

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple- Un But- Une Foi



UNIVERSITE DES SCIENCES DES TECHNIQUES ET DES
TECHNOLOGIES DE BAMAKO

Faculté de Pharmacie

FAPH

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

N°...../.....

THESE

Infections Entéropathogéniques Associées à la Baisse des Paramètres Nutritionnels chez les Enfants

Présentée et soutenue publiquement le 07/02/2024 devant la Faculté de Pharmacie.

Par : M. Idrissa TRAORE

Pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie (Diplôme d'État)

Jury

Président :	Professeur	Ousmane	TOURE
Directeur de thèse :	Professeur	Ousmane	KOITA
Co-directeur :	Docteur	Youssouf	DIARRA
Membres :	Professeur	Aminata	MAIGA
	Monsieur	Ibrahim	KEITA

Financement: MaaCiwara – Medical Research Council MR/T030011/1 – University of Birmingham

LISTE DES MEMBRES DE L'ADMINISTRATION ET DU CORPS ENSEIGNANT A LA FACULTÉ DE PHARMACIE ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

ADMINISTRATION

Doyen : M. Boubacar TRAORE, Professeur

Vice-doyen : M. Sékou BAH, Maître de Conférences

Secrétaire principal : M. Seydou COULIBALY, Administrateur Civil

Agent comptable : Ismaël CISSE, Contrôleur des Finances.

PROFESSEURS HONORAIRES

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Flabou	BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
2	Boubacar Sidiki	CISSE	Toxicologie
3	Bakary Mamadou	CISSE	Biochimie
4	Abdoulaye	DABO	Malacologie -Biologie animale
5	Daouda	DIALLO	Chimie Générale et Minérale
6	Mouctar	DIALLO	Parasitologie-mycologie
7	Souleymane	DIALLO	Bactériologie - Virologie
8	Kaourou	DOUCOURE	Physiologie humaine
9	Ousmane	DOUMBIA	Chimie thérapeutique
10	Boukassoum	HAÏDARA	Législation
11	Gaoussou	KANOUTE	Chimie analytique
12	Alou A.	KEÏTA	Galénique
13	Mamadou	KONE	Physiologie
14	Ousmane	KOITA	Biologie moléculaire
15	Brehima	KOUMARE	Bactériologie/Virologie
16	Abdourahamane S.	MAÏGA	Parasitologie
17	Saïbou	MAÏCA	Législation

18	Elimane	MARIKO	Pharmacologie
19	Mahamadou	TRAORE	Génétique
20	Sékou Fantamad	TRAORC	Zoologie
21	Yaya	COULIBALY	Législation

PROFESSEURS DECEDES

N°	PRENOMS	NOMS	SPECIALITE
1	Mahamadou	CISSE	Biologie
2	Drissa	DIALLO	Pharmacognosie
3	Moussa	HARAMA	Chimie analytique
4	Mamadou	KOUMARE	Pharmacognosie
5	Moussa	SANOGO	Gestion pharmaceutique

DER : SCIENCES BIOLOGIQUES ET MÉDICALES

PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOMS	GRADE	SPECIALITE
1	Mounirou	BABY	Professeur	Hématologie
2	Mahamadou	DIAKITE	Professeur	Immunologie-Génétique
3	Alassane	DICKO	Professeur	Santé Publique
4	Abdoulaye	DJIMDE	Professeur	Parasitologie-Mycologie
5	Amagana	DOLO	Professeur	Parasitologie-Mycologie
6	Aldjouma	GUINDO	Professeur	Hématologie. Chef de DER
7	Akory Ag	IKNANE	Professeur	Santé Publique/Nutrition
8	Kassoum	KAYENTAO	Directeur de recherche	Santé pub/ Biostatistique
9	Issaka	SAGARA	Directeur de recherche	Biostatistique
10	Ousmane	TOURE	Directeur de recherche	Santé publiq/Santé environ.
11	Boubacar	TRAORE	Professeur	Parasitologie-Mycologie

MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOMS	GRADE	SPECIALITE
1	Bourèma	KOURIBA	Maître de conférences	Immunologie
2	Almoustapha Issiaka	MAÏGA	Maître de recherche	Bactériologie-Virologie
3	Mahamadou S.	SISSOKO	Maître de recherche	Biostatistique
4	Djibril Mamadou	COULIBALY	Maître de conférences	Biochimie clinique
5	Djénéba Koumba	DABITAO	Maître de conférences	Biologie-moléculaire
6	Antoine	DARA	Maître de conférences	Biologie-moléculaire
7	Souleymane	DAMA	Maître de conférences	Parasitologie - Mycologie
8	Laurent	DEMBELE	Maître de conférences	Biotechnologie-Microbienne
9	Seydina S. A.	DIAKITE	Maître de conférences	Immunologie
10	Fatou	DIAWARA	Maître de conférences	Epidémiologie
11	Ibrahima	GUINDO	Maître de conférences	Bactériologie Virologie
12	Amadou Birama	NIANGALY	Maître de conférences	Parasitologie – Mycologie
13	Fanta	SANGHO	Maître de conférences	Santé Publi/Santé commun.
14	Yéya dit Dadio	SARRO	Maître de conférences	Epidémiologie

MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOMS	GRADE	SPECIALITE
1	Mohamed	AG BARAIKA	Maître-Assistant	Bactériologie-Virologie
2	Charles	ARAMA	Maître-Assistant	Immunologie
3	Boubacar Tiétiè	BISSAN	Maître-Assistant	Biologie clinique
4	Seydou Sassou	COULIBALY	Maître-Assistant	Biochimie Clinique
5	Kléligui Casimir	DEMBELE	Maître-Assistant	Biochimie Clinique
6	Yaya	GOITA	Maître-Assistant	Biochimie Clinique
7	Aminatou	KONE	Maître-Assistant	Biologie moléculaire
8	Birama Apho	LY	Maître-Assistant	Santé publique
9	Dinkorma	OUOLOGUEM	Maître-Assistant	Biologie Cellulaire

ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOMS	GRADE	SPECIALITE
1	Cheick Amadou	COULIBALY	Attaché de recherche	Entomologie/Parasitologie
2	Michel Emmanuel	COULIBALY	Attaché de recherche	Entomologie/Parasitologie
3	Abdallah Amadou	DIALLO	Attaché de recherche	Entomologie/Parasitologie
4	Bakary	FOFANA	Attaché de recherche	Recherche clinique
5	Merepen dit Agnès	GUINDO	Assistant	Immunologie
6	Falaye	KEITA	Attaché de Recherche	Santé Publique/Santé Environn.
7	N'Deye Lallah Nina	KOITE	Assistant	Nutrition
8	Oumou	NIARE	Attaché de Recherche	Biologie Appliquée
9	Lamine	SOUMAORO	Attaché de Recherche	Entomologie/Parasitolog
10	Aliou	TRAORE	Attaché de Recherche	Sciences biologiques appliqué.
11	Djakaridia	TRAORE	Assitant	Hématologie

DER : SCIENCES PHARMACEUTIQUES**PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE**

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Rokia	SANOGO	Professeur	Pharmacognosie Chef de DER

MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Loséni	BENGALY	Maitre de Conférences	Pharmacie hospitalière
2	Mahamane	H Aidara	Maitre de Conférences	Pharmacognosie

MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Bakary Moussa	CISSE	Maitre-Assistant	Galénique
2	Issa	COULIBALY	Maitre-Assistant	Gestion
3	Balla Fatogoma	COULIBALY	Maitre-Assistant	Pharmacie hospitalière
4	Adama	DENOU	Maitre-Assistant	Pharmacognosie
5	Hamma Boubacar	MAÏGA	Maitre-Assistant	Galénique
6	Adiaratou	TOGOLA	Maitre-Assistant	Pharmacognosie
7	Aminata Tiéba	TRAORE	Assistant	Pharmacie hospitalière

ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Seydou Lahaye	COULIBALY	Assistant	Gestion pharmaceutique
2	Daouda Lassine	DEMBELE	Assistant	Pharmacognosie
3	Sékou	DOUMBIA	Assistant	Pharmacognosie
4	Assitan	KALOGA	Assistant	Législation
5	Ahmed	MAÏGA	Assistant	Législation
6	Aichata Ben Adam	MARIKO	Assistant	Galénique
7	Aboubacar	SANGHO	Assistant	Législation
8	Bourama	TRAORE	Assistant	Législation
9	Sylvestre	TRAORÉ	Assistant	Gestion pharmaceutique
11	Mohamed dit Sarmove	TRAORE	Assistant	Pharmacie hospitalière

DER : SCIENCES DU MEDICAMENT**PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE**

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Sékou	BAH	Professeur	Pharmacologie
2	Benoit Yaranga	KOUMARE	Professeur	Chimie Analytique
3	Ababacar I.	MAÏGA	Professeur	Toxicologie

MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Tidiane	DIALLO	Maitre de Conférences	Toxicologie
2	Hamadoun Abba	TOURE	Maitre de Conférences	Bromatologie Chef de DER

MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Dominique Patomo	ARAMA	Maitre-Assistant	Pharmacie chimique
2	Mody	CISSE	Maitre-Assistant	Chimie thérapeutique
3	Ousmane	DEMBELE	Maitre-Assistant	Chimie thérapeutique
4	Madani	MARIKO	Maitre-Assistant	Chimie Analytique
5	Karim	TRAORE	Maître-Assistant	Pharmacologie

ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Mahamadou	BALLO	Assistant	Pharmacologie
2	Dalave Bernadette	COULIBALY	Assistant	Chimie analytique
3	Blaise	DACKOUO	Assistant	Chimie Analytique
4	Fatoumata	DAOU	Assistant	Pharmacologie
5	Aiguerou dit Abdoulaye	GUINDO	Assistant	Pharmacologie
6	Mohamed El Béchir	NACO	Assistant	Chimie analytique
7	Mahamadou	TANDIA	Assistant	Chimie Analytique
8	Mohamed	TOURE	Assistant	Pharmacologie

DER : SCIENCES FONDAMENTALES**PROFESSEUR/DIRECTEUR DE RECHERCHE**

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
-	-	-	-	-

MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIAUTE
1	Lassana	DOUMBIA	Maitre de Conférences	Chimie appliquée
2	Abdoulaye	KANTE	Maitre de Conférences	Anatomie
3	Boubacar	YALCOUYE	Maitre de Conférences	Chimie organique

MAITRE ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Mamadou Lamine	DIARRA	Maitre-Assistant	Botanique-Biol. Végét Chef de DER
2	Joseph Sékou B.	DEMBELE	Maitre-Assistant	Biologie végétale
3	Boureima	KELLY	Maître-Assistant	Physiologie médicale

ASSISTANT/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	Grade	SPECIALITE
1	Seydou Simbo	DIAKITE	Assistant	Chimie organique
2	Modibo	DIALLO	Assistant	Génétique
3	Moussa	KONE	Assistant	Chimie Organique
4	Massiriba	KONE	Assistant	Biologie Entomologie

CHARGES DE COURS (VACATAIRES)

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Cheick Oumar	BAGAYOKO	Informatique
2	Babou	BAH	Anatomie
3	Souleymane	COULIBALY	Psychologie
4	Yacouba M	COULIBALY	Droit commercial
5	Moussa I	DIARRA	Biophysique
6	Satigui	SIDIBÉ	Pharmacie vétérinaire
7	Sidi Boula	SISSOKO	Histologie-embryologie
8	Fana	TANGARA	Mathématiques
9	Djénébou	TRAORE	Sémiologie et Pathologie médicale
10	Mahamadou	TRAORE	Génétique
11	Boubacar	ZIBEÏROU	Physique

DEDICACE ET REMERCIEMENTS

DEDICACE

Je rends grâce à *Allah Soubhanahou Wata'Allah*, Le Tout Puissant, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux, Maître de l'univers qui nous a permis de mener à bien ce travail et à son Messager Mohamed (que la paix et la bénédiction d'Allah soit sur Lui).

Je dédie ce travail :

A mes Parents

- **Mères et père (*Zènèbou SABATA et Djénèba BAH, Mahi TRAORE*)** qui m'ont accordé leur temps, leur énergie, m'ont soutenu et encouragé pour toujours. Tous les mots du monde ne peuvent pas exprimer l'immense amour que nous vous portons. Vous nous avez su inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme, de la confiance en soi et toutes ces valeurs sociétales.

Qu'*Allah Soubhanahou Wata'Allah* vous accorde longue et pieuse vie dans la santé, l'union, le bonheur et la sérénité pour que vous demeuriez le flambeau illuminant nos chemins. Ce travail est le fruit de vos efforts fournis et innombrables sacrifices consentis pour mon éducation. J'espère vous répondre aux espoirs que vous avez fondé en moi et être à la hauteur.

- **Mon amour :**

Oumou KAMPO, ce travail est aussi le tien, je me sens tellement bien avec toi, t'avoir près de moi est un rêve en soi et ton sourire éclatant illumine ma vie. En ta compagnie, mon cœur est rempli de bonheur, devient une étincelle de paix. Par ta grâce ma vie est une combinaison d'envie, de joie, et d'amour. Qu'Allah nous unisse dans un amour sincère.

- **Frères et sœurs :**

Fatoumata, Kadidiatou, Aminata, Ousmane, Mohamed El Nazirou, Mariam, Ibrahim, Cheick Ahmed Tidiane, Hachim, Abdourahamane, Aïchatou, Rouwata, et feu Hassim (Paix à ton âme), je me souviendrai toujours de tous ces moments de joie, de distraction et de bonheur qu'on a vécus ensemble et qu'on vivra encore ensemble *In shaa Allah*. Veuillez recevoir dans ce travail ma profonde gratitude et l'expression de mon amour fraternel. Qu'Allah fortifie ce lien de fraternité qui nous unit.

- **A la mémoire de mes grands-parents et Mon maître de 6^{ème} année primaire (Feu Fousseny DIALLO) :**

J'aurais tant aimé que vous soyez parmi nous aujourd'hui. Veuillez recevoir cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un garçon qui prie toujours pour votre repos éternel. Qu'Allah vous fasse miséricorde.

▪ **Oncles et tantes :**

Je vous serais reconnaissant de tout mon cœur pour toutes ces affections à mon égard.

▪ **Mes amis :**

Bakary B GUINDO, Adama BALLO, Yaya COULIBALY, Nana DRAME, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont il ne cesse de nous combler. Vous êtes une partie de ma famille sur qui je peux compter. En témoignage des amitiés qui nous unissent et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous souhaite le bonheur.

REMERCIEMENTS

Tous mes Maîtres de la Faculté de Pharmacie, merci pour la qualité des enseignements que vous nous avez prodigué tout au long de notre formation. Et une pensée pieuse à l'endroit de nos Maîtres disparus **Pr Drissa DIALLO, Dr Moussa SANOGO** et tous les autres.

Tous mes enseignants du primaire au secondaire, merci pour tout ce que vous avez fait pour ma formation, particulièrement **M. Levis DARA, M. Oumar KANTE** et **M. Adama DAOU**, qu'Allah vous récompense.

Aux grands frères et sœurs, Dr Boï KONE, Dr Seydina Oumar DIALLO, Dr Yacouba Alpha COULIBALY, Dr Abdallah MAIGA, Dr Marie KONE, Dr Saran KONATE, Mme Fatoumata SOUCKO, merci pour tout.

Aux familles Dao de Kati (Dr Guédiouma DAOU), Sogoré de Doumanzana (M. Baba SOGORE), et Singaré de Mamaribougou (M. Lassana SINGARE), je tiens à exprimer ma reconnaissance pour votre hospitalité, vos soutiens moraux et financiers que vous m'avez accordés tout au long de mon cursus Universitaire.

Aux familles Dembélé et Fofana du Point G, merci pour vos soutiens respectifs, qu'Allah vous récompense.

A mes familles, GESSCM de Macina, **AEBSS** des Bozos, **AEKS** de Kati, **AMERS** de Ségou.

Alpha COULIBALY, Zeinabou COULIBALY, Sékou SEREME, Issa TEME, Kadidiatou dite Mama SY, Maïmouna KONTA, Dramane SINGARE, Ousmane TRAORE (mon voisin de toujours), Mme TRAORE Yaguimé KODIO, Sékou YATTASSAYE, Mariam BOUARE, Mahamadou DOUMBO, Harouna SIDIBE, Fatoumata BALDE, Selimata SANA, Mama KOMOTA, Haoua KINTA, Kadidiatou TIENTA, Fatoumata KANE, Halématou SIMBE, Seydou T GUINDO, Bourama K COULIBALY, Ali CAMARA, Oumou COULIBALY Merci pour tous ces moments de joie, de soutien car la famille n'est pas que le lien de sang.

A mes amis du lycée, Ahmadou MAIGA, Bakary B GUINDO, Kousseny DEMBELE, le grin autour du thé, merci à vous.

Je remercie tous mes amis de la Faculté de Pharmacie et tous les membres de la promotion feu Pr Drissa DIALLO (14^{ème} promotion du numerus clausus), c'est une chance pour moi d'être l'un de vous.

Un grand merci aux personnels de la Pharmacie Niagogo, Pharmacie Nadja de Kati et Pharmacie Do-Fini de Macina pour leur franche collaboration.

Aux personnels de LBMA :

Chers maîtres :

Pr Ousmane KOITA, Pr Moussa CISSE, Dr Youssouf DIARRA, Dr Issa DIARRA, M. Ibrahim KEITA, Dr Tahirou TRAORE, Dr Lassina DOUMBIA, Dr Mariam TRAORE, Dr Abdoulaye CAMARA, Dr Fadimata ROUMBA, merci pour vos conseils et enseignement reçu.

Dr Youssouf DIARRA, votre abord facile, votre calme et votre sourire en tout le temps ont suscité notre admiration. Votre amour pour le travail bien fait, votre disponibilité permanente et votre rigueur scientifique font de vous un Maître exemplaire. Recevez cher maitre nos sincères remerciements et notre attachement.

Toute l'équipe de LBMA-Unité Génomique/parasitologie et collaborateurs.

Fadimata TOURE, Aldjana Kadidia MAIGA, Mariam KEITA, Fatoumata DIALLO, Alou Yacouba SANGARE, Adama CISSE, Haoussa SOUNKORO. Et une pensée particulière à mon homonyme Idrissa SANOGO.

A toute l'équipe urbaine de MaaCiwara

En particulier, Néné KONE, Sounoukou SIDIBE, Fatoumata KARAGODIO, Pascal COULIBALY et Aminata SAMAKE.

Et toute personne qui a contribué de près ou de loin dans ce travail, qu'elle reçoive ici notre plus profonde gratitude.

