analyseur et microcuvette HemoCue

Source : https://sdwic.org/wp-content/uploads/2.15DAppendixCHb301Manual.pdf (consulté le 16/04/2020)

- **Principe de la méthode**

La réaction dans la microcuvette repose sur une réaction modifiée de formation d'azoture de méthémoglobine. Les érythrocytes sont hémolysés pour libérer l'hémoglobine. L'hémoglobine est convertie en méthémoglobine, laquelle réagit avec de l'azoture pour donner de l'azoture de méthémoglobine dont l'absorbance est mesurée dans l'analyseur. Cette absorbance est directement proportionnelle à la concentration de l'Hb.

- **Matériel et réactifs**
  - Appareil analyseur
  - Microcuvette HemoCue
  - Lancette
  - Alcool 70ºC

- Coton

❖ **Technique**

- Cibler un doigt, bien désinfecté avec le tampon d'alcool à 70º;

- piquer en un coup sec avec une lancette ; nettoyer la première goutte de sang, presser le bout du doigt pour avoir une deuxième goutte ;

- appliquer la microcuvette sur la goutte de sang. La quantité nécessaire est aspirée automatiquement dans la microcuvette par capillarité ;

- après avoir enlevé minutieusement toute trace de sang présente à la surface de la microcuvette, la mettre sur son support et l'insérer ensuite dans le photomètre. Le résultat est exprimé en gramme d'hémoglobine par décilitre de sang (g/dl).

9.2. Technique de la goutte épaisse/frottis mince (cf. annexe 2)

❖ **Principe**

C'est une technique de concentration permettant un repérage rapide des parasites dans le sang et l'identification des différentes espèces (frottis sanguin).

❖ **Matériel**

Deux (2) lames porte-objet propres et bien dégraissées, vaccinostyle stérile, alcool 70°, colorant de Giemsa pur, coton hydrophile sec, eau tamponnée (PH=7,2), boite à lames, chiffon de coton propre, crayon noir à mine grasse ou marqueur indélébile, stylo à bille, bacs de coloration, éprouvette graduées, râtelier, chronomètre, huile d'immersion, registre ou formulaire de notification, un compteur manuel et gant.

➢ **Lieu du prélèvement**

Face latérale à l'extrémité d'un doigt (en général gauche, 3^{e} doigt après le pouce), sur le lobe de l'oreille après avoir réchauffé avec les doigts, au niveau du talon ou gros orteil chez le nourrisson.

➢ **Réalisation de la goutte épaisse**

Après avoir noté les renseignements relatifs au patient sur le formulaire ou dans le registre approprié, ainsi que son identité sur la lame, réaliser la goutte comme suite :

- En tenant la main gauche du malade la paume tournée vers le haut, choisir le troisième doigt après le pouce (le gros orteil peut être utilisé chez les nourrissons. Le pouce ne doit jamais être utilisé chez les adultes ou les enfants) ;
- Avec un tampon de coton légèrement imbibé d'alcool, nettoyer le doigt en appuyant fermement pour enlever la saleté et la graisse du bout du doigt ;
- Avec le chiffon de coton propre, essuyer le doigt en appuyant fermement pour stimuler la circulation du sang ;
- Avec un vaccinostyle stérile, piquer le bout du doigt d'un seul geste ;
- Essuyer la première goutte de sang avec du coton sec. S'assurer qu'il ne reste pas de fibres de coton sur le doigt, qui pourraient se mélanger au sang ;
- Appuyer doucement sur le doigt et recueillir une petite goutte de sang au milieu de la lame **(cf. figure 6(a))** ;
- Essuyer le sang restant sur le bout du doigt avec un tampon de coton ;
- Tenir la lame supérieure par les bords ;
- Placer le coin de l'autre lame au centre de la goutte de sang ;
- Etendre légèrement la surface de la goutte par des mouvements spiralés appuyés de la lame **(cf. figure 6(b))** ;
- Assurer cette défibrination mécanique pendant quelques secondes et étendre la goutte sur environ 1 cm de diamètre ;
- Laisser la préparation à plat, à l'abri de la poussière, de la chaleur et des mouches pendant deux heures en zone sahélienne. Respecter ce long temps de séchage sinon il y a risque de décollement de la préparation lors de la coloration **(cf. figure 6).**