HOMMAGES AUX HONNORABLES MEMBRES DU JURY

HOMMAGES AUX HONORABLES MEMBRE DU JURY**À Notre Maître et Président du jury : Professeur Ousmane TOURE**

- Directeur de recherche ;
- Ancien Directeur Général de l'Institut National de Formation en Sciences de la Santé (INFSS) ;
- Ancien Directeur Général par Intérim de l'Institut National de Formation en Sciences de la Santé (INFSS) ;
- Ancien Chef du Département Santé Communautaire, Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) ;
- Ancien Conseiller du Directeur Général de l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA) ;
- Ancien secrétaire Général du Ministère de la Santé ;
- Ancien Directeur Général de l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA) ;
- Ancien Directeur National de l'assainissement et du contrôle des pollutions et des nuisances ;
- Ancien Directeur National Adjoint de l'assainissement et du contrôle des pollutions et des nuisances ;
- Ancien Chef de division Hygiène Publique et Salubrité a la Direction National de la Sante ;
- Ancien Chef de la Division Prévention Médical de la Sous-direction Action Sanitaire et Médico-Sociale, Institut National de Prévoyance Sociale (INPS) ;
- Chevalier de l'Ordre National depuis 2000.

Cher Maître,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de thèse malgré vos multiples occupations. Votre rigueur et votre amour du travail bien fait font de vous une référence dans le domaine de la recherche. Surtout votre modestie et votre caractère scientifique élevé font de vous un Maître exemplaire. Nous vous prions de retrouver ici cher Maître, l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Qu'Allah le Tout Puissant vous accorde une longue vie et pleine de santé pour qu'on puisse continuer à bénéficier de vos sagesses scientifiques.

HOMMAGES AUX HONORABLES MEMBRE DU JURY**A Notre Maître et Juge : Professeur Aminata MAIGA**

- Maître de conférences en Bactériologie-virologie à la FMOS de l'Université des sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB) ;
- Chef de service du Laboratoire de Biologie médicale et de l'hygiène hospitalière ;
- Membre du groupe de coordination multisectorielle pour la lutte contre la résistance antibactérienne (RAM) ;
- Praticienne hospitalière au CHU du point G ;
- Membre du comité National de Certification (CNC) de l'éradication de la poliomyélite pour le Mali ;
- Chercheur au Centre de recherche et de Formation des Pathologies Moléculaires ;

Chère Maître,

Nous sommes honorés de vous compter parmi les membres de ce jury malgré vos multiples occupations. Ces valeurs professionnelles et humaines que vous portez, justifient toute l'estime que nous avons pour vous. Les mots seraient bien faibles pour qualifier notre gratitude pour l'amélioration de ce travail. Veuillez recevoir ici chère Maître, nos sentiments d'estime et de reconnaissance.

HOMMAGES AUX HONORABLES MEMBRE DU JURY

A Notre Maître et Juge : Monsieur Ibrahim KEITA

- Assistant en biologie moléculaire à la FMOS ;
- Attaché de recherche au laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée.

Cher Maître,

Nous ne saurons jamais trouver assez de mots pour témoigner notre reconnaissance, non seulement pour l'intérêt que vous portez à ce travail, mais aussi la disponibilité et la spontanéité avec laquelle vous nous avez reçu et accepté de juger cette thèse, pour l'amélioration de ce travail. Vos qualités humaines, scientifiques et votre simplicité à transmettre aux autres vos connaissances font de vous un maître apprécié et admiré. Veuillez accepter cher Maître, le témoignage de notre profond respect et de notre gratitude.

Que Dieu vous récompense !

HOMMAGES AUX HONORABLES MEMBRE DU JURY**À Notre Maître et Co-directeur de Thèse : Docteur Youssouf DIARRA**

- Pharmacien Biologiste (PharmD, MPH, DES-BC) ;
- Titulaire d'un master en épidémiologie ;
- Chef d'unité de Génomique au LBMA.

Cher Maître,

Nous ne saurons plus trouver les mots, mais sachez que nous ne pouvons pas être plus fiers que de vous avoir comme co-directeur. Les mots nous manquent pour vous exprimer combien cela fut un plaisir de travailler avec vous. Vous nous avez inspiré, suivi et guidé pas à pas dans l'élaboration de ce travail. Votre simplicité, votre compétence et surtout votre rigueur scientifique sont des atouts qui nous ont fascinés et dont nous avons bénéficié tout au long de notre formation. Vous n'avez ménagé aucun effort pour la belle réalisation de ce travail qui, également, est le vôtre. Soyez rassuré cher Maître, de nos remerciements les plus sincères.

Que Dieu vous bénisse !

HOMMAGES AUX HONORABLES MEMBRE DU JURY**À Notre Maître et Directeur de Thèse : Professeur Ousmane KOITA**

- Pharmacien Biologiste (PharmD, PhD) ;
- Professeur titulaire de Parasitologie Moléculaire ;
- Responsable du Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA) ;
- Ancien Directeur Adjoint du programme SEREFO ;
- Président du Comité Scientifique et Technique de l'INSP ;
- Membre du Conseil Scientifique de l'IRD en France.

Cher Maître,

Nous avons été émus par votre disponibilité, votre modestie, votre sens de responsabilité, votre exactitude scientifique, vos qualités humaines et pédagogiques qui font de vous un modèle à suivre. Nous sommes très fiers d'être compté parmi vos disciples, plus qu'un Maître vous avez su être un père. Soyez rassuré, cher Maître de notre disponibilité et de notre profonde gratitude. Veuillez trouver ici cher Maître, l'expression de notre gratitude et notre profonde reconnaissance.

Que Dieu vous donne une longue et pieuse vie !

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ADN	Acide Désoxyribonucléique
ARN	Acide Ribonucléique
CHERG	Reference Group on Child Health Epidemiology (Groupe de Référence sur l'Epidémiologie de la Santé Infantile)
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
DAEC	<i>Diffusely Adherent Escherichia coli (Escherichia coli à Adhérence Diffuse)</i>
DATP	Désoxyadenine Triphosphate
DCTP	Désoxycytosine Triphosphate
DGTP	Désoxyguanine Triphosphate
DNTPs	Désoxyribonucléotides Triphosphates
DTTP	Désoxythymine Triphosphate
EAEC	<i>Enteroadgregative Escherichia coli (Escherichia coli Entéroagrégative)</i>
EDM-VI	Sixième Enquête Démographique de Santé du Mali
EHEC	<i>Escherichia coli Entérohémorragique</i>
EMB	Eosine Bleu de Méthylène
ENA	Emergency Nutrition Assessment (Evaluation Nutritionnelle d'Urgence)
EPEC	<i>Enteropathogenic Escherichia coli (Escherichia coli Entéropathogène)</i>
ETEC	<i>Enterotoxigenic Escherichia coli (Escherichia coli Entérotoxigène)</i>
FAPH	Faculté de Pharmacie
FMOS	Faculté de Médecine et d'OdontoStomatologie
HAZ	Height for Age Z score (Taille pour Age Z score)
LBMA	Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée
LPS	Lipopolysaccharides
MaaCiwara	Bravoure de la femme de foyer
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PB	Périmètre Brachial

PBS	Phosphate Buffer Saline (Tampon Phosphate Salin)
SMART	National Nutritional Anthropometric and Mortality Retrospective Survey Mali (Enquête Nationale Nutritionnelle Anthropométrique et de Mortalité Rétrospective au Mali)
Taq	<i>Thermus aquaticus</i>
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund (Fond des Nations Unies pour l'enfance)
USTTB	Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako
WAZ	Weight for Age Z score (Poids pour Age Z score)
WHZ	Weight for Height Z score (Poids pour Taille Z score)

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Répartition des échantillons par zone d'étude	29
Figure 2 : Prévalence des cas de diarrhée	30
Figure 3 : Gel de la PCR multiplexe (EPEC, EAEC) positif à EPEC	75
Figure 4 : Gel de la PCR multiplexe (EPEC, EAEC) positif à EPEC et EAEC.....	75
Figure 5 : Gel de la PCR multiplexe (EPEC, EPEC) positif à EPEC.....	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Les valeurs du périmètre brachial et l'état nutritionnel.....	10
Tableau II : Valeur de IMC et l'état d'amaigrissement.....	10
Tableau III : Composition du mélange réactionnel de la réaction de PCR	26
Tableau IV : Distribution des enfants selon la tranche d'âge et le sexe	29
Tableau V : Prévalence de la malnutrition aiguë selon l'indice poids-pour-taille en z-scores par sexe.....	31
Tableau VI: Prévalence de la malnutrition chronique selon l'indice taille-pour-âge en z-scores, par sexe.....	32
Tableau VII: Prévalence de l'insuffisance pondérale selon l'indice poids-pour-âge en z-scores, par sexe.....	33
Tableau VIII : Prévalence de la malnutrition aiguë selon le périmètre brachial par sexe.....	34
Tableau IX: Prévalence de la malnutrition aiguë selon l'indice poids-pour-taille en z-scores par classe d'âge	35
Tableau X: Prévalence de la malnutrition chronique selon l'indice taille-pour-âge en z-scores, par classe d'âge	36
Tableau XI: Prévalence de l'insuffisance pondérale selon l'indice poids-pour-âge en z-scores, par classe d'âge	37
Tableau XII: Prévalence de la malnutrition aiguë selon le périmètre brachial par classe d'âge	38
Tableau XIII : Prévalence des pathogènes étudiés.....	39
Tableau XIV : Pathogène <i>ETEC</i> associé à la défaillance nutritionnelle	40
Tableau XV : Pathogène <i>EAEC</i> associé à la défaillance nutritionnelle	41
Tableau XVI : Pathogène <i>EPEC</i> associé à la défaillance nutritionnelle	42
Tableau XVII : Pathogène <i>Campylobacter spp</i> associé à la défaillance nutritionnelle	43
Tableau XVIII : Pathogène <i>Giardia spp</i> associé à la défaillance nutritionnelle	44
Tableau XIX : Pathogène <i>Cryptosporidium spp</i> associé à la défaillance nutritionnelle	45
Tableau XX : Pathogène <i>Entamoeba histolytica</i> associé à la défaillance nutritionnelle	46
Tableau XXI : Pathogène <i>Adénovirus</i> associé à la défaillance nutritionnelle	47
Tableau XXII : Pathogène <i>Sapovirus</i> associé à la défaillance nutritionnelle.....	48
Tableau XXIII : Pathogène <i>Rotavirus</i> associé à la défaillance nutritionnelle.....	49
Tableau XXIV : Pathogène <i>Astrovirus</i> associé à la défaillance nutritionnelle	50
Tableau XXV : Pathogènes impliqués dans la survenue des cas de diarrhée	51

TABLES DES MATIERES

1. INTRODUCTION	2
2. OBJECTIFS	6
2.1 Objectif général	6
2.2 Objectifs spécifiques.....	6
3. GENERALITES	8
3.1 Définitions	8
3.1.1 Entéropathogènes	8
3.1.1.1 Bactéries.....	8
3.1.1.2 Parasites	8
3.1.1.3 Champignons	8
3.1.1.4 Virus.....	8
3.1.2 Nutrition	8
3.1.2.1 Paramètres nutritionnels.....	8
3.1.3 Diarrhée.....	10
3.2 Aperçu sur les entéropathogènes étudiés.....	11
3.2.1 Entérobactéries	11
3.2.1.1 <i>Escherichia coli</i>	11
3.2.1.2 <i>Campylobacter spp</i>	12
3.2.2 Parasites entériques	12
3.2.2.1 <i>Entamoeba histolytica</i>	12
3.2.2.2 <i>Giardia spp</i>	12
3.2.3 Champignons entériques	13
3.2.3.1 <i>Cryptosporidium spp</i>	13

3.2.4	Virus entériques.....	13
3.2.4.1	<i>Adénovirus spp</i>	13
3.2.4.2	<i>Astrovirus spp</i>	13
3.2.4.3	<i>Rotavirus spp</i>	13
3.2.4.4	<i>Sapovirus spp</i>	13
3.3	La Malnutrition.....	14
3.3.1	Définition	14
3.3.2	Cause de la malnutrition.....	14
3.3.2.1	Causes immédiates.....	14
3.3.2.2	Causes sous-jacentes	14
3.3.2.3	Causes fondamentales	14
3.3.3	Physiopathologie	14
3.3.4	Types de malnutrition.....	15
3.3.4.1	Malnutrition globale ou insuffisance pondérale	15
3.3.4.2	Malnutrition aiguë ou émaciation	15
3.3.4.3	Malnutrition chronique ou retard de croissance.....	15
3.3.4.4	Obésité	15
3.3.4.5	Carence en micronutriments	15
4.	METHODOLOGIE.....	18
4.1	Cadre d'étude.....	18
4.1.1	Présentation de LBMA	18
4.2	Type et période d'étude	18
4.3	Population d'étude.....	19
4.3.1	Critère d'inclusion.....	19

4.3.2	Critère de non-inclusion	19
4.4	Echantillonnage	19
4.4.1	Collecte des échantillons d'eau, de nourriture et de selles.....	19
4.4.2	Taille de l'échantillon.....	20
4.5	Variables mesurées	20
4.5.1	Variables sociodémographiques.....	20
4.5.2	Variables biologiques	20
4.6	Mesures anthropométriques.....	20
4.7	Définitions opérationnelles.....	21
4.8	Méthodes de laboratoire	22
4.8.1	Culture microbiologique des échantillons d'eau et de nourriture	22
4.8.1.1	Aliquotages des échantillons.....	22
4.8.1.2	Filtration (Eau).....	22
4.8.1.3	Broyage (Nourriture) :	22
4.8.1.4	Préparation des milieux de culture :.....	22
4.8.1.5	Mise en culture des échantillons	23
4.8.1.5.1	Echantillons d'eau	23
4.8.1.5.2	Echantillons de nourritures	23
4.8.1.5.3	Lecture des boîtes de pétri après incubation.....	23
4.8.2	PCR sur les échantillons de selles à la recherche des pathogènes	23
4.8.2.1	Aliquotage et conservation des échantillons.....	23
4.8.2.2	Extraction de l'ADN/ARN.....	23
4.8.2.3	Polymerase Chain Reaction (PCR).....	24
4.8.2.4	Lecture des résultats de PCR :	26
4.9	Collectes et analyses des données	27

4.10	Ethique	27
5.	RESULTATS	29
5.1	Caractéristiques socio-démographiques	29
5.2	Résultats descriptifs	30
5.3	Résultats analytiques	40
6.	COMMENTAIRES ET DISCUSSION	53
7.	CONCLUSION	58
8.	RECOMMANDATIONS	60
9.	REFERENCES	62
10.	ANNEXES	69

INTRODUCTION

1. INTRODUCTION

Les infections entéropathogéniques sont des affections intestinales causées par divers micro-organismes pathogènes tels que les virus, les bactéries, les champignons et les parasites [1]. Elles sont les plus souvent causées par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés ou d'autres véhicules contaminés par ces agents pathogènes provenant de matières fécales humaines ou animales [1,2]. Les enfants de moins de cinq (5) ans constituent la couche la plus vulnérable avec un tiers de décès liés à ces affections, et 88% de ces décès surviennent dans cette tranche d'âge, principalement en Asie du sud et en Afrique subsaharienne [3,4].

Une étude du groupe de référence sur l'épidémiologie de la santé infantile (CHERG) a estimé que la morbidité due à des agents pathogènes entériques spécifiques était de 14% pour *Escherichia coli Entérotoxinogène (ETEC)*, 9% pour *Escherichia coli Entéropathogène (EPEC)* et 10% pour *Giardia lamblia* ; en ambulatoire, 18% de *Rotavirus*, 12,6% de *Campylobacter spp* ; et en milieu hospitalier, 25% pour rotavirus, 16% pour *EPEC* et 9% pour *ETEC* [3]. Les résultats du CHERG suggèrent également que certains pathogènes entériques, notamment *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium spp*, *Entamoeba histolytica* et *Campylobacter spp*, provoque bien plus de morbidité que de mortalité. A l'inverse, les agents pathogènes entériques tels que le rotavirus, *Salmonella spp* et *Vibrio cholerae* semblent être des causes importantes de mortalité [3].

Selon l'enquête de EDSM-VI, au Mali, la diarrhée constitue le 3ème motif de consultation et demeure l'une des causes principales de la malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans [5]. Des facteurs tels que l'âge, le sexe, le type d'allaitement maternel, l'insuffisance pondérale et la malnutrition aiguë ont été identifiés comme associés au risque de morbidité et de mortalité liées aux diarrhées [4].

Selon l'OMS la malnutrition est un état nutritionnel qui est la conséquence d'une alimentation mal équilibrée en quantité et/ou en qualité, elle couvre donc la sous-alimentation et la suralimentation [6]. La sous-alimentation comprend : le retard de croissance (faible taille pour l'âge), l'émaciation (faible poids pour la taille), et l'insuffisance pondérale (faible poids pour l'âge) qui font partie des indicateurs anthropométriques couramment utilisés pour mesurer la malnutrition dans une population de moins de cinq ans [7].

La malnutrition, englobant la sous-alimentation et la suralimentation, représente un problème significatif, affectant près de 22,3% des enfants de moins de cinq ans au niveau mondial en 2022, avec des prévalences plus élevées en Afrique [8]. Selon l'UNICEF, chaque année environ

1 million d'enfants de moins de 5 ans meurent de malnutrition[9]. Elle est un problème majeur de santé publique à la fois grave et peu prise en compte et qui a un coût humain et économique immense [10].

Dans le rapport de l'enquête SMART en 2022, on estimait à 10,8% la malnutrition aiguë globale, 18,6% l'insuffisance pondérale et 21,9% le retard de croissance au Mali [11].

La relation entre la morbidité diarrhéique, la malnutrition et le statut socio-économique souligne l'impact dévastateur sur la santé des enfants, entraînant des déficits nutritionnels et un risque accru de développer d'autres maladies infectieuses [12,13].

Bien que des progrès aient été réalisés pour réduire le taux de mortalités associées à la diarrhée des enfants de moins de 5 ans, les infections entériques persistent, perturbant les fonctions d'absorption et de barrière intestinale, entraînant de retards de croissance chez ces enfants [14].

Cependant, l'une des causes de la baisse des paramètres nutritionnels serait due à la déshydratation causée par la diarrhée (engendrée par les entéropathogènes).

Et ne serait-il pas nécessaire d'évaluer le rapport qui existe entre la baisse des paramètres nutritionnels et les infections entéropathogènes ?

Contexte de l'étude :

La plupart des ménages à faible revenu des pays à revenus faibles ou intermédiaire préparent leurs aliments à la maison ou procurent de la nourriture auprès des vendeurs d'aliments informels dans la rue. Si la plupart des agents pathogènes responsables de diarrhées sont détruits lors de la cuisson à haute température, la manipulation et le stockage des aliments constituent toujours des voies de contamination [15].

L'amélioration du contenu nutritionnel des aliments, grâce à l'amélioration de la teneur et de la sécurité sanitaire des aliments de sevrage, peut également réduire la malnutrition, le retard de croissance et les retards de développement, et améliorer la capacité de l'enfant à lutter contre les infections.

L'environnement, lorsque l'enfant mange la terre ou le sol, est associé à la diarrhée au retard de croissance et à l'entéropathie environnementale [13].

Outre la sécurité sanitaire des aliments de sevrage, les interventions visant à réduire l'effet de l'environnement et à améliorer l'apport nutritionnel sont potentiellement d'une grande

importance pour un meilleur contrôle des diarrhées, des résultats en matière de croissance et de développement [13].

Des études antérieures ont montré que les conseils santé et de sécurité des nourrissons ont un impact limité sur le changement de comportement s'ils ne sont pas accompagnés de moyens permettant de motiver et de responsabiliser les mères au sein de la communauté. Pour être motivées, des éléments de motivations psychologiques sont nécessaires, tout comme le soutien et l'encouragement de la communauté et le changement des normes sociales [16,17].

Les maladies diarrhéiques constituent un problème de santé publique dans le monde, notamment dans les pays à faibles revenus, qui touchent en particulier les enfants de moins de 5 ans. Elles peuvent contribuer à une malnutrition et altérer parfois la croissance et le développement de l'enfant [18]. Les agents pathogènes responsables de cette diarrhée peuvent être transmis par les selles infectées, nourritures et l'eau, ce qui nous amène à dire qu'une bonne hygiène constitue la barrière contre les micro-organismes pathogènes et contribue à une meilleure santé de l'enfant. L'insuffisance de cette hygiène peut être à l'origine des maladies diarrhéiques qui sont l'une des principales causes de la malnutrition, ce qui crée un cercle vicieux entre les maladies diarrhéiques et la malnutrition [18–20].

Face à ce double fardeau et dans le but d'améliorer l'hygiène maternelle pour protéger les enfants, University of Birmingham et USTTB ont initié le projet MaaCiwara dans des régions urbaines (Bamako et alentours) et rurales (cercle de Kignan, de Barouéli et de Dioïla) du Mali.

Pour ce faire, le projet MaaCiwara (Maa en Bambara « Mère » ; Ciwara « Brave » qui nous effleure la bravoure de nos mères de ménage) entreprend une intervention communautaire pour promouvoir les pratiques de sécurité sanitaires des aliments de sevrage, évalue l'effet de l'intervention sur la diarrhée, l'infection respiratoire aiguë et les paramètres de croissance, le rôle du contexte dans l'efficacité de l'intervention avec un accent particulier sur l'influence des zones urbaines et rurales.

Le projet MaaCiwara a réalisé une étude de base (Baseline) en 2022 dans les mêmes régions urbaines (Bamako et alentours) et rurales (cercle de Kignan, de Barouéli et de Dioïla), puis après, l'implémentation de l'intervention visant le changement de comportement pour la sécurité sanitaire des aliments de sevrage au Mali dans les mêmes régions.

Ainsi dans notre étude, il s'agit d'évaluer les infections entériques associées à la baisse des paramètres nutritionnels chez les enfants de moins de 36 mois dans la période post-intervention.

OBJECTIFS

2. OBJECTIFS

2.1 Objectif général

Identifier les pathogènes associés à la baisse des paramètres nutritionnels chez les enfants de moins de 36 mois.

2.2 Objectifs spécifiques

1. Etudier les paramètres nutritionnels chez les enfants, six (6) mois après l'intervention MaaCiwara ;
2. Identifier les pathogènes dans les selles pouvant être impliqués dans les épisodes de diarrhée ;
3. Déterminer s'il existe une association entre la présence de pathogènes et les défaillances nutritionnelles.

GENERALITES

3. GENERALITES

3.1 Définitions

3.1.1 Entéropathogènes

Micro-organismes responsables des infections entériques. Parmi ceux-ci nous en trouvons les bactéries, les parasites, les champignons, les virus [21].

3.1.1.1 Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires structurellement simples mais fonctionnellement complexes qui constituent la base de toute vie sur terre [22].

3.1.1.2 Parasites

Les parasites sont des organismes vivants qui, pendant leur existence, vivent aux dépens d'autres organismes appelés hôtes [23].

3.1.1.3 Champignons

Les champignons sont des organismes eucaryotes hétérotrophes se nourrissant par absorption et utilisant le carbone organique comme source de carbone, avec une paroi cellulaire contenant de la chitine et du glucane. Ils se reproduisent de façon sexuée et/ou asexuée [24].

3.1.1.4 Virus

Les virus sont des micro-organismes composés d'ADN ou ARN, entourés d'une membrane protéique et nécessitent une cellule vivante dans laquelle ils se multiplient [25].

3.1.2 Nutrition

C'est l'ensemble des réactions (métaboliques) par lesquelles notre organisme transforme et utilise les aliments pour obtenir tout ce dont il a besoin pour son bon fonctionnement et pour se maintenir en vie [26].

3.1.2.1 Paramètres nutritionnels

Ce sont des paramètres nous permettant de juger l'état nutritionnel d'un individu.

- Pour les enfants de moins de cinq ans :
 - ✓ Indice poids/âge ;
 - ✓ Indice taille/âge ;
 - ✓ Indice poids/taille

- Pour les enfants et adultes :
 - ✓ Périmètre brachial
- Pour les adultes :
 - ✓ Indice de masse corporelle [27].
 - ✓ **Indice Poids/Taille** : reflète une perte ou un gain de poids récent. Sa chute traduit une malnutrition aiguë, actuelle ou récente (émaciation ou maigreur) [27]. Il compare le poids de l'enfant au poids de référence pour sa taille selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) [28].
 - ✓ **Indice Taille/Âge** : Reflète la croissance linéaire [27] et compare la taille de l'enfant à la taille de référence pour son âge selon l'OMS [28]. Il identifie les retards ou les avances de croissance en taille. Le retard de croissance (ou malnutrition chronique) provient généralement de longues périodes d'apport alimentaire insuffisant et d'épisodes d'infections [27].
 - ✓ **Indice Poids/Âge** : Est un indice composite qui décrit la masse corporelle par rapport à l'âge de l'enfant. Sa chute traduit une insuffisance pondérale, reflet à la fois de la malnutrition aiguë (émaciation) et chronique (retard de croissance) [27].
 - ✓ **Périmètre brachial** : Il s'utilise entre 6 mois et 5 ans [28] et donne une estimation relativement fiable de la masse musculaire. La réduction de la masse musculaire est un des mécanismes les plus frappants d'adaptation à des apports en énergie insuffisante. Il est signe de malnutrition aiguë. Le PB semble être l'indicateur le plus adapté pour l'estimation du risque de décès [27].

Tableau I : Les valeurs du périmètre brachial et l'état nutritionnel

Périmètre brachial (PB) en mm	Etat nutritionnel
PB \geq 135	Bon
125 \geq PB < 135	Risque de Malnutrition
115 \leq PB < 125	Malnutrition modérée
PB < 115	Malnutrition sévère

- ✓ **Indice de masse corporelle :** Mesure la teneur en masse grasse. Il est utilisé pour détecter la maigreur chez les adolescents, adultes et personnes âgées ; il est aussi utilisé pour mesurer le surpoids et l'obésité [27].

Tableau II : Valeur de IMC et l'état d'amaigrissement

IMC	Etat d'amaigrissement
IMC < 16,5	Amaigrissement sévère
16,5 \geq IMC < 17,5	Amaigrissement modérée
17,5 \leq IMC < 18,5	Amaigrissement légère
18,5 \geq IMC < 25	Normal
25 \geq IMC < 30	Surpoids
IMC \geq 30	Obésité

3.1.3 Diarrhée

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la diarrhée est définie comme le passage de trois selles molles ou liquides ou plus par jour en raison d'une teneur anormalement élevée en liquide des selles ou d'une augmentation anormale de la fréquence quotidienne des selles [29].

Elle est en général le symptôme d'une infection intestinale pouvant être causée par divers micro-organismes. Elle se transmet par le biais d'eau ou d'aliments contaminés, ou d'une personne à l'autre en cas d'hygiène insuffisante. Le risque de la maladie peut être réduit par

l'accès à l'eau potable, l'utilisation de services d'assainissement améliorés et le lavage des mains au savon [20].

3.2 Aperçu sur les entéropathogènes étudiés

3.2.1 Entérobactéries

Les entérobactéries constituent une grande famille de bactéries, bacilles à gram négatif, aérobies anaérobies facultatives qui habitent dans le tube digestif de l'homme et d'autres mammifères dont la plupart sont des hôtes commensaux ou pathogènes [30–33]. On les isole du sol et des végétaux qui sont le gîte habituel de certaines espèces (*Enterobacter cloacae*, les *Erwinia*) [34]. Cette famille appartient au règne Bacteria [32]. C'est une famille de bactérie qui représente près des trois quarts des isollements d'un laboratoire de bactériologie médicale [32].

Les entérobactéries poussent facilement sur les milieux ordinaires en 24 heures à 37°C en aérobiose et en anaérobiose [32]. Leurs exigences nutritionnelles sont, en général, réduites et la plupart se multiplient en milieu synthétique avec une source de carbone simple comme le glucose [30]. Sur milieux gélosés, les colonies d'entérobactéries sont habituellement lisses, brillantes, de structure homogène (type « smooth » ou S). Cet aspect peut évoluer après cultures successives pour donner des colonies à surface sèche rugueuse (type « rough » ou R) [33].

3.2.1.1 *Escherichia coli*

Le genre *Escherichia*, nommé d'après le pédiatre allemand Theodore Escherich, est composé de bacilles Gram-négatifs anaérobies facultatifs appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, fait partie du groupe des coliformes thermotolérants qui sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44 °C [31,35].

Ces derniers sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale [36].

Elle est connue pour faire partie de la flore intestinale normale, mais peut également être la cause de maladies intestinales et extra-intestinales chez l'homme. Il existe des centaines de souches d'*E. coli* identifiées, entraînant la gastro-entérite bénigne, l'insuffisance rénale, le choc septique etc...[37].

Principaux pathogènes intestinaux de *E. coli* :

- *E. coli Entéropathogène (EPEC)* ;
- *E. coli Entérohémorragique (EHEC)* ;
- *E. coli Entérotoxigène (ETEC)* ;
- *E. coli Entéroagréatif (EAEC)* ;
- *E. coli Enteroinvasive (EIEC)* ;
- *E. coli à adhérence diffuse (DAEC)* [38]

Ils présentent chacun des caractéristiques uniques dans leur interaction avec les cellules eucaryotes.

3.2.1.2 *Campylobacter spp*

L'infection à *Campylobacter spp* cause un éventail de maladies, notamment la gastro-entérite, les infections extra-intestinales, des complications post-infectieuses [39].

Les *Campylobacter spp* sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives à Gram négatif, mince et courbées qui vivent comme des organismes commensaux dans le tractus de nombreux oiseaux et mammifères domestiques et sauvages [40].

Les espèces les plus courantes associées aux maladies humaines sont *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli* [39].

3.2.2 Parasites entériques

3.2.2.1 *Entamoeba histolytica*

Entamoeba histolytica est un parasite protozoaire du phylum Amoebozoa responsable de l'infection amibiase chez l'homme. Les individus infectés présentent les symptômes tels que : la diarrhée, dysenterie, fièvre, douleur abdominale et souvent des manifestations extra-intestinales [41].

3.2.2.2 *Giardia spp*

L'infection à *Giardia spp* (giardiase) est une parasitose digestive provoquée par un parasite unicellulaire *Giardia spp* infectant la partie supérieure de l'intestin grêle, pouvant provoquer des troubles digestifs (diarrhée, vomissement, douleur abdominal...).

Giardia spp sont des parasites protozoaires non invasifs qui provoquent des infections intestinales dont le réservoir principal est l'homme. La contamination se fait principalement par l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés par les kystes parasitaires [42,43].

3.2.3 Champignons entériques

3.2.3.1 *Cryptosporidium spp*

Cryptosporidium spp sont des protozoaires intracellulaires appartenant au phylum des Apicomplexa qui se multiplient dans l'intestin grêle de l'hôte vertébré [44].

Les espèces *Cryptosporidium parvum* et *Cryptosporidium hominis* sont responsables de la plupart des cas de cryptosporidiose humaine. La contamination se fait par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par des matières fécales [45].

3.2.4 Virus entériques

3.2.4.1 *Adénovirus spp*

Les *adénovirus* sont des virus à ADN bi caténaire appartenant à la famille des Adenoviridae à capsidie icosaédrique et non enveloppé [46]. Ils sont responsables des infections respiratoires, de kérato-conjonctivites, de gastro-entérite dont les principales victimes sont les enfants de moins de 5 ans. La transmission se fait par contact avec les sécrétions d'une personne infectée ou par contact avec de véhicules contaminés (serviettes, instruments etc...) [47].

3.2.4.2 *Astrovirus spp*

Les *Astrovirus* sont des virus à ARN monocaténaire de polarité positive, appartenant à la famille des Astroviridae à capsidie non enveloppée et sphérique avec une symétrie icosaédrique. Ils sont ubiquitaires, responsables des infections entériques chez l'humain et la transmission se fait par voie fécal-orale [48].

3.2.4.3 *Rotavirus spp*

Les *Rotavirus* sont des virus nus à ARN bicaténaires segmentés, à capsidie icosaédrique formée d'une triple couche de protéines, appartenant à la famille des Reoviridae [49]. Ils comportent sept (7) groupes distincts de A à G, et seuls les groupes A, B et C sont présents chez l'homme [49]. Ils sont responsables des gastro-entérites avec une contamination fécal-orale et interhumaine et l'homme étant le principal réservoir de parasite [50].

3.2.4.4 *Sapovirus spp*

Les *Sapovirus* sont des virus nus à ARN simple brin avec une symétrie icosaédrique appartenant à la famille des Caliciviridae dont les enfants sont les principales victimes [51,52]. Ils se transmettent par voie fécale-orale.

3.3 La Malnutrition

3.3.1 Définition

La malnutrition sous ses formes comprend la dénutrition, la carence ou excès en micronutriments, le surpoids, l'obésité et les maladies transmissibles liées à l'alimentation [53].

3.3.2 Cause de la malnutrition

Pour pouvoir apprécier l'ampleur et la profondeur du problème, il est important de comprendre les causes de la malnutrition [19,28]. Nous en citons :

3.3.2.1 Causes immédiates

Maladies telles que les maladies diarrhéiques, les parasitoses intestinales, le paludisme, le régime alimentaire inadéquat.

3.3.2.2 Causes sous-jacentes

Problèmes de disponibilité, d'accessibilité et d'utilisation des aliments ; maladies liées au manque d'hygiène et d'assainissement ; soins infantiles inadéquats, l'insuffisance des services de santé ainsi que l'analphabétisme, qui lorsqu'elles ne sont pas prises en compte, induiront aux effets immédiats de la malnutrition.

3.3.2.3 Causes fondamentales

Faible niveau d'éducation (faible taux de scolarisation et d'alphabétisation de la population). Les croyances et pratiques alimentaires nutritionnelles inappropriées (interdits alimentaires, sevrage précoce, diversification tardive et mal conduite) ; Psychologique (grossesse non désirée, séparation mère-enfant, manque d'affection).

Il est nécessaire de passer par la lutte contre les causes immédiates de la malnutrition, à savoir la diarrhée qui est particulièrement un facteur d'aggravation de la malnutrition car elle réduit la capacité d'absorption des nutriments par altération de la paroi intestinale, pour prévenir la malnutrition.

3.3.3 Physiopathologie

Le déséquilibre entre l'apport en éléments nutritifs et les besoins de l'organisme entraîne un affaiblissement de l'organisme et on assiste à la fonte de la masse musculaire et graisseuse qui constituent la réserve énergétique de l'organisme [54]. 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 entraîne 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 [28,55].

3.3.4 Types de malnutrition

3.3.4.1 Malnutrition globale ou insuffisance pondérale

Indique une situation où le poids de l'enfant est faible lorsqu'on le compare à celui d'un enfant du même âge qui est bien nourri. Elle fait appel à l'indice du poids par rapport à celui de l'âge qui est un indice combiné. L'insuffisance pondérale peut être due à une sous-nutrition chronique et ou une sous-nutrition aiguë. Il est représenté par un rapport poids pour âge dont le score d'écart-type est inférieur à moins deux écart-types de la population de référence [56,57].

3.3.4.2 Malnutrition aiguë ou émaciation

Elle se traduit par un faible poids rapporté à la taille d'un enfant dont le score d'écart-type est inférieur à moins deux écart-type de la population de référence. C'est une inadéquation du gain pondéral en fonction de la taille. C'est un état de sous-nutrition aiguë ou récente caractérisé par un amaigrissement extrêmement marqué [56].

3.3.4.3 Malnutrition chronique ou retard de croissance

Elle indique une taille faible par rapport à l'âge de l'enfant. C'est une inadéquation du gain pondéral en fonction de la taille. Et le score d'écart type du rapport poids pour taille est inférieur à moins deux écart-types de la population de référence [56].

3.3.4.4 Obésité

Elle indique un poids lourd par rapport à l'âge et traduit un excès de masse grasse [56]. Le score d'écart type du rapport poids pour âge est supérieur à trois écart-types de la population de référence [19].

3.3.4.5 Carence en micronutriments

Les micronutriments sont les composantes essentielles d'une alimentation de qualité et ont des effets profonds sur la santé. Bien qu'ils ne soient nécessaires qu'en très faible quantité, les micronutriments sont les éléments de base indispensables à la bonne santé du cerveau, des os et du corps en général. Les carences en micronutriments sont souvent qualifiées de « faim

invisible » car elles se développent progressivement dans le temps, leur impact dévastateur ne pouvant être observé qu'une fois subis des dommages irréversibles. Bien qu'un enfant puisse dormir chaque nuit l'estomac bien rempli, les carences en micronutriments signifient que son corps a toujours faim d'une bonne nutrition.

Des millions d'enfants sont atteints de malnutrition chronique, de retard dans le développement cognitif, d'immunité affaiblie et de maladies à cause d'une carence en micronutriments [19].

METHODOLOGIE

4. METHODOLOGIE

4.1 Cadre d'étude

Cette étude s'est déroulée dans des zones urbaines (de Bamako et alentours) et rurales (de Kignan, Dioïla et Barouéli) au Mali. La liste des localités se trouve en annexe 5.

4.1.1 Présentation de LBMA

Le Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA) est créé en 2000 sous la tutelle de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB) par **Pr Ousmane KOITA**. C'est un excellent centre de formation et de recherche en santé et agriculture. Il est situé sur la colline de Badalabougou en commune V du district de Bamako, dans l'enceinte de la Faculté des Sciences Techniques (FST) de l'USTTB.