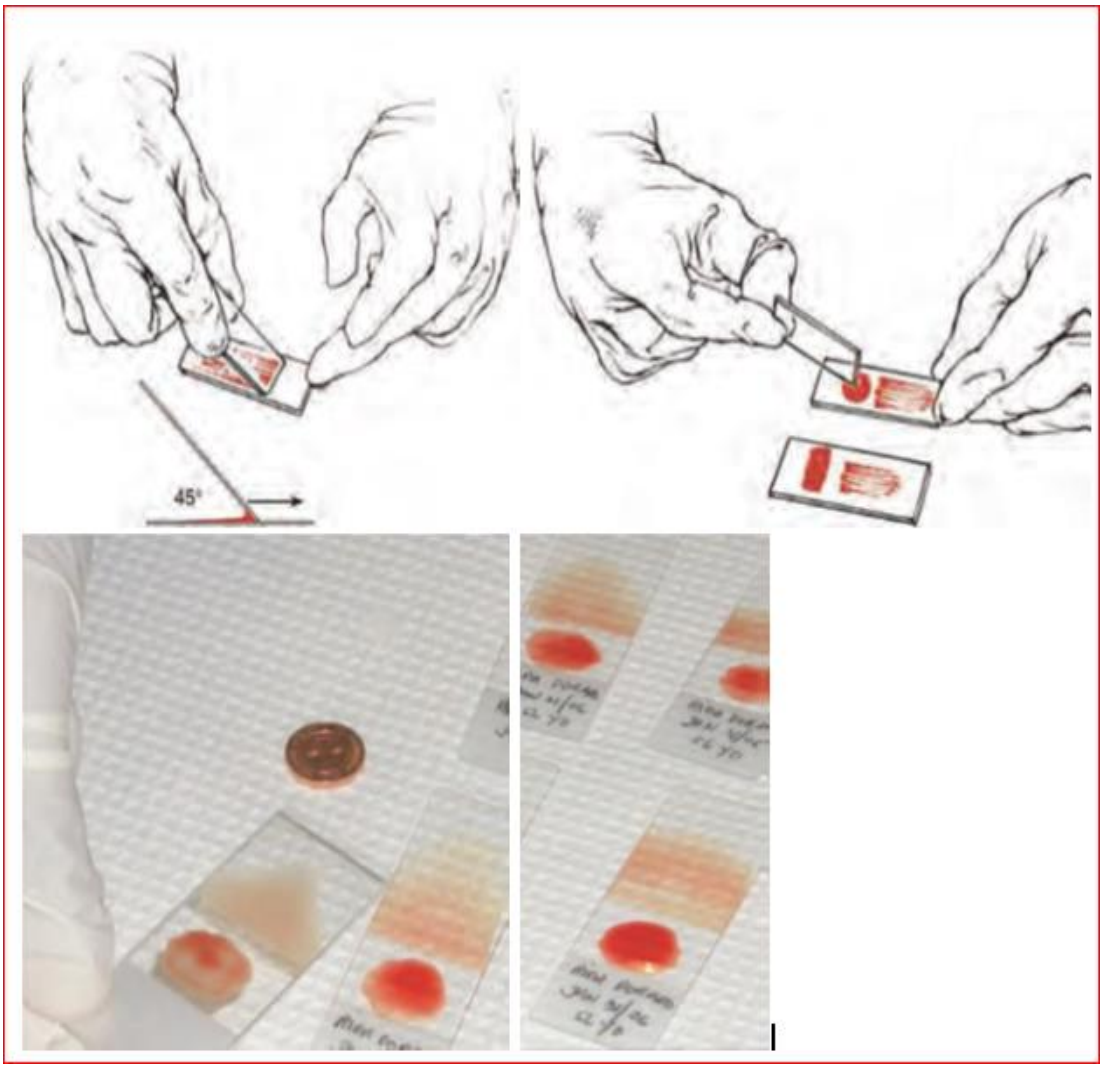


Figure 11. Technique de la goutte épaisse

Source :
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/164472/9789242547825_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y (consulté le 16/04/2020)

- **Coloration au Giemsa**

C'est une méthode de coloration classique employée en routine pour la coloration des étalements sanguins et pour le diagnostic du paludisme.