Les activités de LBMA sont menées par des équipes de chercheurs, professeurs et doctorants. Nous couvrons un large spectre d'activités regroupées au sein de sept unités. Ces activités sont, par nature, interdisciplinaires, c'est pour cela qu'au sein du laboratoire sont groupées des compétences de différentes spécialités. Ces unités sont dirigées par des responsables qui conduisent des études dans les thématiques suivantes : recherche pour la lutte contre les pathologies humaines ; recherche en biotechnologie pour l'amélioration de la production végétale et animale ; renforcement des capacités pour le suivi et l'évaluation des projets de développement international en santé et en agriculture.

Le LBMA compte sept unités de recherche qui sont : Unité d'entomologie, de parasitologie, de biotechnologie, de biologie clinique, de génomique, de virologie et de zoonose.

Chaque unité est dirigée par un responsable qui travaille avec plusieurs autres chercheurs, doctorants etc...

Les travaux de recherche du laboratoire sont soutenus par des partenaires nationaux (USTTB, Programme National de Lutte contre le Paludisme, Laboratoire Central Vétérinaire, Institut d'Economie Rural...) et internationaux (Tulane University, University of Rhode Island Providence, University of Wisconsin, University of Birmingham...).

4.2 Type et période d'étude

Il s'agissait d'une étude randomisée contrôlée en grappe dans laquelle ont été pris les ménages comme unité de randomisation. Elle s'est déroulée de février 2023 à septembre 2023. (Post intervention)

4.3 Population d'étude

La population d'étude était des enfants âgés de 6 à 36 mois dans les ménages où MaaCiwara est intervenu et leur mère ou gardienne.

4.3.1 Critère d'inclusion

- ✓ Ménage ayant été recensé par l'équipe d'intervention du projet MaaCiwara
- ✓ Enfant de 6 à 36 mois qui vivent en permanence avec les membres de la famille dans les ménages sélectionnés par le projet MaaCiwara (pour la collecte de la nourriture, de l'eau de consommation et de selles de l'enfant)
- ✓ Enfants dont leurs parents ont donné leur consentement éclairé
- ✓ Toute femme âgée de 18 ans ou plus qui prépare en famille, mère ou gardienne d'enfant ayant d'au moins un enfant de 6-36 mois (pour l'observation et l'administration du questionnaire visant à évaluer l'hygiène dans le ménage).
- ✓ Enfants ayant donné les selles.

4.3.2 Critère de non-inclusion

- ✓ Enfant dont l'âge est inférieur à 6 mois ou supérieur à 36 mois
- ✓ Prélèvement des Selles insuffisantes
- ✓ Enfants de même mère ou de même père
- ✓ Les enfants en visite dans les ménages (non-résidents dans le ménage)
- ✓ Les femmes ayant des déficiences auditives ou mentale

4.4 Echantillonnage

Sur le terrain, la collecte d'échantillon a porté sur trois (3) types d'échantillons. Les échantillons de selles ont été collectés chez tous les enfants de l'étude exceptés les enfants qui n'ont pas émis de selles aux moments de passage de l'équipe d'observation dans les ménages. Dans chaque grappe, 10 enfants ont été au préalable choisis de façon aléatoire pour la collecte des échantillons d'eau et de nourriture destinés à la consommation des enfants en question.

4.4.1 Collecte des échantillons d'eau, de nourriture et de selles

Les échantillons d'eau et de nourriture destinés à la consommation de l'enfant ont été respectivement prélevés dans des tubes Falcon de 50mL et des sacs en plastique de type Zip Lock (BioHazard) par l'enfant ou la mère de l'enfant, et ceux de selles ont été prélevés dans des flacons de verre stériles de 20ml par l'agent du terrain, puis étiquetés (Nom et prénom, code ménage, identifiant de l'enfant) et conservés dans des glacières de 0-8°C et acheminés au

LBMA à Bamako pour enfin être traités dans les 24h. La date et l'heure du prélèvement sont noté dans le logiciel Redcap.

Au LBMA, les échantillons reçus ont été vérifiés et enregistrés dans un carnet de réception dans lequel est marqué l'heure d'arrivée des échantillons et leurs identifiants.

4.4.2 Taille de l'échantillon

Chez 747 enfants âgés de 6 à 36 mois, des prélèvements de selles ont été faits sur des critères bien définis selon les types d'échantillons de nourriture et d'eau choisis pour la culture.

4.5 Variables mesurées

4.5.1 Variables sociodémographiques

- ✓ Age de l'enfant et de sa mère ou sa gardienne
- ✓ Poids de l'enfant et de sa mère ou sa gardienne
- ✓ Provenance des participants
- ✓ Taille de l'enfant
- ✓ Circonférence du bras de l'enfant
- ✓ Travail quotidien de la mère ou gardienne de l'enfant
- ✓ Activité de l'enfant

4.5.2 Variables biologiques

- **Selles :**
 - ✓ Aspect des selles
 - ✓ Consistance des selles
 - ✓ Pathogènes présents dans les selles
- **Eau :**
 - ✓ Pathogènes présents dans l'eau
- **Nourriture :**
 - ✓ Pathogènes présents dans la nourriture
- Baisse des paramètres nutritionnels associée aux entéropathogènes observée

4.6 Mesures anthropométriques

Age : L'âge a été déterminé à l'aide du carnet de vaccination de l'enfant ou par rapport aux estimations données par la mère.

Poids : La prise du poids a été effectuée avec des balances électroniques à pile avec une précision de 1kg. Les enfants étaient pesés (pesée simple et double pesée). Au moment de la pesée l'enfant monte sur la balance en position debout tout droit puis on procède à la pesée (simple pesée). Pour les enfants qui n'ont pas cette faculté de monter sur la balance, la maman monte d'abord sur la balance puis on la tare et la maman tient l'enfant en ce moment pour prendre son poids (double pesée).

Taille : La taille a été mesurée à l'aide d'une toise graduée en centimètre, avec une précision au millimètre près. Les enfants de moins de deux ans ont été mesurés en position couchée sur la toise horizontale, alors que ceux de deux ans et plus ont été mesurés en position debout.

Périmètre brachial : Il a été mesuré au bras gauche à mi-distance de la pointe du coude et de la pointe de l'omoplate. On a utilisé un mètre ruban spécial (bande Shakir), que l'on place autour du bras. La lecture s'effectue dans la fenêtre du mètre, en serrant le mètre modérément. La mesure est enregistrée avec une précision de 0,1cm.

4.7 Définitions opérationnelles

Nous nous sommes référés sur la référence de l'OMS en Z Score (WAZ, WHZ, HAZ).

Malnutrition aiguë ou émaciation selon l'indice poids pour taille en z-score (WHZ-WHO) :

On parle de malnutrition aiguë globale si le rapport poids/taille est inférieur à -2 z-score.

Malnutrition aiguë est modérée si le rapport poids/taille est compris entre -3 z-score et -2 z-score.

Malnutrition aiguë est sévère si le rapport poids/taille est inférieur ou égal à -3 z-score

Malnutrition chronique ou retard de croissance selon l'indice taille pour âge en z-score (HAZ-WHO) :

On parle de malnutrition chronique globale si le rapport taille/âge est inférieur à -2 z-score.

Malnutrition chronique est modérée si le rapport taille/ âge est compris entre -3 z-score et -2 z-score.

Malnutrition chronique est sévère si le rapport taille/ âge est inférieur ou égal à -3 z-score.

Malnutrition globale ou insuffisance pondérale selon l'indice poids pour âge en z-score (WAZ-WHO) :

On parle de l'insuffisance pondérale globale si le rapport poids/âge est inférieur à -2 z-score.

L'insuffisance pondérale est modérée si le rapport poids/ âge est compris entre -3 z-score et -2 z-score.

L'insuffisance pondérale est sévère si le rapport poids/ âge est inférieur ou égal à -3 z-score.

Malnutrition aiguë ou émaciation selon le périmètre brachial :

On parle de malnutrition aiguë globale si le périmètre brachial est inférieur à 125 mm.

Malnutrition aiguë est modérée si le périmètre brachial est compris entre 115 mm et 125 mm.

Malnutrition aiguë est sévère si le périmètre brachial est inférieur ou égal à 115 mm.

4.8 Méthodes de laboratoire

4.8.1 Culture microbiologique des échantillons d'eau et de nourriture

4.8.1.1 Aliquotages des échantillons

Les échantillons d'eau et de nourriture sont aliquotés dans un tube (Eppendorf) de 1,5mL et conservés à dans le congélateur à -20 °C.

4.8.1.2 Filtration (Eau)

Les échantillons d'eau sont filtrés sur une membrane (0,45µM taille des pores, Cellulose Nitrate Filter de diamètre 47MM) à l'aide d'un dispositif de filtration relié à une pompe qui aspire de l'air pour faciliter le passage de l'eau à travers la membrane filtrante.

4.8.1.3 Broyage (Nourriture) :

Les échantillons de nourritures sont dilués avec de la solution tampon de Phosphate Buffer Salin (PBS) à raison de **10g ou 10mL** de nourriture dans **90mL** de PBS (1X) et bien mélangés dans un sac plastique de type Zip Lock (BioHazard).

4.8.1.4 Préparation des milieux de culture :

✓ *E. coli* brilliance (OXOID) :

Nous mettons **14.05g** de la poudre de *E. coli* **brillance** dans **500mL** d'eau distillée avec un **pH** de **6,7** puis on chauffe jusqu'à ébullition.

✓ **Eosine Bleu de Méthylène (EMB) BioMérieux :**

Nous mettons **36g** de la poudre dans **1000mL** d'eau distillée, et après on autoclave pendant **15mn** à **120 °C**

4.8.1.5 Mise en culture des échantillons

4.8.1.5.1 Echantillons d'eau

La membrane filtrante (SATRIUS) préalablement établie est placée sur le milieu de culture de *E. coli* **brillance** dans la boîte de pétri. La boîte est ensuite mise en incubation à 37 °C pendant 24h, puis 48h et 72h.

4.8.1.5.2 Echantillons de nourritures

100µL du mélange de Phosphate Buffer Salin (PBS) et de nourriture est prélevé puisensemencé sur le milieu de culture *E. coli* **brillance** dans la boîte de pétri à l'aide d'un épandeur en forme de L appelé **L-Shape (fisherbrand)**. La boîte est ensuite mise en incubation à 37 °C pendant 24h, puis 48h et 72h.

NB : Pour confirmer les cas positifs sur le milieu *E. coli* **brillance**, on procède au repiquage sur le milieu EMB puis incubé à 37 °C pendant 24h.

4.8.1.5.3 Lecture des boîtes de pétri après incubation

Les boîtes de pétri sont lues après 24h, 48h et 72h d'incubation à 37 °C.

Sur le milieu *E. coli* **brillance** les colonies se colorent en violet et les coliformes se colorent en rose.

Sur le milieu EMB les colonies se colorent en vert métallique et les coliformes se colorent rose

4.8.2 PCR sur les échantillons de selles à la recherche des pathogènes

4.8.2.1 Aliquotage et conservation des échantillons

Les échantillons de selles sont aliquotés dans un tube de 1,5mL contenant la solution de PBS + glycérol et conservés dans le congélateur à -80 °C et -20 °C.

4.8.2.2 Extraction de l'ADN/ARN

L'extraction a été faite par le kit d'extraction **TOP™ Viral DNA/RNA**.

Nous avons pesé 1g de selle, mélangé dans 5mL de PBS, puis nous avons prélevé du mélange 200µL pour faire l'extraction.

Le but c'est d'extraire l'ADN/ARN à partir des échantillons de selles collectés pour permettre l'analyse à la PCR.

Procédure d'extraction :

Avant utilisation, ajouter **96mL** d'éthanol absolu (qualité moléculaire, **98-100%**) au tampon de lavage (WB)

Chaque réactif doit être mélangé à l'aide d'un vortex avant utilisation

1. Traitement des échantillons :

- a.** Transférer **200µL** de VTM (Virus Transport Medium, Storage Buffer) dans un microtube stérile de **1,5mL**
 - b.** Ajouter **300µL** de bead binding (BB) et **20µL** de Protéinase K. vortexer
 - c.** Incuber à 56 °C pendant 20 minutes et vortexer 3 à 5 pendant l'incubation
 - d.** Retirer l'embout de l'écouvillon et centrifuger brièvement et ajouter **300µL** d'éthanol absolu (une réaction de précipitation peut apparaître à ce stade). Vortexer pendant 15 secondes et incuber à température ambiante pendant 5 minutes.
- 2.** Transférer tout le contenu dans une colonne de centrifugation, centrifuger à **12000rpm** pendant 1 min et jeter le flux à travers.
 - 3.** Ajouter **500µL** de WB. Centrifuger à **12000rpm** pendant 1 min et jeter le flux à travers
 - 4.** Répéter l'étape **3** une fois
 - 5.** Centrifuger à **12000rpm** pendant 1 min pour éliminer complètement l'éthanol résiduel
 - 6.** Placer la colonne de centrifugation dans un nouveau tube de **1,5mL** sans RNase. Ajouter **20-50µL** d'eau sans RNase au centre de la colonne et incuber à température ambiante pendant 1min.
 - 7.** Centrifuger à **12000rpm** pendant 1 min pour éluer l'ADN/ARN viral
 - 8.** Conserver l'ADN élué à **-20 °C** ou l'ARN à **-70 °C**

4.8.2.3 Polymerase Chain Reaction (PCR)

La PCR permet d'obtenir par répllication in vitro de multiples copies d'un fragment d'ADN à partir d'un extrait. Elle repose sur une succession de variation température.

Nous avons effectué la PCR multiplexe pour identifier les pathogènes à l'aide de l'ADN ou ARN extrait dans les échantillons de selles. Les contrôles positifs de l'ADN ou ARN des pathogènes ont été utilisés dans les tests PCR [58]. Les pathogènes recherchés étaient les suivants :

Escherichia coli (ETEC, EPEC, EAEC) ; *Campylobacter spp* ; *Giardia spp* ; *Entamoeba histolytica* ; *Cryptosporidium spp* ; *Adénovirus spp* ; *Sapovirus spp* ; *Astrovirus spp* ; et *Rotavirus spp*.

Programme de la PCR :

Pour effectuer les transitions de température, les microtubes contenant le mélange réactionnel (cf. tableau III) sont mis dans un appareil programmable appelé thermocycleur (MJResearch, PTC 200).

94°C	3 minutes	1x
94°C	30 secondes	35x
55°C-57°C-60°C	30 secondes	
68°C	45 secondes	
68°C	3 minutes	1x
4°C	∞	

Initialement dans l'étape 1), la dénaturation est faite à 94 °C pendant 3 minutes, puis a suivi la dénaturation dans l'étape 2) à 94 °C pendant 30 secondes X 35 cycles. L'étape 3) était la phase d'hybridation X 35 cycles qui a différé selon les pathogènes, d'où la variation de **55 °C**, **57 °C** et **60 °C** pendant 30 secondes. La phase d'élongation dans l'étape 4) s'est réalisée pendant 30 secondes à 68 °C X 35 cycles puis a suivi l'étape 5) de l'élongation finale à 68°C pendant 3 minutes. Les amplicons ont été conservés à 4 °C dans l'étape 6).

Tableau III : Composition du mélange réactionnel de la réaction de PCR

Réactifs	Mélange réactionnel en μL
H ₂ O	1,75
Master Mix (dNTPs, Taq polymerase, MgCl ₂)	6,25
Amorce Forward	1,25
Amorce reverse	1,25
ADN/ARN	2
Total	12,5

Les dNTPs : dATP, dGTP, dCTP, dTTP

4.8.2.4 Lecture des résultats de PCR :

Les produits de PCR obtenus ont été séparés par électrophorèse sur gel d'agarose 2 % en utilisant l'agent intercalent le bromure d'éthidium (BET) pour pouvoir visualiser les bandes sous l'UV. L'interprétation des résultats est faite à l'aide d'un marqueur de taille (50pb pour les pathotypes de *Escherichia coli* et *Entamoeba histolytica* et 100pb pour les autres pathogènes étudiés) utilisé lors de la migration, qui nous permet de connaître la taille de la bande visualisée après électrophorèse et donc d'identifier le gène par extrapolation. Voir annexe 4 pour quelques cas positifs.

Etapes de l'électrophorèse sur gel d'agarose :

- ✓ Peser la quantité nécessaire d'agarose, y ajouter le tampon Tris Borate EDTA (TBE 0,5X), puis porter à ébullition (microonde) jusqu'à la dissolution de l'agarose.
- ✓ Ajouter l'agent intercalent (Bromure d'éthidium).
- ✓ Y couler sur le bac avec de la peigne en évitant la formation des bulles d'air et laisser polymériser à température ambiante.
- ✓ Retirer délicatement le peigne du gel une fois que c'est solidifié.
- ✓ Mettre les produits PCR dans les puits qu'a formés le peigne.
- ✓ Placer le gel dans la cuve contenant du tampon TBE jusqu'à ce qu'il recouvre complètement le gel.
- ✓ Fermer la cuve et la connecter au générateur à 120V pendant 30 min. Les ADN migrent vers la cathode vue leur charge négative.
- ✓ Placer le gel sous UV afin de visualiser les différentes bandes d'ADN.

- ✓ Les résultats positifs sont caractérisés par la présence de Bandes (la taille observée par rapport à la taille attendue).

4.9 Collectes et analyses des données

La collecte des données a été faite par les tablettes, la saisie et l'analyse des données ont été faites par les logiciels EXCEL, ENA for SMART et STATA. La rédaction du document a été faite par Microsoft Word. Les proportions ont été utilisées pour décrire les variables. Aussi, les tests de Khi-deux de Pearson et Exact de Fisher ont été utilisés pour mesurer l'association entre les variables telles que la présence des pathogènes et les paramètres nutritionnels.

4.10 Ethique

Le protocole d'étude a été approuvé par le comité d'éthique de l'USTTB sous le numéro **2020/253/CE/FMOS/FAPH**. Le consentement des parents était demandé avant l'inclusion de l'enfant dans l'étude. Voir annexe 1 et 2.

RESULTATS

5. RESULTATS

5.1 Caractéristiques socio-démographiques

Notre analyse a porté sur 409 enfants (54,7%) provenant du milieu urbain et 338 enfants (45,3%) du milieu rural.

Provenance des échantillons par milieu N = 747

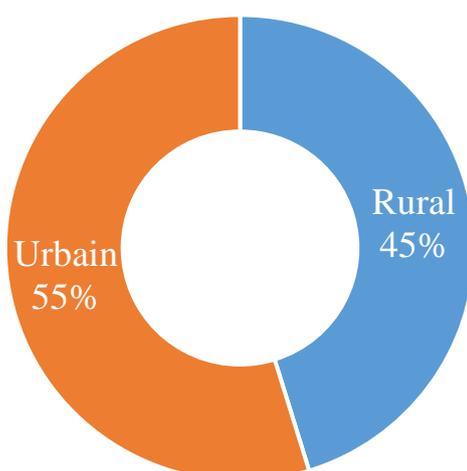


Figure 1 : Répartition des échantillons par zone d'étude

Tableau IV : Distribution des enfants selon la tranche d'âge et le sexe

Age (mois)	Sexe		Total n (%)
	Masculin n (%)	Féminin n (%)	
6-17	159 (50,3%)	157 (49,7%)	316 (42,3%)
18-29	183 (51,5%)	172 (48,5%)	355 (47,5%)
30-36	34 (44,7%)	42 (55,3%)	76 (10,2%)
Total	376 (50,3)	371 (49,7%)	747 (100%)

La tranche d'âge la plus représentée était de **18-29 mois** soit **47,5%** (n=355) avec une légère prédominance du sexe masculin soit **50,3%** (n=376).

5.2 Résultats descriptifs

Un total de **24,9% (n=181)** des enfants avaient fait la diarrhée en présence des enquêtrices dans les ménages.

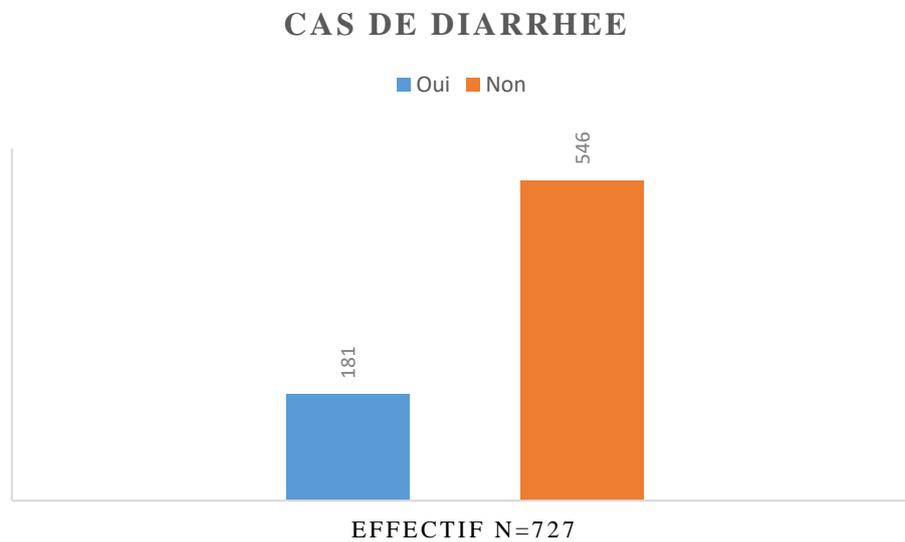


Figure 2 : Prévalence des cas de diarrhée

Tableau V : Prévalence de la malnutrition aiguë selon l'indice poids-pour-taille en z-scores par sexe

Malnutrition aiguë (Emaciation)-Poids-pour-Taille			
Type	Sexe	Nombre de cas n (%)	95% IC
Globale (< -2 z-score)			
	Féminin (N=367)	37 (10,1%)	7,4-13,6%
	Masculin (N=374)	39 (10,4%)	7,7-13,9%
Modéré (< -2 z-score et >= -3 z-score)			
	Féminin (N=367)	32 (8,7%)	6,2-12,1%
	Masculin (N=374)	30 (8,0%)	5,7-11,2%
Sévère (< -3 z-score)			
	Féminin (N=367)	5 (1,4%)	0,6-3,1%
	Masculin (N=374)	9 (2,4%)	1,3-4,5%

Globalement, le sexe masculin était le plus touché par la malnutrition aiguë ou émaciation avec une prévalence de **10,4% (n = 39)** tandis que **10,1% (n = 37)** des sujets de sexe féminin étaient atteints.

Tableau VI: Prévalence de la malnutrition chronique selon l'indice taille-pour-âge en z-scores, par sexe

Malnutrition chronique (Retard de croissance)			
Taille-pour-Age			
Type	Sexe	Nombre de cas n (%)	95% IC
Globale (< -2 z-score)			
	Féminin (N=368)	91 (24,7%)	20,6 - 29,4%
	Masculin (N=376)	138 (36,7%)	32,0 - 41,7%
Modéré (< -2 z-score et >= -3 z-score)			
	Féminin (N=368)	73 (19,8%)	16,1 - 24,2%
	Masculin (N=376)	99 (26,3%)	22,1 - 31,0%
Sévère (< -3 z-score)			
	Féminin (N=368)	18 (4,9%)	3,1 - 7,6%
	Masculin (N=376)	39 (10,4%)	7,7 - 13,9%

De façon globale, le sexe masculin était le plus touché par la malnutrition chronique ou retard de croissance avec une prévalence de **36,7% (n = 138)** versus **24,7% (n = 91)** des sujets de sexe féminin.

Tableau VII: Prévalence de l'insuffisance pondérale selon l'indice poids-pour-âge en z-scores, par sexe

Type	Malnutrition globale (Insuffisance pondérale)		
	Poids pour Age		
	Sexe	Nombre de cas n (%)	95% IC
Globale (< -2 z-score)			
	Féminin (N=369)	80 (21,7%)	17,8-26,2%
	Masculin (N=374)	76 (20,3%)	16,6-24,7%
Modéré (< -2 z-score et >= -3 z-score)			
	Féminin (N=369)	70 (19%)	15,3-23,3%
	Masculin (N=374)	54 (14,4%)	11,2-18,4%
Sévère (< -3 z-score)			
	Féminin (N=369)	10 (2,7%)	1,5-4,9%
	Masculin (N=374)	22 (5,9%)	3,9-8,7%

Globalement, le sexe féminin était le plus touché par la malnutrition globale ou insuffisance pondérale avec une prévalence de **21,7% (n = 80)** tandis que **20,3% (n = 76)** des sujets de sexe masculin étaient atteints.

Tableau VIII : Prévalence de la malnutrition aiguë selon le périmètre brachial par sexe

Type	Malnutrition aiguë (Emaciation)-Périmètre Brachial		
	Sexe	Nombre de cas n (%)	95% IC
Globale (< 125 mm)			
	Féminin (N=370)	28 (7,6%)	5,3-10,7%
	Masculin (N=372)	16 (4,3%)	2,6-6,8%
Modéré (< 125 mm et >= 115 mm)			
	Féminin (N=370)	26 (7%)	4,8-10,1%
	Masculin (N=372)	13 (3,5%)	2,0-5,8%
Sévère (< 115 mm)			
	Féminin (N=370)	2 (0,5%)	0,1-1,9%
	Masculin (N=372)	3 (0,8%)	0,3-2,3%

De façon globale, le sexe féminin était le plus touché par la malnutrition aiguë ou émaciation selon le périmètre brachial avec une prévalence de **7,6% (n = 28)** tandis que **4,3% (n = 16)** des sujets de sexe masculin étaient atteints.

Tableau IX: Prévalence de la malnutrition aiguë selon l'indice poids-pour-taille en z-scores par classe d'âge

Malnutrition aiguë (Emaciation)-Poids-pour-Taille		
Type	Age (en mois)	Nombre de cas n (%)
Globale (< -2 z-score)		
	06-17 mois (N=312)	32 (10,3%)
	18-29 mois (N=353)	34 (9,6%)
	30-36 mois (N=76)	8 (10,5%)
Modéré (< -2 z-score et >= -3 z-score)		
	06-17 mois (N=312)	26 (8,3%)
	18-29 mois (N=353)	29 (8,2%)
	30-36 mois (N=76)	5 (6,57%)
Sévère (< -3 z-score)		
	06-17 mois (N=312)	6 (1,9%)
	18-29 mois (N=353)	5 (1,4%)
	30-36 mois (N=76)	3 (3,9%)

La tranche d'âge la plus représentée de la malnutrition aiguë ou émaciation selon l'indice poids-pour-taille était de **30-36 mois** soit **10,5% (n=8)**.

Tableau X: Prévalence de la malnutrition chronique selon l'indice taille-pour-âge en z-scores, par classe d'âge

Type	Malnutrition chronique (Retard de croissance) -Taille-pour-Age	
	Age (en mois)	Nombre de cas n (%)
Globale (< -2 z-score)		
	06-17 (N=314)	101 (32,2%)
	18-29 (N=354)	99 (28,0%)
	30-36 (N=76)	23 (30,3%)
Modéré (< -2 z-score et >= -3 z-score)		
	06-17 (N=314)	73 (23,2%)
	18-29 (N=354)	76 (21,5%)
	30-36 (N=76)	19 (25,0%)
Sévère (< -3 z-score)		
	06-17 (N=314)	28 (8,9%)
	18-29 (N=354)	23 (6,5%)
	30-36 (N=76)	4 (5,3%)

La tranche d'âge qui était plus atteinte de la malnutrition chronique ou retard selon l'indice taille-pour-âge de croissance était de **06-17 mois** soit **32,2% (n=101)**.

Tableau XI: Prévalence de l'insuffisance pondérale selon l'indice poids-pour-âge en z-scores, par classe d'âge

Type	Malnutrition globale (Insuffisance pondérale) -Poids pour Age	
	Age (en mois)	Nombre de cas n (%)
Globale (< -2 z-score)		
	06-17 (N=314)	61 (19,4%)
	18-29 (N=353)	76 (21,5%)
	30-36 (N=76)	17 (22,4%)
Modéré (< -2 z-score et >= -3 z-score)		
	06-17 (N=314)	48 (15,3%)
	18-29 (N=353)	63 (17,8%)
	30-36 (N=76)	13 (17,1%)
Sévère (< -3 z-score)		
	06-17 (N=314)	13 (4,1%)
	18-29 (N=353)	13 (3,7%)
	30-36 (N=76)	4 (5,3%)

La tranche d'âge la plus représentée de la malnutrition globale ou insuffisance pondérale selon l'indice poids-pour-âge était de **30-36 mois** soit **22,4% (n=17)**.

Tableau XII: Prévalence de la malnutrition aiguë selon le périmètre brachial par classe d'âge

Malnutrition aiguë (Emaciation)-Périmètre Brachial		
Type	Age (en mois)	Nombre de cas n (%)
Globale (< 125 mm)		
	6 à 17 (N=316)	27 (8,5%)
	18 à 29 (N=354)	19 (5,4%)
	30 à 36 (N=72)	8 (11,1%)
Modéré (< 125 mm et >= 115 mm)		
	6 à 17 (N=316)	21 (6,6%)
	18 à 29 (N=354)	16 (4,5%)
	30 à 36 (N=72)	8 (11,1%)
Sévère (< 115 mm)		
	6 à 17 (N=316)	6 (1,9%)
	18 à 29 (N=354)	3 (0,8%)
	30 à 36 (N=72)	0 (0,0%)

La tranche d'âge la plus atteinte de la malnutrition aiguë ou émaciation selon le périmètre brachial était de **30-36 mois** soit **11,1% (n=8)**.

Tableau XIII : Prévalence des pathogènes étudiés

Pathogènes	Présent n (%)	Absent n (%)
<i>ETEC</i>	61 (8,2%)	686 (91,8%)
<i>EAEC</i>	87 (11,6%)	660 (88,4%)
<i>EPEC</i>	109 (14,6%)	638 (85,4%)
<i>Campylobacter</i>	5 (0,7%)	742(99,3%)
<i>Giardia</i>	42 (5,6%)	705 (94,4%)
<i>Cryptosporidium</i>	15 (2%)	732 (98%)
<i>E. histolitica</i>	39 (5,2%)	708 (94,8%)
<i>Adénovirus</i>	108 (14,5%)	639 (85,5%)
<i>Sapovirus</i>	96 (12,8%)	651 (87,2%)
<i>Rotavirus</i>	103(13,8%)	644 (86,2%)
<i>Astrovirus</i>	29 (3,9%)	718 (96,1%)

Sur les 11 pathogènes recherchés dans notre étude, le pathogène le plus rencontré était le pathogène *EPEC* soit **14,6% (n=109)**.

5.3 Résultats analytiques

Tableau XIV : Pathogène *ETEC* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>ETEC</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	1 (1,7%)	31 (4,5%)	2,0705 (0,355)
Modérée (N=124)	13 (21,7%)	111 (16,3%)	
Non (N=587)	46 (76,7%)	541 (79,2%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	7 (11,5%)	50 (7,3%)	2,6429 (0,267)
Modérée (N=172)	10 (16,4%)	162 (23,7%)	
Non (N=515)	44 (72,1%)	471 (69%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=57)	14 (2,1%)	0 (0,0%)	2,0975 (0,350)
Modérée (N=172)	55 (8,1%)	7 (11,7%)	
Non (N=515)	612 (89,8%)	53 (88,3%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	8 (1,2%)	1 (1,6%)	0,2809 (0,869)
Modérée (N=46)	43 (6,3%)	3 (5,0%)	
Non (N=687)	630 (92,5%)	57 (93,4%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *ETEC* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XV : Pathogène *EAEC* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>EAEC</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	28 (4,3%)	4 (4,7%)	0,1895 (0,910)
Modérée (N=124)	111 (16,9%)	13 (15,1%)	
Non (N=587)	518 (78,8%)	69 (80,2%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	1 (1,2%)	56 (8,5%)	5,9293 (0,052)
Modérée (N=172)	20 (23,3%)	152 (23,1%)	
Non (N=515)	65 (75,6%)	450 (68,4%)	
Émaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	2 (2,4%)	12 (1,8%)	2,7816 (0,249)
Modérée (N=62)	11 (12,9%)	51 (7,8%)	
Non (N=665)	72 (84,7%)	593 (90,4%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,4%)	(0,029) *
Modérée (N=46)	11 (12,8%)	35 (5,3%)	
Non (N=687)	75 (87,21%)	612 (3,3%)	

* = test exact de Fisher

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *EAEC* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO) et l'émaciation WHZ-WHO ($p > 0,05$). Toutefois, la présence du pathogène *EAEC* était associée au statut de l'émaciation selon le périmètre brachial ($p = 0,029$).

Tableau XVI : Pathogène *EPEC* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>EPEC</i>			Chi2 (p-value)
	Forme	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO				
	Sévère (N=32)	4 (3,7%)	28 (4,4%)	0,2133 (0,899)
	Modérée (N=124)	17 (15,7%)	107 (16,9%)	
	Non (N=587)	87 (80,6%)	500 (78,7%)	
Retard de croissance HAZ-WHO				
	Sévère (N=57)	6 (5,5%)	51 (8,0%)	1,1433 (0,565)
	Modérée (N=172)	28 (25,7%)	144 (22,7%)	
	Non (N=515)	75 (68,8%)	440 (69,3%)	
Emaciation WHZ-WHO				
	Sévère (N=14)	2 (1,9%)	12 (1,9%)	0,0012 (0,999)
	Modérée (N=62)	9 (8,3%)	53 (8,4%)	
	Non (N=665)	97 (89,8%)	568 (89,7%)	
Emaciation PB				
	Sévère (N=9)	1 (0,9%)	8 (1,3%)	0,1023 (0,950)
	Modérée (N=46)	7 (6,4%)	39 (6,2%)	
	Non (N=687)	101 (92,7%)	586 (92,6%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *EPEC* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XVII : Pathogène *Campylobacter spp* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Campylobacter spp</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	1 (20,0%)	31 (4,2%)	3,1416 (0,208)
Modérée (N=124)	1 (20,0%)	123 (16,7%)	
Non (N=587)	3 (60,0%)	584 (79,1%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	2 (40,0%)	55 (7,4%)	9,2537 (0,010)
Modérée (N=172)	2 (40,0%)	170 (23,0%)	
Non (N=515)	1 (20,0%)	514 (69,6%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	0 (0,0%)	14 (1,9%)	0,9625 (0,618)
Modérée (N=62)	1 (20,0%)	61 (8,3%)	
Non (N=665)	4 (80,0%)	661 (89,8%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,2%)	1,6939 (0,429)
Modérée (N=46)	1 (20,0%)	45 (6,1%)	
Non (N=687)	4 (80,0%)	683(92,7%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Campylobacter spp* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), l'émaciation selon le périmètre brachial et l'émaciation WHZ-WHO ($p > 0,05$). Toutefois, la présence du pathogène *Campylobacter spp* était associé au statut du retard de croissance ($p = 0,010$).

Tableau XVIII : Pathogène *Giardia spp* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Giardia spp</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	1 (2,4%)	31 (4,4%)	0,6431 (0,725)
Modérée (N=124)	6 (14,3%)	118 (16,8%)	
Non (N=587)	35 (83,3%)	552 (78,7%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	4 (9,5%)	53 (7,5%)	1,1384 (0,566)
Modérée (N=172)	7 (16,7%)	165 (23,5%)	
Non (N=515)	31 (73,8%)	484 (69,0%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	0 (0,0%)	14 (2,0%)	4,7105 (0,095)
Modérée (N=62)	7 (16,7%)	55 (7,9%)	
Non (N=665)	35 (83,3%)	630 (90,1%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,3%)	1,7088 (0,426)
Modérée (N=46)	1 (2,4%)	45 (6,3%)	
Non (N=687)	41 (97,6%)	646 (92,3%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Giardia spp* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XIX : Pathogène *Cryptosporidium spp* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Cryptosporidium spp</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	0 (0,0%)	32 (4,4%)	0,7618 (0,683)
Modérée (N=124)	3 (20,0%)	121 (16,6%)	
Non (N=587)	12 (80,0%)	575 (79,0%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	2 (13,3%)	55 (7,5%)	1,3143 (0,518)
Modérée (N=172)	2 (13,3%)	170 (23,3%)	
Non (N=515)	11 (73,3%)	504 (69,1%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	0 (0,0%)	14 (1,9%)	0,3641 (0,834)
Modérée (N=62)	1 (6,7%)	61 (8,4%)	
Non (N=665)	14 (93,3%)	651 (89,7%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,2%)	1,2257 (0,542)
Modérée (N=46)	0 (0,0%)	46 (6,3%)	
Non (N=687)	0 (0,0%)	672 (92,4%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Cryptosporidium spp* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XX : Pathogène *Entamoeba histolytica* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Entamoeba histolytica</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	1 (2,6%)	31 (4,4%)	0,6734 (0,714)
Modérée (N=124)	8 (20,5%)	116 (16,5%)	
Non (N=587)	30 (76,9%)	557 (79,1%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	6 (15,4%)	51 (7,2%)	3,4811 (0,175)
Modérée (N=172)	8 (20,5%)	164 (23,3%)	
Non (N=515)	25 (64,1%)	490 (69,5%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	0 (0,0%)	14 (2,0%)	1,4145 (0,493)
Modérée (N=62)	2 (5,1%)	60 (8,5%)	
Non (N=665)	37 (94,9%)	628 (89,5%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,3%)	0,5987 (0,741)
Modérée (N=46)	2 (5,1%)	44 (6,3%)	
Non (N=687)	37 (94,9%)	650 (92,5%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *E. histolytica* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XXI : Pathogène *Adénovirus* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Adénovirus</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	7 (6,5%)	25 (3,9%)	1,4617 (0,482)
Modérée (N=124)	18 (16,7%)	106 (16,7%)	
Non (N=587)	83 (76,8%)	504 (79,4%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	5 (4,7%)	52 (8,2%)	1,9831 (0,371)
Modérée (N=172)	23 (21,5%)	149 (23,4%)	
Non (N=515)	79 (73,8%)	436 (68,4%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	5 (4,7%)	9 (1,4%)	6,7828 (0,034)
Modérée (N=62)	12 (11,2%)	50 (7,9%)	
Non (N=665)	90 (84,1%)	575 (90,7%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	2 (1,9%)	7 (1,1%)	1,6779 (0,432)
Modérée (N=46)	4 (3,8%)	42 (6,6%)	
Non (N=687)	100 (94,4%)	587 (92,3%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Adénovirus* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO) et l'émaciation selon le périmètre brachial ($p > 0,05$). Toutefois, la présence du pathogène *Adénovirus* était associé au statut de l'émaciation WHZ-WHO ($p = 0,034$).