Toujours maintenir la bouteille bien fermée dans un endroit frais, à l'abri de la lumière solaire directe. Les bouteilles en verre blanc peuvent être recouvertes d'une enveloppe de papier noir épais pour les protéger de la lumière.

- Fixer le frottis mince en le tapotant doucement avec un tampon de coton imbibé de méthanol, ou en le trempant dans un récipient de méthanol pendant quelques secondes.
- Préparer la solution de Giemsa à 10% dans l'eau tamponnée (ph 7,2) et bien mélanger le colorant ;
- Verser doucement le colorant dans la bague jusqu'à ce que la lame soit entièrement recouverte ;
- Laisser colorer pendant 15mn pour 10% à l'abri de la lumière solaire et de la poussière ;
- Les lames sont ensuite rincées et séchées sur un râtelier.

➢ **Aspects**

La lecture se fait au microscope à l'objectif 100 à l'huile d'immersion

- Le fond doit être propre, exempt de débris, coloré en bleu ;
- Les noyaux des leucocytes sont en violet foncé ;
- Les parasites du paludisme sont bien définis, avec une chromatine rouge foncée et un cytoplasme bleu pale. Dans les infections à *P. vivax et P. ovale*, on peut voir un semis de granulations de Schuffner dans le fantôme de l'érythrocyte hôte, en particulier sur les bords du frottis.

➢ **Méthodes de numération des parasites du paludisme dans les gouttes épaisses**

On trouvera ci-dessous une méthode pratique de précision suffisante. Elle consiste à dénombrer les parasites par µl de sang dans un frottis épais, par rapport à un nombre prédéterminé de leucocytes. On prend comme norme une moyenne de 7 500 leucocytes par µl de sang. Malgré l'imprécision due aux variations du nombre de leucocytes parmi des personnes en bonne santé et aux variations encore plus grandes observées chez les malades, cette valeur permet des comparaisons valables. Avant de commencer à compter, on examinera l'équivalent de 0,25gr de sang (environ 100 champs, avec un oculaire 7 X (ou 10X) et un objectif à immersion dans l'huile 100X) dans le frottis épais pour déterminer l'espèce de parasite et les stades présents. Ensuite, on appliquera la méthode suivante qui convient pour les frottis positifs :

1. Un compteur manuel à 4 chiffres est nécessaire pour dénombrer séparément les parasites et les leucocytes.

2. a) Si, après avoir compté 300 leucocytes, on a identifié 10 parasites ou plus, noter les résultats sur le formulaire de notification, en indiquant le nombre de parasites par 300 leucocytes.

b) Si, après avoir compté 300 leucocytes, on a identifié neuf parasites ou moins, continuer de compter jusqu'à 500 leucocytes et noter le nombre de parasites par 500 leucocytes.

3. Dans chaque cas, le nombre de parasites par rapport au nombre de leucocytes peut être converti en nombre de parasites par µl par la simple formule mathématique suivante :

Nombre de parasites X 7 500
---------- = parasites par µl
Nombre de leucocytes

9.3. Questionnaire de l'enquête (cf. annexe 3)

Questionnaire enquête sur la malnutrition à Koïla

Census ID :
Date _____/____/2019 Age _____ (en mois) Sexe |___| 1=M 2=F
Combien enfant moins de 5 ans avez-vous ? |___| Est-il le combientième enfant de moins de 5 ans |_____|
La grossesse est-il arrivés à terme ? |____| 1=oui 2=non
L'enfant a-t-il été vacciné ? |_____| 1=oui 2=non
Si oui, la vaccination a-t-elle été correctement faite ? |_____| 1=oui 2=non

Régime alimentaire de l'enfant

a- Type d'allaitement : maternel exclusif |__| biberon |___| Mixte |___|
b- A quel âge l'enfant a commencé à prendre autres aliments?_____
c- Préciser ce type d'aliment_____

Etat sanitaire de l'enfant

L'enfant a-t-il fait le paludisme durant cette période de transmission |_____| 1=oui 2=non Si oui, combien de fois |____|
L'enfant fait-il des infections à répétition :