Tableau XXII : Pathogène *Sapovirus* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Sapovirus</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	3 (3,2%)	29 (4,5%)	0,6837 (0,710)
Modérée (N=124)	18 (19,0%)	106 (16,4%)	
Non (N=587)	74 (77,9%)	513 (79,2%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	10 (10,4%)	47 (7,2%)	3,2943 (0,193)
Modérée (N=172)	16 (16,7%)	156 (24,1%)	
Non (N=515)	70 (72,9%)	445 (68,7%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	1 (1,1%)	13 (2,0%)	0,0322 (0,597)
Modérée (N=62)	10 (10,5%)	52 (8,0%)	
Non (N=665)	84 (88,4%)	581 (90,0%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,4%)	6,6115 (0,037)
Modérée (N=46)	11 (11,6%)	35 (5,4%)	
Non (N=687)	84 (88,4%)	603 (93,2%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Sapovirus* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO) et l'émaciation WHZ-WHO ($p > 0,05$). Toutefois, la présence du pathogène *Sapovirus* était associé au statut de l'émaciation selon le périmètre brachial ($p = 0,037$).

Tableau XXIII : Pathogène *Rotavirus* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Rotavirus</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	3 (3,9%)	28 (4,4%)	0,1107 (0,946)
Modérée (N=124)	18 (17,7%)	106 (16,5%)	
Non (N=587)	80 (78,4%)	507 (79,1%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	7 (6,8 %)	50 (7,8%)	1,4488 (0,563)
Modérée (N=172)	28 (27,2%0	144 (22,5%)	
Non (N=515)	68 (66,0%)	447 (69,7%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	2 (2,0%)	12 (1,9%)	0,3250 (0,850)
Modérée (N=62)	10 (9,8%)	52 (8,1%)	
Non (N=665)	90 (88,2%)	575 (90,0%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,4%)	4,0802 (0,130)
Modérée (N=46)	10 (9,9%)	36 (5,6%)	
Non (N=687)	91 (90,1%)	596 (93,0%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Rotavirus* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XXIV : Pathogène *Astrovirus* associé à la défaillance nutritionnelle

Type	<i>Astrovirus</i>		Chi2 (p-value)
	Présent n (%)	Absent n (%)	
Insuffisance Pondérale WAZ-WHO			
Sévère (N=32)	1 (3,5%)	31 (4,3%)	0,0575 (0,972)
Modérée (N=124)	5 (17,2%)	119 (16,7%)	
Non (N=587)	23 (79,3)	564 (79,0%)	
Retard de croissance HAZ-WHO			
Sévère (N=57)	2 (6,9%)	55 (7,7%)	0,6662 (0,717)
Modérée (N=172)	5 (17,2%)	167 (23,4%)	
Non (N=515)	22 (75,9%)	493 (68,9%)	
Emaciation WHZ-WHO			
Sévère (N=14)	1 (3,5%)	13 (1,8%)	1,2989 (0,522)
Modérée (N=62)	1 (3,5%)	61 (8,6%)	
Non (N=665)	27 (93,1%)	638 (89,6%)	
Emaciation PB			
Sévère (N=9)	0 (0,0%)	9 (1,3%)	0,3949 (0,821)
Modérée (N=46)	2 (7,1%)	44 (6,2%)	
Non (N=687)	26 (92,9%)	661 (92,2%)	

Nous n'avons trouvé aucune association entre la présence du pathogène *Astrovirus* et la survenue de l'insuffisance pondérale (WAZ-WHO), le retard de croissance (HAZ-WHO), l'émaciation WHZ-WHO et l'Emaciation PB ($p > 0,05$).

Tableau XXV : Pathogènes impliqués dans la survenue des cas de diarrhée

Pathogènes	Pathogènes présents		Chi2 (p-value)
	Oui n (%)	Non n (%)	
<i>ETEC</i>	16 (27,1%)	165 (24,7%)	0,1695 (0,681)
<i>EAEC</i>	24 (28,6%)	157 (24,4%)	0,6858 (0,408)
<i>EPEC</i>	24 (22,2%)	157 (25,4%)	0,4853 (0,486)
<i>Campylobacter spp</i>	1 (33,3%)	180 (24,9%)	0,1147 (0,735)
<i>Giardia spp</i>	8 (20,0%)	173 (25,2%)	0,5428 (0,461)
<i>Cryptosporidium spp</i>	1 (6,7%)	180(25,3%)	2,7222 (0,099)
<i>E. histolitica</i>	8 (21,6%)	173 (25,1%)	0,2236 (0,636)
<i>Adénovirus</i>	24 (23,1%)	157 (25,2%)	0,2150 (0,6430)
<i>Sapovirus</i>	17 (18,1%)	164 (25,9%)	2,6790 (0,102)
<i>Rotavirus</i>	16 (15,7%)	165 (26,4%)	5, 3830 (0,020)
<i>Astrovirus</i>	3 (10,3%)	178 (25,5%)	3,4207 (0,064)

Nous avons trouvé une association entre la présence du pathogène *Rotavirus* et la survenue de la diarrhée dans notre étude (p=0,020).

COMMENTAIRES ET DISCUSSION

6. COMMENTAIRES ET DISCUSSION

Notre étude a porté sur 120 communautés (120 grappes) rurales et urbaines dont un minimum de 27 couples mère-enfants dans chaque groupe. Puis nous avons effectué une randomisation dans les deux zones pour sélectionner 60 groupes ruraux et 60 groupes urbains. Les échantillons de selles ont été collectés chez tous les enfants inclus dans l'étude excepté les enfants qui n'ont pas émis de selles lors du passage de l'équipe du terrain. Les zones urbaines (Bamako et alentours) et les zones rurales (cercle de Kignan, cercle Dioïla et cercle de Barouéli) ont servi de lieu pour l'enrôlement des échantillons. Et le LBMA a servi de lieu pour l'identification des pathogènes. Nous avons enrôlé 747 enfants âgés de 6 à 36 mois chez qui des prélèvements de selles ont été effectués sur des critères bien définis selon les types d'échantillons de nourriture et d'eau choisis pour la culture.

Selon les caractéristiques socio-démographiques, nous avons observé dans notre étude un sex ratio de 1,01 en faveur du sexe masculin. Cet équilibre dans le sex ratio s'explique par le fait qu'il s'agissait d'une étude à type d'essai clinique et aussi le respect des critères d'inclusion et de non-inclusion. Cette valeur est proche de celle de l'étude menée par **Mohamed KONE** en **2021** portant sur l'évaluation du statut nutritionnel chez les enfants de 0 à 59 mois dans le CSRéf de Nianfouké dont le sex ratio était de 1,03 [7]. Par contre notre résultat était inférieur à celui de **Adama FOMBA** en terme de sexe qui avait trouvé soit un sex ratio de 2 en faveur des femmes au CHU Gabriel TOURE en 2021 [59]. Cependant nos valeurs étaient inférieures à celles rapportées par **Camara et al., (2021)** en Guinée Conakry qui ont trouvé un sex ratio de 1,19 toujours en faveur du sexe masculin dans une étude portant sur la malnutrition aigüe sévère avec ses complications chez les enfants de 0 à 59 Mois [60]. En revanche, la même étude nous a rapporté que la plupart des enfants résidaient en zones rurales alors que la plupart des enfants résidaient en zones urbaines dans notre étude [60]. Cela serait dû à la méthode de sélection aléatoire stratifiée que nous avons utilisée. Dans notre étude, l'âge moyen était de 19 mois $\pm 7,34$ et la tranche d'âge la plus représentée était de 18 à 29 mois ; par contre **Camara et al., (2021)** rapportent dans leur étude que l'âge moyen était de $17,76 \pm 13,08$ et la tranche d'âge la plus représentée était de 6 à 23 mois. Cela pourrait s'expliquer par la différence de méthode utilisée et la taille d'échantillon.

L'état nutritionnel des enfants était préoccupant par rapport au seuil de l'OMS (entre 10% et 14%) pour l'émaciation et critique ($\geq 15\%$) pour le retard de croissance et l'insuffisance pondérale [11].

En effet, dans notre étude nous avons observé que 10,3% souffraient de la malnutrition aiguë ou émaciation dont 1,9% de formes sévères. Ce taux est préoccupant comparé au seuil de l'OMS. Cette fréquence est inférieure à celle observée au niveau national soit 10,8% dont 2,1% de formes sévères en 2022 selon l'enquête menée par SMART [11]. Dans une autre étude similaire menée par **Mohamed KONE** en **2021** à Nianfouké la prévalence observée était de 17,5% [7], toujours critique selon le seuil de l'OMS mais supérieure à la nôtre. Ces prévalences reflètent une situation alarmante vis à vis de l'état nutritionnel des enfants. Le sexe masculin était légèrement touché par l'émaciation par rapport au sexe féminin soit 10,4% contre 10,1%. La tranche d'âge la plus atteinte était de 18 à 29 mois avec une prévalence de 9,6%. Cette atteinte qui diffère d'une tranche d'âge à l'autre pourrait s'expliquer par la transition de l'enfant d'une étape à une autre dans sa vie qui a pour conséquences entre autres, le sevrage de l'allaitement maternel et l'autonomisation de l'enfant en termes de nourritures.

Selon le périmètre brachial, nous avons observé 5,9% de l'émaciation dont 0,7% de formes sévères, comparé à celui du niveau national qui était de 2,9 % avec 0,6% de formes sévères dans le rapport SMART 2022 [11], le nôtre était plus élevé. L'émaciation selon les mesures du périmètre brachial reflète le plus souvent le risque de survenue de décès [61], ce qui nécessite une prise en charge de ces enfants qui représentaient 5,9% de notre cohorte.

Quant à la malnutrition chronique ou retard de croissance, elle était de 30,8% dont 7,7% de formes sévères et au niveau national elle était chiffrée à 21,9% dont 6,8% de formes sévères en 2022 selon l'enquête SMART, ce qui est inférieur à notre résultat [11]. Le sexe masculin était le plus affecté soit 36,7% contre 24,7% et la tranche d'âge qui souffraient le plus était celle de 6 à 17 mois. Cela pourrait être dû à l'allaitement inadapté et les aliments pauvres en micro nutriments dans notre contexte [62].

En ce qui concerne la malnutrition globale ou insuffisance pondérale, nous avons observé dans notre étude que 21% des enfants en souffraient dont 4,3% de formes sévères. Ce taux est critique comparé au seuil de 15% fixés par l'OMS. Cette prévalence est légèrement supérieure à celle observée au niveau national soit 18,6% dont 4,0% de formes sévères selon SMART en 2022 [11]. Le sexe féminin (21,7%) étaient plus atteints que du sexe masculin (20,3%).

La tranche d'âge qui souffrait plus était celle de 18 à 29 mois. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les enfants de cette tranche d'âge peuvent manquer d'accès à une alimentation de qualité suffisante suite au sevrage précoce et à un manque de suivi de ces enfants.

Au cours de cette étude, nous nous sommes intéressés à des pathogènes (sérotypes d'*E. coli*, *Campylobacter spp*) pouvant être de bon indicateurs pour l'évaluation du statut malade ou non malade [37–39] de ces enfants. Dans notre étude, 14,6% des enfants étaient positifs au sérotype *EPEC*, 11,6% de *EAEC* et 8,2% de *EPEC* d'*E. coli*. Ces prévalences des pathotypes d'*E. coli* relativement élevées peuvent s'expliquer par un niveau élevé de manque d'hygiène mais aussi par le niveau d'immunité des enfants [12,35,37]. Contrairement aux grands enfants et les adultes, les enfants de moins 36 mois ont une immunité dont la mémoire est pauvre en termes de pathogènes circulants dans ces localités, et cela a pour conséquence l'hébergement par les enfants de ces pathogènes surtout pour les cas de primo-infections [21,63].

La présence du sérotype *EAEC* a été retrouvée associée à la survenue de l'émaciation selon le périmètre brachial chez les enfants. Une étude menée par **Das et al., (2022)** sur l'association entre les variantes d'*E. coli* et la malnutrition a rapporté la présence du sérotype *EAEC* associé à la survenue de l'émaciation [64]. Des relations similaires ont été prédites par **Das et al., (2021)** sur l'association de *EAEC* avec l'inflammation entérique et la croissance chez l'enfant [65]. Ceci pourrait s'expliquer par la diversité en terme du contenu génétique du sérotype *EAEC* et sa pathogénicité dans la présente étude [66,67].

Campylobacter spp était significativement associé à la survenue du retard de croissance chez les enfants. Une association significative de la géophagie au retard de croissance a été aussi observée par **George et al., (2015)** à Bangladesh dans l'étude de la géophagie associée à l'entéropathie environnementale et au retard de croissance chez les enfants [13]. Et dans une autre étude similaire **Platts-Mills et al., (2017)** à Bangladesh, ont rapporté que la présence de *Campylobacter spp* était associée à la malnutrition [68]. Cela pourrait s'expliquer par la virulence de *Campylobacter spp* et son habitation.

La présence du pathogène *Adénovirus* était significativement associé à la survenue de l'émaciation selon l'indice poids-pour-taille chez les enfants dans notre étude. A l'inverse, **Hanieh et al., (2021)** dans leur étude qui portait sur l'infection par les pathogènes entériques et la conséquence sur la croissance des jeunes enfants en Australie, ont rapporté qu'il n'y a pas d'association entre les infections entériques virales et la survenues du retard de croissance [69]. A cela nous pourrions conclure que cette discordance peut s'expliquer par le fait que dans notre étude nous avons traité un cas particulier et une partie de notre étude s'est déroulée pendant la saison sèche [70].

La présence du pathogène *Sapovirus* était significativement associée à la survenue de l'émaciation selon le périmètre brachial chez les enfants. Inversement dans l'étude que **Mondal et al., (2012)** ont menée sur la contribution de la malnutrition maternelle à la malnutrition infantile à Bangladesh, il n'y a pas eu d'association entre la survenue de la malnutrition et la présence des pathogènes entériques viraux [71]. On expliquerait ceci par l'insuffisance d'hygiène des mères nourricières dans notre contexte. Il faut noter qu'il y a peu d'étude épidémiologique et l'impact de l'infection à *Sapovirus*. En conséquence cette association dans notre étude pourrait être une question de compréhension du fardeau de la maladie à *Sapovirus* pour la mise en œuvre des initiatives de santé publique [72,73].

Nous n'avons trouvé aucune association entre les pathogènes étudiés et la survenue de l'insuffisance pondérale.

Dans notre étude, la présence de *Rotavirus* était significativement impliquée à la survenue des cas de diarrhée. **Nakawesi et al., (2010)** ont aussi démontré dans une étude menée en Ouganda, l'implication significative de la présence de *Rotavirus* à la survenue des cas de diarrhée [74]. Selon **Sangaji et al., (2015)**, la diarrhée à *Rotavirus* entraîne plus une déshydratation aiguë sévère que les autres micro-organismes sur l'étude épidémio-clinique des cas de diarrhées à *Rotavirus* chez les nourrissons en République Démocratique de Congo [75]. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le rotavirus est plus virulent pendant les saisons sèche et fraîche que les autres pathogènes étudiés et la majorité de notre étude a été menée pendant ces périodes [76,77].

Au cours de notre étude nous avons été confrontés à certains problèmes comme le consentement des participants et le renseignement dans certains cas tel que l'âge exact des enfants et à cela s'ajoute la complication de la collecte des échantillons de selles dans la mesure où l'enfant n'avait pas envie de faire de selles.

L'information était souvent mal passée par les chargés de communication.

Parmi les pathogènes identifiés, nous n'avons pas pu spécifier les génotypes ce qui est une perspective dans notre étude.

CONCLUSION

7. CONCLUSION

Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'association des pathogènes entériques avec les défaillances des paramètres nutritionnels. D'abord, nous avons fait un point sur la prévalence des types de malnutrition, la diarrhée associée aux infections entériques. Ainsi nous avons trouvé que la malnutrition chronique ou retard de croissance représentait le plus soit 36,7%, la diarrhée avait pour prévalence 24,9% avec *EPEC* comme pathogène le plus dominant soit 14,6% et *Rotavirus* étant associé à la survenue des cas de diarrhée. Les pathogènes *EAEC*, *Campylobacter spp*, *Adénovirus*, *Sapovirus* étaient associés à la baisse des paramètres nutritionnels. Une meilleure prise en charge devrait se baser sur l'éducation des parents sur la sécurité alimentaire et la mise en place des unités spécialisées contre la malnutrition. Il serait aussi judicieux de faire d'autres investigations sur la relation entre les entéropathogènes et la malnutrition.

RECOMMANDATIONS

8. RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude nous avons formulé quelques recommandations adressées :

Aux autorités sanitaires et administratives :

Etendre le système de surveillance des enfants malnutris et améliorer leur prise en charge ;

Sensibiliser la population sur les bonnes pratiques d'alimentation des enfants, la prévention de la diarrhée des enfants.

Au LBMA :

Renforcer le rayon de froid pour mieux conserver les échantillons destinés à être utilisés dans d'autres études.

A la population :

Surveiller l'alimentation des enfants et leur hygiène ;

Amener les enfants en cas de suspicion d'une des infections diarrhéiques et malnutrition dans un centre de santé le plus proche.