Fièvre |_____| 1=oui 2=non Diarrhée |_____| 1=oui 2=non Bronchite |_____| 1=oui 2=non

Mère

Age_____ Activité _____ Gestité_____

ethnie_____ religion_____

Niveau d'instruction : analphabète |__| primaire |__| secondaire|__| lycée |__| école coranique |__| autres à préciser_____

Régime du mariage : polygamie |___| monogamie |___|

Si polygamie, combientième rang ? |_____|

Avez-vous faits les CPN lors de cette grossesse |_____| 1=oui 2=non ; si oui combien de fois |____|

Si non pourquoi_____

Avez-vous pris la SP lors de cette grossesse |_____| 1=oui 2=non si oui combien de fois |____|

ATCD médicaux : HTA |__| Diabète |__| maladie mentale |__| autres a préciser_____

Vous mangez combien de fois par jour : 1 repas |__| 2 repas |__| 3 et plus |__|

Avez-vous consulté un agent lors de la maladie de votre enfant ? |_____| 1=oui 2=non 3=NA

Si non, pourquoi _____ ; si oui, préciser __

Connaissez-vous la malnutrition ? |_____| 1=oui 2=non

Si oui, citer les signes_____

9.1. Fiche d'enquête parasito-clinique

VISIT 1	VISIT DATE[1] [2]:	|__|__|-|__|__|__|-|__|__|__|__| VISDAT	VISIT TIME[3]:	|_|_|_|_|:|_|

[1] Visit date pertains to all information collected on day of enrolment / visit 1

[2] All dates to be recorded as DD-MMM-YYYY

[3] All times to be recorded as 24-hour clock HH:MM

				__|__| VISTIM

ELIGIBILITY ASSESSMENT [4]			
Inclusion Criteria IETEST (IECAT= INCLUSION)	**Criterion Description** **[Adapt as per protocol]**	**Yes** IEORRES	**No**
IN001	Age = 3 months and plus	☐	☐[5]
IN002	Was the subject selected randomly from within village/community?	☐	☐
IN003	Is the subject expected to remain in the study area during the next 18 months	☐	☐
IN004	Was Informed Consent/Assent obtained?	☐	☐
Exclusion Criteria IETEST (IECAT=EXCLUSION)	**Criterion Description** **[Adapt as per protocol[6]]**	**Yes** IEORRES	**No**
EX001	Chronic diseases (Chronic heart diseases, Chronic kidney disease, Cancer, diabetes, leukaemia, Neurological, Psychiatric, Auto Immune disease requiring long term therapy etc.)	☐	☐
EX002	Non-resident of the study site for the next 18 months	☐	☐
EX003	Age less than 3 months	☐	☐
EX004	Informed Consent /Assent was not obtain	☐	☐
Assessment of eligibility at VISIT 1		**Yes**	**N**

[4] The Trial Exclusion (TI) dataset will contain all the inclusion and exclusion criteria for the study, and will not be included in the subject-level data on inclusion and exclusion criteria. The IE domain, [refer to Section 6.3 - IE Domain] contains records only for inclusion and exclusion criteria that subjects did not meet.

[5] Shaded areas are **exclusion** criteria

[6] Date AND time of Informed Consent is expected in the DM and IC domains, hence the two annotations

		o
Did the subject meet all eligibility criteria? IEYN	☐	☐

If no, specify criteria not met IETESTCD		
Date and time informed consent given DSDECOD=INFORMED CONSENT	|__|__|-|__|__|__|-|__|__|__|__| DSSTDAT RFICDTC[7]	|__|__|:|__|__| DSSTTIM RFICDTIM

Investigator statement: I have reviewed the data recorded in this CRF and confirm that the data are accurate and complete			
Investigator name	**Investigator signature**	**Date CRF confirmed**	**Time CRF confirmed**
		|__|__|-|__|__|__|- |__|__|__|__|	|__|__|:|__|__|

DEMOGRAPHICS DM

What is the subject's date of birth?[8] BRTHDAT BRTHDTC	|__|__|-|__|__|__|-|__|__|__|__|		
OR, if BRTHDAT unknown, what is the subject's age?[9]	|__|__| years AGEU AGE	|__|__| months AGEU AGE	
Study Site?	☐ Dangassa	☐ Koila Bamana	☐ Sirakorola

What is the sex of the subject? SEX	☐ Male	☐ Female	☐ Other	**If other, specify**

[8] If the actual date is unknown use 99 or 999 as a place holder for ANY day and month
[9] Only record age if DOB unknown, if child aged less than 5 years record in months, if older than 5 years record in years

What is the ethnic of the subject? CRACE[10] **RACE**	☐ Bambara	☐ Malinké	☐ Peulh	☐ Bozo/somono	☐ Songhoi	☐ Other
If other, specify						

PREGNANCY STATUS[11] RP

Is the subject pregnant? RPTEST=Pregnant During the Study RPTESTCD=PREGST	☐ Yes ☐ No ☐ UNK[12] ☐ NA[13]	**If yes, date of last menstrual period (LMP)** RPTEST= Last Menstrual Period Start Date RPTESTCD=LMPSTDTC	I__I__I-I__I__I__I-I__I__I__I__I RPORRES where RPTEST=Last Menstrual Period Start Date
	RPORRES where RPTEST = Pregnant During the Study		
If pregnant, estimate gestational age RPTEST=Estimated Gestational Age RPTESTCD=EGESTAGE	I__I__I RPORRES where RPTEST=Estimated Gestational Age	**Weeks** RPORRESU where RPTEST=Estimated Gestational Age	
Gestational age determined by RPMETHOD where RPTESTCD=EGESTAGE	☐ Fundal ht[14] ☐ LMP[15] ☐ Ultrasound ☐ Other ☐ NA		**If other, specify**
Gestity (Number of gestity)	I__I__I		If more than one gestity, record the number of live birth

[11] If indicated
[12] UNK = unknown
[13] NA = not applicable
[14] Ht = height
[15] LMP=Last Menstrual Period

	I__I__I

HOUSEHOLD CHARACTERISTICS ER EROCCUR		
Has the Malaria Control Program performed Indoor Residual Insecticide Spraying (IRS) of your home in the last 12 months? ERTERM= Indoor residual insecticide spraying; EREVLINT=-P12M	☐ Yes	☐ No
Did you sleep under an insecticide treated bed-net last night? ERTERM=Sleep under an insecticide treated bed-net; EREVINTX=LAST NIGHT	☐ Yes	☐ No

SURGICAL HISTORY PR	
Has the subject had any past surgeries? PRYN[16] NOT SUBMITTED	**Yes** ☐ **No** ☐
Name of past surgery PRTRT	**Procedure/surgery date** PRSTDAT PRSTDTC
	I__I__I-I__I__I__I-I__I__I__I__I
	I__I__I-I__I__I__I-I__I__I__I__I
	I__I__I-I__I__I__I-I__I__I__I__I

VITAL SIGNS VS		Were vital signs performed? VSPERF[17] NOT SUBMITTED		Yes ☐ No ☐
Vital sign measurements[18] VSTEST	**Results** VSORRES	**Units**[19] VSORRESU	**Not done** VSSTAT	**Reason not done** VSREAS

[16] For data management, not for inclusion in SDTM
[17] For data management, not for inclusion in SDTM
[18] If vital signs are not available (such as weight and height measurements), check the "not done" box and record reason not done
[19] The units of measure are an example, the protocol will specify which units the vital signs are to be recorded in