REFERENCES

9. REFERENCES

1. Maladies entériques et d'origine alimentaire [Internet]. Santé publique Ontario. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.publichealthontario.ca/fr/Diseases-and-Conditions/Infectious-Diseases/Enteric-Foodborne-Diseases>
2. Dadonaite B, Roser M. More than half a million children die from diarrhea each year. How do we prevent this? Our World in Data [Internet]. 28 déc 2023 [cité 15 janv 2024]; Disponible sur: <https://ourworldindata.org/childhood-diarrheal-diseases>
3. Petri WA, Miller M, Binder HJ, Levine MM, Dillingham R, Guerrant RL. Enteric infections, diarrhea, and their impact on function and development. *J Clin Invest*. 1 avr 2008;118(4):1277-90.
4. Les 10 principales causes de mortalité [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
5. Flif D. FACTEURS FAVORISANT LES MALADIES DIARRHEIQUES CHEZ LES ENFANTS DE 0 à 5 ANS EN COMMUNE II DU DISTRICT DE BAMAKO-MALI. 2019;
6. Malnutrition : un fléau qui pourrait toucher 2 milliards de personnes [Internet]. Action contre la Faim. [cité 14 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.actioncontrelafaim.org/ala-une/quest-ce-que-la-malnutrition/>
7. Koné M. Evaluation du statut nutritionnel des enfants de 06 à 59 mois dans le CSRéf de Niafunké du 01 octobre 2019 au 31 mars 2020. [Internet] [Thesis]. Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako; 2021 [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/4695>
8. World health statistics 2023: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240074323>
9. Malnutrition infantile et alimentation des enfants [Internet]. UNICEF. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.unicef.fr/convention-droits-enfants/alimentation/malnutrition-infantile-et-des-enfants/>
10. Nutrition [Internet]. [cité 14 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.banquemondiale.org/fr/topic/nutrition/overview>
11. rafsmart22_eq.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://www.instat-mali.org/laravel-filemanager/files/shares/eq/rafsmart22_eq.pdf
12. Bado AR, Susuman AS, Nebie EI. Trends and risk factors for childhood diarrhea in sub-Saharan countries (1990–2013): assessing the neighborhood inequalities. *Glob Health Action*. 11 mai 2016;9:10.3402/gha.v9.30166.
13. George CM, Oldja L, Biswas S, Perin J, Lee GO, Kosek M, et al. Geophagy Is Associated with Environmental Enteropathy and Stunting in Children in Rural Bangladesh. *Am J Trop Med Hyg*. 3 juin 2015;92(6):1117-24.

14. Guerrant RL, DeBoer MD, Moore SR, Scharf RJ, Lima AAM. The impoverished gut—a triple burden of diarrhoea, stunting and chronic disease. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. avr 2013;10(4):220-9.
15. Grace D. Food Safety in Low and Middle Income Countries. *Int J Environ Res Public Health*. sept 2015;12(9):10490-507.
16. Tylleskär T, Jackson D, Meda N, Engebretsen IMS, Chopra M, Diallo AH, et al. Exclusive breastfeeding promotion by peer counsellors in sub-Saharan Africa (PROMISE-EBF): a cluster-randomised trial. *Lancet*. 30 juill 2011;378(9789):420-7.
17. Perkins JM, Subramanian SV, Christakis NA. Social Networks and Health: A Systematic Review of Sociocentric Network Studies in Low- and Middle-Income Countries. *Soc Sci Med*. janv 2015;125:60-78.
18. Ejemot-Nwadiaro RI, Ehiri JE, Meremikwu MM, Critchley JA. Hand washing for preventing diarrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]*. 2008 [cité 15 janv 2024];(1). Disponible sur: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004265.pub2/full>
19. Sidibe D. Evaluation de la relation entre la malnutrition et la diarrhée chez les enfants de moins de cinq ans dans le cercle de Nara région de Koulikoro [Internet] [Thesis]. USTTB; 2021 [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/4941>
20. Maladies diarrhéiques [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
21. Mariani-Kurkdjian P, Bonacorsi S, Bingen E. Diagnostic bactériologique des infections gastro-intestinales. *Bactériologie Médicale*. 2016;149-61.
22. Bacteria - Definition and Examples - Biology Online Dictionary [Internet]. Biology Articles, Tutorials & Dictionary Online. 2020 [cité 16 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.biologyonline.com/dictionary/bacteria>
23. Présentation des infections parasitaires - Infections [Internet]. Manuels MSD pour le grand public. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/infections/infections-parasitaires-pr%C3%A9sentation/pr%C3%A9sentation-des-infections-parasitaires>
24. Dufresne P. Identification des champignons d'importance médicale.
25. Présentation des infections virales - Infections [Internet]. Manuels MSD pour le grand public. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/infections/pr%C3%A9sentation-des-infections-virales/pr%C3%A9sentation-des-infections-virales>
26. Programme National de Nutrition. MODULE 1 GENERALITES SUR LA NUTRITION. Côte d'Ivoire; 2017.
27. bk_2b.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/doc-training/bk_2b.pdf

28. Cissouma D. Evaluation de l'état nutritionnel des enfants âgés de 0 à 59 mois souffrant de paludisme dans le CSCOM de Guelelenkoro, cercle de Yanfolila, Mali [Internet] [Thesis]. Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako; 2022 [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/5650>
29. Demissie GD, Yeshaw Y, Alemine W, Akalu Y. Diarrhea and associated factors among under five children in sub-Saharan Africa: Evidence from demographic and health surveys of 34 sub-Saharan countries. *PLoS One*. 20 sept 2021;16(9):e0257522.
30. Sihem M. (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*).
31. Gomes TAT, Elias WP, Scaletsky ICA, Guth BEC, Rodrigues JF, Piazza RMF, et al. Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Braz J Microbiol*. 5 nov 2016;47(Suppl 1):3-30.
32. Dembélé M. Profil de résistance aux antibiotiques des souches d'entérobactéries isolées dans les urines au service bactériologie de l'INSP de 2016 à 2018. [Internet] [Thesis]. USTTB; 2020 [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/4013>
33. sarr_memoire_2019.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://rivieresdusud.uasz.sn/bitstream/handle/123456789/1531/sarr_memoire_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
34. GENERALITES SUR LES ENEROBACTERIES.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://fmos.usttb.edu.ml/cours/pluginfile.php/24206/mod_resource/content/0/GENERALITES%20SUR%20LES%20ENEROBACTERIES.pdf
35. *Escherichia coli* | INSPQ [Internet]. Institut national de santé publique du Québec. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/e-coli>
36. Coliformes totaux | INSPQ [Internet]. Institut national de santé publique du Québec. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-totaux>
37. Mueller M, Tainter CR. *Escherichia coli* Infection. In: StatPearls [Internet] [Internet]. StatPearls Publishing; 2023 [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/>
38. Kaper JB, Nataro JP, Mobley HLT. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol*. févr 2004;2(2):123-40.
39. Fitzgerald C. *Campylobacter*. *Clinics in Laboratory Medicine*. 1 juin 2015;35(2):289-98.
40. Bolton DJ. *Campylobacter* virulence and survival factors. *Food Microbiology*. 1 juin 2015;48:99-108.
41. Mi-ichi F, Yoshida H, Hamano S. Entamoeba Encystation: New Targets to Prevent the Transmission of Amebiasis. *PLoS Pathog*. 20 oct 2016;12(10):e1005845.
42. Giardiase : contamination, symptômes et diagnostic [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/parasitose-giardiase/giardiase-contamination-symptomes-diagnostic>

43. Einarsson E, Ma'ayeh S, Svärd SG. An up-date on Giardia and giardiasis. *Current Opinion in Microbiology*. 1 déc 2016;34:47-52.
44. BIORISK2016SA0077Fi.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2016SA0077Fi.pdf>
45. Cryptosporidiose - Maladies infectieuses [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/protozoaires-intestinaux-et-microsporidies/cryptosporidiose>
46. VIRUS_ADENOVIRUS.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2019/02/VIRUS_ADENOVIRUS.pdf
47. Infections à adénovirus - Maladies infectieuses [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 16 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/virus-respiratoires/infections-%C3%A0-ad%C3%A9novirus>
48. Astroviridae ~ ViralZone [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://viralzone.expasy.org/27?outline=all_by_species
49. VIRUS_ROTAVIRUS.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2019/02/VIRUS_ROTAVIRUS.pdf
50. MIC2012sa0031Fi.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2012sa0031Fi.pdf>
51. Sapovirus ~ Zone Virale [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://viralzone.expasy.org/196?outline=all_by_species
52. lettre-info-n8-virus-gastro.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.bio-val.fr/media/lettre-info-n8-virus-gastro.pdf>
53. Malnutrition [Internet]. [cité 16 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
54. Les_différentes_formes_de_malnutrition_Unicef_France_juillet_20111.pdf [Internet]. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: https://www.unicef.fr/wp-content/uploads/2022/08/Les_différentes_formes_de_malnutrition_Unicef_France_juillet_20111.pdf
55. Koné NA. Aspects épidémiocliniques et thérapeutiques de la mal-nutrition aiguë sévère compliquée d'anémie [Internet] [Thesis]. Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako; 2023 [cité 15 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/6469>
56. Memoire Online - Données anthropométriques des enfants d'âge préscolaire à Garoua, Cameroun - Danièle NEM TCHUENTEU épouse SIMNOUE [Internet]. Memoire Online. [cité 15 janv 2024]. Disponible sur:

<https://www.memoireonline.com/03/12/5476/Donnees-anthropometriques-des-enfants-d-ge-prescolaire--Garoua-Cameroun.html>

57. Cours de formation sur l'évaluation de la croissance de l'enfant : normes OMS de croissance de l'enfant [Internet]. [cité 16 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/publications-detail/9789241595070>
58. Jatou K, Greub G. PCR en microbiologie : de l'amplification de l'ADN à l'interprétation du résultat. *Rev Med Suisse*. 11 avr 2007;106:931-8.
59. FOMBA A. Evaluation de l'état nutritionnel des enfants de 2-5ans exposés non infectés nés de mère infectée par le VIH/SIDA suivis, au centre d'excellence pédiatrie du CHU-GT. *Bibliosante*. 29 avr 2021;
60. Camara E, Diop MM, Barry IK, Conde I, Barry A, Bah M, et al. Malnutrition Aigüe Sévère avec Complications chez les Enfants de 0 à 59 Mois : Aspects Épidémiologiques, Cliniques et Thérapeutiques au Service de Pédiatrie de Labé (Conakry). *HEALTH SCIENCES AND DISEASE* [Internet]. 30 juin 2021 [cité 16 janv 2024];22(7). Disponible sur: <https://www.hsd-fmsb.org/index.php/hsd/article/view/2828>
61. 17. Mesure du périmètre brachial | Lutte contre les épidémies: Boîte à outils [Internet]. [cité 17 janv 2024]. Disponible sur: <https://epidemics.ifrc.org/fr/volunteer/action/17-mesure-du-perimetre-brachial>
62. Le retard de croissance chez l'enfant: Contexte, Causes et Conséquences [Internet]. [cité 22 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/publications/m/item/childhood-stunting-context-causes-and-consequences-framework>
63. Infections courantes de l'enfant | INSPQ [Internet]. Institut national de santé publique du Québec. [cité 17 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/mieux-vivre/sante/problemes-sante-courants/infections-courantes-l-enfant>
64. Das R, Palit P, Haque MA, Ahmed T, Faruque ASG. Association between Pathogenic Variants of Diarrheagenic Escherichia coli and Growth in Children under 5 Years of Age in the Global Enteric Multicenter Study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 13 juill 2022;107(1):72-81.
65. Das R, Palit P, Haque MdA, Mahfuz M, Faruque ASG, Ahmed T. Site specific incidence rate of virulence related genes of enteroaggregative Escherichia coli and association with enteric inflammation and growth in children. *Sci Rep*. 30 nov 2021;11:23178.
66. Hebbelstrup Jensen B, Poulsen A, Hebbelstrup Rye Rasmussen S, Struve C, Engberg JH, Friis-Møller A, et al. Genetic Virulence Profile of Enteroaggregative Escherichia coli Strains Isolated from Danish Children with Either Acute or Persistent Diarrhea. *Front Cell Infect Microbiol*. 30 mai 2017;7:230.
67. Roche JK, Cabel A, Sevilleja J, Nataro J, Guerrant RL. Enteroaggregative E. coli (EAEC) Impairs Growth and Malnutrition Worsens EAEC Infection: A Novel Murine Model of the Infection Malnutrition Cycle. *The Journal of infectious diseases*. 8 août 2010;202(4):506.

68. Platts-Mills JA, Taniuchi M, Uddin MJ, Sobuz SU, Mahfuz M, Gaffar SA, et al. Association between enteropathogens and malnutrition in children aged 6–23 mo in Bangladesh: a case-control study. *Am J Clin Nutr.* mai 2017;105(5):1132-8.
69. Hanieh S, Mahanty S, Gurruwiwi G, Kearns T, Dhurrkay R, Gondarra V, et al. Enteric pathogen infection and consequences for child growth in young Aboriginal Australian children: a cross-sectional study. *BMC Infect Dis.* 6 janv 2021;21:9.
70. Okeahialam BN. The Cold Dusty Harmattan: A Season of Anguish for Cardiologists and Patients. *Environ Health Insights.* 29 août 2016;10:143-6.
71. Mondal D, Minak J, Alam M, Liu Y, Dai J, Korpe P, et al. Contribution of Enteric Infection, Altered Intestinal Barrier Function, and Maternal Malnutrition to Infant Malnutrition in Bangladesh. *Clinical Infectious Diseases.* 15 janv 2012;54(2):185-92.
72. Zhuo R, Ding X, Freedman SB, Lee BE, Ali S, Luong J, et al. Molecular Epidemiology of Human Sapovirus among Children with Acute Gastroenteritis in Western Canada. *J Clin Microbiol.* 59(10):e00986-21.
73. Sánchez GJ, Mayta H, Pajuelo MJ, Neira K, Xiaofang L, Cabrera L, et al. Epidemiology of Sapovirus Infections in a Birth Cohort in Peru. *Clin Infect Dis.* 15 juin 2018;66(12):1858-63.
74. Nakawesi JS, Wobudeya E, Ndeezi G, Mworozzi EA, Tumwine JK. Prevalence and factors associated with rotavirus infection among children admitted with acute diarrhea in Uganda. *BMC Pediatr.* 24 sept 2010;10:69.
75. Sangaji MK, Mukuku O, Mutombo AM, Mawaw PM, Swana EK, Kabulo BK, et al. Etude épidémio-clinique des diarrhées aiguës à rotavirus chez les nourrissons à l'hôpital Jason Sendwe de Lubumbashi, République Démocratique du Congo. *Pan Afr Med J.* 10 juin 2015;21:113.
76. Dupont C. Diarrhées aiguës de l'enfant. *J Pediatr Pueric.* mai 2010;23(2):84-95.
77. Esona MD, Armah GE, Steele AD. Molecular Epidemiology of Rotavirus Infection in Western Cameroon. *Journal of Tropical Pediatrics.* 1 juin 2003;49(3):160-3.

ANNEXES

10. ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'information et consentement des mères

Numéro d'approbation du comité d'éthique : 2020/253/CE/FMOS/FAPH

Titre de l'étude : Essai randomisé en grappes d'une méthode hybride de mise en œuvre efficace d'une intervention de changement de comportements pour la promotion de la sécurité sanitaire des aliments de sevrage au niveau communautaire au Mali.

Parrains : Université des Sciences Techniques et des Technologies de Bamako, University of Birmingham

Qu'est-ce que le consentement éclairé ?

Vous êtes invités à participer à une étude de recherche. Participer à une étude n'est pas la même chose que recevoir les soins médicaux. L'objectif des soins médicaux est d'améliorer la santé. L'objectif d'une étude de recherche est de recueillir des informations pour aider à améliorer la santé d'autrui, et vous ou votre famille pouvez également en bénéficier. Mais vous avez le choix d'y participer ou non.

Avant de vous décider, vous devez comprendre toutes les informations sur cette étude et ce qu'elle impliquera. Veuillez prendre le temps de lire les informations suivantes ou de les faire expliquer dans votre langue. Ecoutez attentivement et n'hésitez pas à demander s'il y a quelque chose que vous ne comprenez pas. Demandez qu'il vous soit expliqué jusqu'à ce que vous soyez satisfait. Vous souhaitez peut-être également consulter des membres de votre famille ou d'autres personnes avant de décider de participer à l'étude.

Si vous décidez de participer à l'étude, vous devrez signer ou poser votre empreinte digitale sur un formulaire de consentement indiquant que vous acceptez de participer à l'étude.

Pourquoi cette étude est-elle menée ?

Cette a pour but de vous aider à comprendre comment les enfants de 6 à 36 mois et leurs mères passent leur journée dans les zones rurales et urbaines du Mali. Cette information aidera le gouvernement et ceux qui fournissent des services à fournir de meilleurs services de santé et sociaux aux communautés comme la vôtre. Nous nous intéressons aux mères et aux enfants âgés de 6 à 36 mois car les activités de la mère sont importantes pour toute la famille et la santé des enfants à ce stade peut influencer le reste de leur vie.

Qu'est-ce qui se passera si vous acceptiez de participer à cette étude ? (Qu'est-ce que cette étude implique pour vous ?)

Nous nous intéressons aux activités que vous meniez pendant la journée, à la santé et aux antécédents du bébé, de la mère et de la famille. Pour cette étude, je (enquêteur) resterai avec vous (mère/autre soignant) du matin à votre réveil jusqu'après le déjeuner (enquêteur demande l'heure de réveil et écris ici---am). Pendant ce temps, je vais faire ce qui suit et prendre quelques notes sur mon appareil/tablette ou sur papier :

- Vous regardez faire votre travail quotidien ;
- Regarder les activités du bébé ;
- Poser des questions sur votre travail quotidien à la maison la santé de votre bébé, vous (mère) et votre famille ;
- Mesurer la taille, le poids, et la circonférence du bras de votre enfant ;
- Prélever un petit échantillon de nourriture (1 cuillère à soupe) et de l'eau pour les tester ;
- Prélever un échantillon des selles de votre bébé pour analyser ;

Aussi après votre consentement ce soir, j'aurai, si vous permettez, quelques questions générales sur votre famille et votre vie en général.

Que fera-t-on des informations que nous collectons ?

Toutes les collectées seront traitées de manière confidentielle et ne seront pas utilisées à d'autres fins que la recherche. Nous créerons des codes pour chacune des communautés par village et famille afin que votre nom et le nom de votre village n'apparaissent pas dans nos archives. Ces informations seront conservées en lieu sûr afin que seul le personnel de recherche puisse les voir. Il se pourrait que nous soyons amenés à partager les données plus tard afin de pouvoir examiner d'autres choses, mais si nous le faisons, nous supprimerions toute information d'identification.

Quels inconvénients il y a-t-il à participer à cette étude ? (A quels dommages ou inconfort pouvez-vous vous attendre dans l'étude ?)