				ND
Temperature[20] TEMP_VSTEST	___.__ TEMP_VSORRES	**°C** TEMP_VSORRESU	☐ TEMP_VSSTAT	TEMP_VSREASND
Systolic blood pressure SYSBP_VSTEST	____ SYSBP_VSORRES	**mmHg** SYSBP_VSORRESU	☐ SYSBP_VSSTAT	SYSBP_VSREASND
Diastolic blood pressure IABP_VSTEST	____ DIABP_VSORRES	**mmHg** DIABP_VSORRESU	☐ DIAPB_VSSTAT	DIABP_VSREASND
Pulse PULSE_VSTEST	____ PULSE_VSORRES	**beats/minute** PULSE_VSORRESU	☐ PULSE_VSSTAT	PULSE_VSREASND
Respiratory rate RESP_VSTEST	___ RESP_VSORRES	**breaths/minute** RESP_VSORRESU	☐ RESP_VSSTAT	RESP_VSREASND
Weight WEIGHT_VSTEST	____._ WEIGHT_VSORRES	**kg** WEIGHT_VSORRESU	☐ WEIGHT_VSSTAT	WEIGHT_VSREASND
Height HEIGHT_VSTEST	____._ HEIGHT_VSORRES	**cm** HEIGHT_VSORRESU	☐ HEIGHT_VSSTAT	HEIGHT_VSREASND
Mid upper arm circumference MUAC_VSTEST	___._ MUAC_VSORRES	**cm** MUAC_VSORRESU	☐ MUAC_VSSTAT	MUAC_VSREASND

PHYSICAL EXAMINATION[21] PE	Was a physical examination performed? PEPERF[22] NOT SUBMITTED		Yes ☐ No ☐
Body system examined PETEST	**Results** PEORRES	**Not done** PESTAT	**Reason not examined** PEREASND
General appearance[23] GEN_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal**	☐ GEN_PESTAT	GEN_PEREASND

[20] The method (including site) of recording temperature will be specified in the protocol
[21] If abnormalities are found at enrolment, record as medical history at the start of the study
[22] For data management, not for inclusion in SDTM
[23] Including JACCOL (Jaundice, Anemia, Clubbing, Cyanosis, Edema, Lymphadenophy)

	GEN_PEORRES		
Spleen size?	**|__|__|.|__| cm (below costal margin)**		
HEENT[24] HEENT_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** HEENT_PEORRES	☐ HEENT_PESTAT	HEENT_PEREASND
Gastrointestinal GI_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** GI_PEORRES	☐ GI_PESTAT	GI_PEREASND
Joints JOINT_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** JOINT_PEORRES	☐ JOINT_PESTAT	JOINT_PEREASND
Skin SKIN_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** SKIN_PEORRES	☐ SKIN_PESTAT	SKIN_PEREASND
Respiratory RESP_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** RESP_PEORRES	☐ RESP_PESTAT	RESP_PEREASND
Cardiovascular CV_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** CV_PEORRES	☐ CV_PESTAT	CV_PEREASND
Neurological NEURO_PETEST	☐ **Normal** ☐ **Abnormal** NEURO_PEORRES	☐ NEURO_PESTAT	NEURO_PEREASND
Other (Specify)			

[24] Head, eyes, ears, nose and throat

VISIT 1				
LABORATORY RESULTS[25]				
HEMATOLOGY LBCAT=HEMATOLOGY SPEC TYPE = BLOOD				
Were haematology samples taken[26] LBPERFYN NOT SUBMITTED	☐ Yes ☐ No ☐ NA[27]	**Date and time of sample**	|__|__|-|__|__|__|-|__|__|__|__| LBDAT LBDTC |__|__|:|__|__| LBTIM LBDTC	
Haematology test name LBTEST	**Results** LBORRES	**Units[28]** LBORRESU	**Not done** LBSTAT	**Reason not done** LBREASND
Hemoglobin	|__|__|:|__| HGB_LBORRES	Hb (g/dL) HGB_LBORRESU	☐	

VISIT 1		
Blood Sample Collection		
Blood collected on FTA	☐ Yes ☐ No	If yes how many spots? |__|
Was blood collected on EDTA tube?	☐ Yes ☐ No	If yes |__|__|.|__| ml

[25] The laboratory tests and units shown above are an example, use the laboratory tests and units specified in the protocol

[26] For data management, not for inclusion in SDTM

[27] NA = not applicable (not required for this study protocol)

[28] The units of measure are an example, the protocol will specify which unit's vital signs to be recorded in

9.4. Lettre du comité d'éthique (cf. annexe 4)

UNIVERSITE DES SCIENCES,
DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO (USTTB)

FACULTE DE MEDECINE DE PHARMACIE ET
D'ODONTO-STOMATOLOGIE / BP 1805

☎ : (223) 20 22 52 77 — 🖷 : (223) 20 22 96 58

BAMAKO – MALI

N°2019/ 04 /CE/FMPOS

Le Président du Comité
D'Ethique de la FMPOS

Bamako, le 25 janvier 2019

/-)w **Professeur Seydou DOUMBIA**

Cher Professeur,

Nous avons reçu votre lettre du 25/01/19 relative au renouvellement du protocole de recherche intitulé **«Recherche multidisciplinaire pour la lutte et la prévention contre le paludisme au Mali, Afrique de l'Ouest».**

Le Comité d'Ethique approuve le rapport annuel d'activité et par conséquent vous donne son accord pour continuer cette étude.