Il n'y a pas de mal ou d'inconfort associé à cette étude. Je resterai seulement avec vous toute la journée. Je (enquêteur) apporterai tout ce dont j'aurais besoin (mon propre déjeuner / nourriture) pour ne pas vous gêner. Nous ne voudrions pas que vous traitiez comme un invité mais que vous ignoriez autant que possible ma présence chez vous. Nous voudrions que vous meniez vos activités quotidiennes de façon habituelle.

Quels bénéfices vous pouvez attendre de l'étude ? Serez-vous rémunéré pour votre participation à l'étude ?

Les résultats de l'étude pourraient aider le gouvernement à améliorer les services sanitaires et sociaux au Mali. Cela signifie que vous et votre famille en bénéficiez également à long terme.

Pour vous remercier de votre temps et compenser la petite quantité de nourriture que nous prenons, vous recevrez un petit pot en cadeau.

Que se passe-t-il si vous refusez de participer à l'étude ou changer d'avis plus tard ?

Vous êtes libre de participer ou non à l'étude et rien d'autre ne se passera. Vous avez également le droit de demander la suppression de vos données jusqu'à une semaine après ma visite à votre domicile, pendant que nous pouvons encore supprimer vos données de nos archives, sans donner de raison pour cela. Si vous décidez de retirer vos données au cours de l'étude, nous ne traiterons pas les informations collectées auprès de vous et ces informations seront supprimées de nos dossiers.

Qui devez-vous contacter si vous avez des questions ?

Si vous avez des questions ou des préoccupations, vous pouvez contactez **76 32 96 04** ou **79 03 57 04** et vous pouvez toujours appeler les numéros personnels des membres de l'équipe de recherche qui vous ont été donnés. N'hésitez pas à poser toute question que vous pourriez avoir sur l'étude.

Qui a examiné cette étude ?

Cette étude a été examinée et approuvée par le Comité d'éthique de la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie de l'USTTB du Mali et le Comité d'éthique de l'Université de Birmingham, qui se compose de scientifiques et de personnes ordinaires pour s'assurer que l'étude protège vos droits et votre bien-être.

Annexe 2 : Formulaire de consentement pour les mères participantes :**Déclaration de traitement équitable**

Ces informations sont collectées dans le cadre d'un projet de recherche sur la santé des enfants au Mali par l'Institut de Recherche Appliquée en Santé de l'Université de Birmingham, en collaboration avec l'Université des Sciences, Techniques et Technologie de Bamako. Les informations que vous fournissez et celles qui peuvent être collectées dans le cadre du projet de

recherche seront saisies dans un fichier ou une base de données et ne seront accessibles qu'au personnel autorisé impliqué dans le projet. Les informations seront conservées par l'Université de Birmingham et ne seront utilisées qu'à des fins de recherche et à des fins statistiques et d'audit. En fournissant ces informations vous consentez à ce que l'université stocke vos informations aux fins indiquées ci-dessus. Les informations seront traitées par l'université de Birmingham conformément aux dispositions de la loi de 1998 sur la protection des données. Aucune donnée personnelle identifiable ne sera publiée.

Déclaration d'accord/consentement

- Je confirme avoir lu et compris la notice d'information du participant pour cette étude. J'ai eu l'occasion de poser des questions si nécessaires et j'ai obtenu des réponses satisfaisantes.
- Je comprends que ma participation est volontaire et que je suis libre de me retirer à tout moment sans donner de raison. Si je retire mes données seront supprimées de l'étude et seront détruites.
- Je comprends que mes données personnelles seront traitées aux fins détaillées ci-dessus, conformément à la loi de 1998 sur la protection des données

Nom, signature et date :

Nom du participant :

Signature ou empreinte du pouce gauche du participant

Date

Nom du chercheur/personne ayant obtenu le consentement

Date

Annexe 3 : Matériels utilisés**Matériels de prélèvement :**

1. Flacon en verre de **20mL**
2. Abaisse-langue
3. Cuillère
4. Gants
5. Sachets Zip lock
6. Petit sac à déchets à risque biologique et porte-sac

Matériels de technique :

1. Hotte à flux (Telstar)
2. Pipettes (GILSON)
3. Centrifugeuse (Eppendorf)
4. Tubes de **1,5mL**
5. Plaque PCR 96 puits (VWR, **0,1mL**)
6. Joint de plaque de recouvrement pour plaque PCR (film adhésif)
7. Kimwipes (Sopalin)
8. Chambre PCR avec lumière UV (Hotte)
9. Petit sac à déchets à risque biologique et porte-sac
10. Cuve (Biorad)
11. Erlenmeyer (fisherbrand)
12. Thermocycleur (MJResearch, PTC200)
13. Bac
14. Vortex
15. Dispositif de filtration

Autres matériels :

1. Glacière
2. Ace-bac
3. Marqueur Sharpie
4. Microonde (Sharp)
5. Générateur (Biorad)

Réactifs utilisés :

1. *E. coli* Briance
2. Eosine Bleu de Méthylène
3. Ethanol absolu (96-100%)
4. Tampon de lavage
5. H₂O
6. Solution de lyse (Protéinase K)
7. dNTPs, Taq polymérase, MgCl₂
8. Amorces
9. ADN/ARN
10. Tris borate EDTA (TBE)
11. Agarose (Thermo Scientific)
12. Bromure d'éthidium (BET)
13. Marqueur de taille

Matériels de mesure anthropométrique :

1. Balance
2. Toises
3. Ruban (Bande Shakir)

Annexe 4 : Image de quelques gels de la PCR

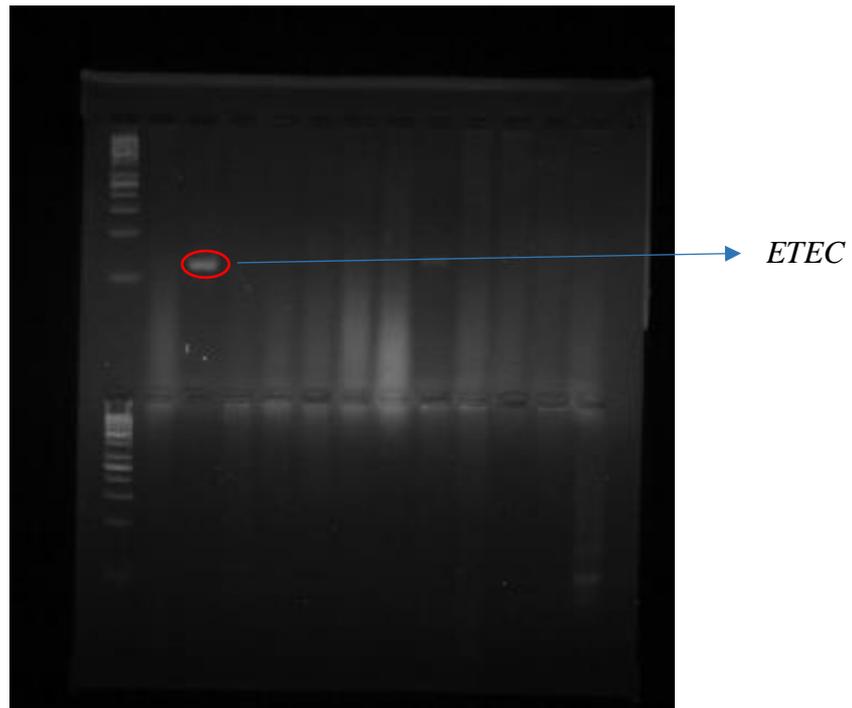


Figure 3 : Gel de la PCR multiplexe (*ETEC*, *EAEC*) positif à *ETEC*

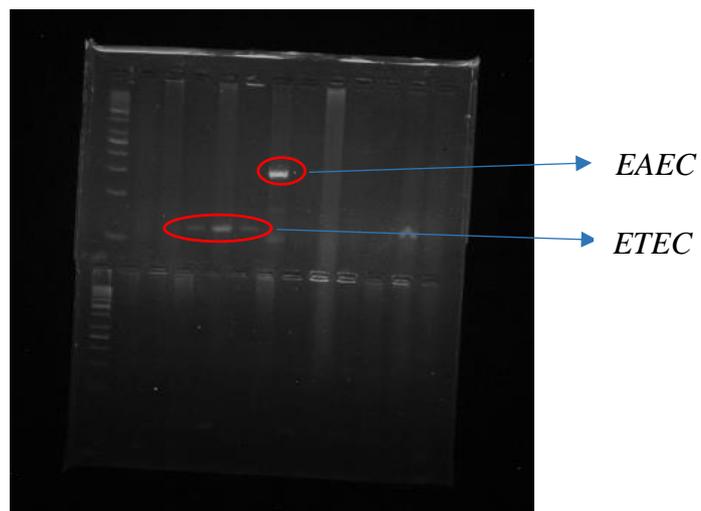


Figure 4 : Gel de la PCR multiplexe (*ETEC*, *EAEC*) positif à *ETEC* et *EAEC*

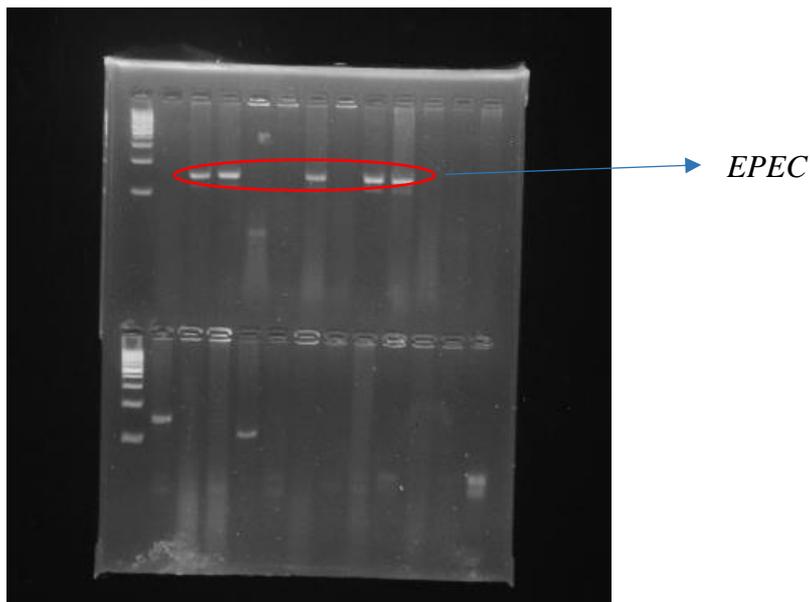


Figure 5 : Gel de la PCR multiplexe (*ETEC*, *EPEC*) positif à *EPEC*

Annexe 5 : Liste des localités de la zone d'étude

Milieu	Localités
Rural	Kignan Central Tiebe
Rural	Sanazana Nogolasso
Rural	Kabarasso Wassala
Rural	Dogoni Diomatene
Rural	Dogoni Nagnan
Rural	Dogoni Wakoro
Rural	Daoula Sonzana
Rural	Seyna Niamazana
Rural	Sanzana Guetela
Rural	Moambougou
Rural	Marobougou
Rural	Ousmane Were
Rural	Soumbou Bamanan
Rural	Tamani Konniwere
Rural	Tamani
Rural	Kenie Sofa
Rural	Nerekoroko
Rural	Fassonkowere
Rural	Welingara
Rural	Diawarala
Rural	Nougoula
Rural	N'dila
Rural	Bayabougou
Rural	Sianko

Rural	Djongowere
Rural	M'perdiola
Rural	Kourale
Rural	M'pebougou
Rural	Sanando Kango
Rural	Djofrongo Konniwere
Rural	Koyan
Rural	Fiero Santola
Rural	N'tombougou
Rural	Tesserila
Rural	N'golobougou Djeguela
Rural	Degnekorro
Rural	Kilidougou Kacouma
Rural	N'golobougou Moke
Rural	Kle
Rural	Seribila Djougouna
Rural	Senou Digabougou
Rural	Kouantou
Rural	N'golobougou Kani
Rural	Bamanan Bouraba
Rural	Keme Senou
Rural	Zana N'tobougou
Rural	Sirakoro
Rural	Seribila
Rural	Djenekaba Niantjila
Rural	Zana Niantjila
Rural	Kleminen Massigui
Rural	Falla Massigui
Rural	Dagnekorro Fissaba
Rural	Lafiala Massigui
Rural	Bougoula Massigui
Rural	Blendio
Rural	Koba
Rural	Zana Bole
Rural	Klacouma
Urbain	Sabalibougou Sous-Secteur 3
Urbain	Niamakoro Koko Secteur 2
Urbain	Sabalibougou Secteur 3
Urbain	Niamakoro Chiebougouni
Urbain	Sabalibougou Secteur 1
Urbain	Niamakoro Dougoukoro
Urbain	Niamakoro Koko Dg
Urbain	Dianguela
Urbain	Paradjicroni Abdoulayebougou
Urbain	Faladie Sokoro

Urbain	Koulouba Secteur 11
Urbain	Missabougou Ancien Tissu
Urbain	Point G
Urbain	Senou Medine 1
Urbain	Senou Medine 3
Urbain	Senou Heremakono Tiagodo
Urbain	Senou Sabalibougou
Urbain	Senou Sibiribougou 1
Urbain	Sokorodji Secteur 1
Urbain	N'tominikororobougou
Urbain	Yirimadio Bakorobabougou
Urbain	Yirimadio Csk
Urbain	Yirimadio Pharmacie
Urbain	Magnabougou Boutiquinifolo
Urbain	Daoudabougou Secteur 1
Urbain	Bacodjicoroni Sokoro
Urbain	Bacodjicoroni Heremakono
Urbain	Daoudabougou Secteur 5
Urbain	Senou Dougoukoro
Urbain	Bacodjicoroni Sokoura
Urbain	Korofina Sud Babillabougou
Urbain	Korofina Nord Secteur 3
Urbain	Kalabambougou
Urbain	Korofina Nord Secteur 1
Urbain	Boukassoumbougou Bobobougou
Urbain	N'gomi
Urbain	Banconi Diaguinebougou Est
Urbain	Banconi Wereda
Urbain	Lafiabougou Secteur 5
Urbain	Darsalam
Urbain	Paradjicoroni Djenekabougou
Urbain	TSF
Urbain	Sebenikoro Secteur 1
Urbain	Sebenikoro Secteur 2
Urbain	Sebenikoro Secteur 7
Urbain	Lafiabougou Secteur 2
Urbain	Sebenikoro Secteur 3
Urbain	Sebenikoro Sibiribougou
Urbain	Sikoroni Bamon
Urbain	Sikoroni Faranida
Urbain	Sikoroni Plateau
Urbain	Niomiyirambougou
Urbain	Konebougou
Urbain	Sikoroni Sourakabougou
Urbain	Sirakoro Douging

Urbain	Sotuba Village
Urbain	Banconi Somontou
Urbain	Hippodrome
Urbain	Yirimadio Carrefour Wara

RESUME**FICHE SIGNALÉTIQUE**

Nom : TRAORE	Ville de soutenance : Bamako
Prénom : Idrissa	Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Pharmacie
Nationalité : Malienne	Email : traoreidrissa447@gmail.com
Section : Pharmacie	Téléphone : (+223) 91 53 72 20
Titre de la thèse : Infections entéropathogènes associées à la baisse des paramètres nutritionnels chez les enfants	Secteur d'intérêt : Pharmacologie, Biologie moléculaire, Santé Publique
	Année : 2022-2023

De nos jours, les maladies diarrhéiques constituent un problème de santé publique dans le monde, notamment dans les pays à faibles revenus ; elles touchent en particulier les enfants de moins de 5 ans. Elles contribuent à une malnutrition et altèrent parfois la croissance et le développement de l'enfant. Les agents pathogènes responsables de cette diarrhée peuvent être transmis par les selles infectées, nourritures et l'eau. L'objectif de notre étude était d'identifier les pathogènes entériques associés à la baisse des paramètres nutritionnels chez les enfants de moins de 36 mois.

Il s'agissait d'une étude randomisée et contrôlée, s'est déroulée dans 60 communautés rurales et 60 communautés urbaines du Mali. La recherche des pathogènes a été faite à partir des échantillons de selles par la méthode de PCR. Le statut nutritionnel des enfants a été évalué en utilisant les Z-scores calculés avec l'outil ENA for SMART.

Dans notre étude, les cas de diarrhée étaient de 181 soit 24,9%. Parmi les causes, on note une prédominance du pathogène *EPEC* soit 14,6% (n=109). La prévalence élevée de la malnutrition chronique soit 36,7% (n=138). Les pathogènes *EAEC* (n=87 soit 11,6%), *Campylobacter spp* (n=5 soit 0,7%), *Adénovirus* (n=108 soit 14,5%), *Sapovirus* (n=96 soit 12,8%) étaient associés à la baisse des paramètres nutritionnels.

La surveillance de l'alimentation des enfants à partir de six (6) mois et leur hygiène pourraient limiter la survenue des infections entériques associées à la baisse des paramètres nutritionnels.

Mots clés : Infection, entéropathogènes, paramètres nutritionnels.

ABSTRACT**SIGNAL SHEET****Last Name:** TRAORE**First Name:** Idrissa**Nationality:** Malian**Section:** Pharmacy**Title of the thesis:** Enteropathogenic infections associated with reduced nutritional parameters in children**City of defense:** Bamako**Place of deposit:** Library of the Faculty of Pharmacy**Email:** traoreidrissa447@gmail.com**Telephone:** (+223) 91 53 72 20**The sector of interest:** Pharmacology, Molecular Biology, Public health**Year:** 2022-2023

Today, diarrheal diseases are a public health problem worldwide, particularly in low-income countries, affecting children under 5 in particular. They contribute to malnutrition and sometimes impair a child's growth and development. The pathogens responsible for this diarrhea can be transmitted via infected stools, food and water. The aim of our study was to identify the enteric pathogens associated with reduced nutritional parameters in children under 36 months of age.

This randomized controlled study was carried out in 60 rural and 60 urban communities in Mali. Pathogen detection was performed on stool samples using the PCR method. Children's nutritional status was assessed using Z-scores calculated with the ENA for SMART tool.

In our study, there were 181 cases of diarrhea (24.9%). Among the causes, the EPEC pathogen predominated, accounting for 14.6% (n=109). The high prevalence of chronic malnutrition: 36.7% (n=138). The pathogens *EAEC* (n=87 or 11.6%), *Campylobacter spp* (n=5 or 0.7%), *Adenovirus* (n=108 or 14.5%), *Sapovirus* (n=96 or 12.8%) were associated with lower nutritional parameters.

Monitoring children's diets from the age of six (6) months, and their hygiene, could limit the occurrence of enteric infections associated with a drop in nutritional parameters.

Key words: Infection, enteropathogens, nutritional parameters.

SERMENT

Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.
- En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couverte d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure !!!