Cette approbation est valable du 25 janvier 2019 au 25 janvier 2020.

Veuillez agréer, Cher Professeur, l'expression de nos salutations respectueuses.

P/LE PRESIDENT P.O
LE VICE- PRESIDENT

Faculté de Médecine et de Pharmacie — Le Président — Comité d'Ethique

Prof. Amadou DIALLO

Comité d'Ethique de la FMPOS
42

10. Fiche signalétique

Nom : DENOU

Prénom : LARISSA HANSOUN

Email : larissa@icermali.org

Pays d'origine : MALI

Titre de la thèse - Relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan, une zone d'endémie palustre au Mali

Année universitaire : 2019-2020

Ville de soutenance : Bamako

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la FMOS/FAPH de Bamako

Source d'intérêt : Santé Publique, Parasitologie, Nutrition

Résumé

Le paludisme et la malnutrition sont deux pathologies fréquentes au Mali, et peuvent s'aggraver mutuellement chez les enfants de moins de 5 ans. Cette étude a été conduite à Koïla Bamanan pour déterminer l'association entre la malnutrition et le paludisme chez 233 enfants au mois de novembre 2019. L'analyse des données a été faite avec le logiciel STATA14 avec un seuil de signification statistique à 0,05.

La prévalence des différentes formes de malnutrition était de 14,6%, 40,8% et 10,7%, respectivement pour l'insuffisance pondérale, la malnutrition chronique et la malnutrition aigüe. La prévalence de l'infection palustre était de 12,5%, plus de la moitié des enfants ont fait au moins un épisode avec 57,9% et 52,8% avaient l'anémie. Après ajustement sur les autres variables, l'anémie (OR = 6,91 ; 95%IC [2,41-19,73]) était associée à l'insuffisance pondérale et à la malnutrition chronique (OR=3,28, 95%IC [1,68-6,24]). Par contre, la polygamie était associée à une réduction du risque de l'IP (OR = 0,36 ; 95%IC [0,15-0,84]) et de la malnutrition chronique (OR=0,45 95%IC [0,23-0,87]). Nous n'avons pas observé de corrélation entre les indices du statut nutritionnel et le la parasitémie.

Des études plus approfondies sont nécessaires pour mieux comprendre les autres facteurs associés à la malnutrition.

Mots clés : Malnutrition, Paludisme, Enfants, Mali

Abstract

Malaria and malnutrition are common in Mali and they may mutually worsen each other especially in children under 5 years old. This study was conducted in Koïla Bamanan to determine association between malnutrition and malaria in 233 children in November 2019. STATA14 was used for data analysis with 5% for statistical significance level.

The prevalence of malnutrition was 14.6%, 40.8% and 10.7% respectively for underweight, chronic malnutrition and wasting. The prevalence of *Plasmodium* infection was 12.5%, 57.9% of children had at least one episode during malaria transmission season and 52.8% had anemia.

After adjusting to confounding variables, anemia (OR = 6.91; 95%IC [2.41-19.73]) was associated with underweight and stunting (OR=3.28, 95%IC [1.68-6.24]). However, the polygamy was associated with underweight (OR = 0.36; 95%IC [0.15-0.84]) and stunting (OR=0.45 95%IC [0.23-0.87]) reduction. There was not a significant correlation between parasitemia and the children nutritional status.

More studies are required to find other potentially factors associated with malnutrition in area.

Keywords: Malnutrition, Malaria, Children, Mali

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 parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception.

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

Respectueuse et reconnaissante 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 méprisée de mes confrères si j'y manque.

Je le jure !