UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

Bunyange, Camélie; Sous la direction de : Dr. Ir. Paterne Nahimana, PhD

2025-07
UB, EANSI
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2120

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

EAST AFRICAN NUTRITIONAL SCIENCES INSTITUTE

MASTER EN NUTRITION ET SANTE

RELATION ENTRE LA MALNUTRITION CHRONIQUE ET LE PALUDISME CHEZ LES ENFANTS DE 12 A 59 MOIS DANS LE DISTRICT SANITAIRE MPANDA, AU BURUNDI

Par :

BUNYANGE Camélie

Mémoire

Présenté en vue d'obtenir un diplôme de Master en Nutrition et Santé

Option : Nutrition et Santé Publique

Sous la direction de :

Dr. Ir. Paterne NAHIMANA, PhD

BUJUMBURA, Juillet 2025

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

MEMBRES DU JURY

Président : Pr. Alice NDAYISHIMIYE

Secrétaire : Dr Richard MUGANI, PhD

Membre : Dr. Ir. Paterne NAHIMANA, PhD

DEDICACES

Je dédie ce mémoire

A Dieu, mon Créateur, le Tout-Puissant, le Tout-Miséricordieux, qui a fait de moi ce que je suis. Je lui rends grâce.

A mon père NGENDAKUMANA Philippe, toi qui as guidé mes premiers pas sur le chemin de l'école, toujours soucieux de l'avenir de tes enfants. Que Dieu t'accorde une bonne santé et une longue vie.

A mon cher époux NIYONIZIGIYE Révérien, mon compagnon de chaque jour, tu m'as toujours soutenue et encouragée. Tu as fait preuve d'une grande compréhension. Que Dieu te comble de santé et de longue vie.

A mes enfants DUTEWITEKA Thanks Nathan, IYEZE Luck Asa, NISENGWE Answer Abigaïl, NIYONIZIGIYE Hero Jedidja, et NISHIMWE Keza Wise, votre affection et vos prières m'ont rendue plus forte et courageuse tout au long de cette formation, que ce travail soit pour vous une source d'inspiration. Que Dieu vous accorde longue vie et une bonne santé.

A mes petits frères et sœurs NGENDAKUMANA Gratien, NUWAYO Paulette et KUBWAMASENGESHO Victoire, vous m'avez soutenue le long de cette formation, que Dieu vous bénisse.

A mon beau-frère NDAYIRAGIJE Thierry, ton apport dans la réalisation de ce travail a été inestimable pour moi, que le Seigneur t'accorde toutes ses bénédictions.

A mes cousins BIZIMUNGU Léon et NDIKUMANA Anicet, vous m'avez soutenue, que Dieu vous bénisse.

BUNYANGE Camélie

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit de nombreux efforts et n'aurait pas été possible sans la contribution précieuse de plusieurs personnes que je tiens à remercier chaleureusement.

Tout d'abord, j'exprime ma profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant pour la santé, la guidance, la force et le courage qu'il m'a accordés tout au long de mes études à l'Université du Burundi, dans le cadre du projet de l'East African Nutritional Sciences Institute (EANSI).

Je remercie sincèrement les initiateurs et les acteurs de ce projet pour leur vision éclairée et leur engagement constant dans cette noble initiative.

Mes remerciements vont également à l'Université du Burundi pour son appui technique, ainsi qu'à la Banque Africaine de Développement pour son soutien financier, qui a rendu possible la réalisation de ces études.

Ce mémoire est certes le fruit d'un travail personnel, mais il n'aurait pu aboutir sans l'accompagnement scientifique et le soutien de plusieurs personnes. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de mémoire, Dr Ir Paterne NAHIMANA, pour ses orientations scientifiques, ses conseils avisés et son encadrement rigoureux, qui m'ont guidé tout au long de cette aventure académique.

J'adresse également mes vifs remerciements à tous les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'évaluer ce travail.

Je ressens un profond plaisir à remercier tous mes éducateurs, de l'école primaire jusqu'à l'université, pour la qualité de la formation tant intellectuelle que morale qu'ils m'ont transmise.

Enfin, je ne saurais conclure sans reconnaître le soutien inestimable de mes parents et de mon époux, de mes frères et sœurs, mes cousins et mon beau-frère qui m'ont accompagnée moralement et matériellement tout au long de cette formation. Mes sincères remerciements vont également à toutes mes connaissances, ainsi qu'à mes amis et camarades de classe, en particulier ceux de l'Université du Burundi et de l'EANSI.

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

RESUME

Introduction : Le district sanitaire Mpanda, est une zone de forte endémie palustre, avec une prévalence élevée de la malnutrition chronique estimée à 60,2 %. Bien que certaines études aient suggéré une interaction entre le retard de croissance et la survenue du paludisme, les résultats demeurent contradictoires. La présente étude vise à analyser la relation entre ces deux pathologies chez les enfants âgés de 12 à 59 mois dans ce district.

Méthodologie : Une étude transversale analytique a été conduite auprès de 368 couples mère-enfant, sélectionnés par échantillonnage aléatoire. Un questionnaire structuré a été administré, complété par des mesures anthropométriques et un examen de goutte épaisse chez les enfants. Le logiciel ENA a été utilisé pour évaluer le rapport taille/âge (T/A), tandis que l'analyse statistique a été réalisée avec Stata 15.1, en considérant un seuil de signification de 5%. Deux modèles de régression logistique ont été construits, l'un pour la malnutrition chronique et l'autre pour le paludisme. La validité des modèles a été testée à l'aide des courbes ROC.

Résultats : La prévalence de la malnutrition chronique était de 49,7%, et l'incidence du paludisme estimée à 4 pour 100 personnes/semaine. Les principaux facteurs associés à un risque accru de paludisme étaient la malnutrition chronique (ORa = 20,3 ; IC95% : 2,19-188,9), une antécédente de malnutrition aiguë modérée (ORa = 12,6 ; IC95% : 2,27-70,39) et l'âge maternel ≥ 35 ans (ORa = 11,2 ; IC95% : 1,49-84,4). Concernant la malnutrition chronique, les facteurs de risque identifiés étaient la parasitémie palustre (ORa = 5,58 ; IC95% : 1,36-22,87), un âge de l'enfant entre 12 et 23 mois (ORa = 3,50 ; IC95% : 1,49-8,17), le sexe masculin (ORa = 2,23 ; IC95% : 1,30-3,80), et la consommation d'un seul repas par jour (ORa= 6,07 ; IC95% : 2,26-16,28). Plusieurs facteurs ont été associés à une réduction du risque de malnutrition chronique tels que la diversité alimentaire[ORa=0,40 ;IC à 95% :0,22-0,77,un âge maternel ≥ 35 ans[ORa=0,38 ;IC à 95% :0,19-0,76], un niveau d'instruction secondaire chez la mère [ORa=0,37, IC à 95% :0,17-0,84] , une possession de gros bétail[ORa=0,44, IC à 95% :0,21-0,91] et un accès à une source d'eau potable[ORa=0,08, IC à 95% :0,02-0,26].

Conclusion : Dans le district sanitaire Mpanda, la malnutrition chronique et le paludisme entretiennent un cercle vicieux dans lequel ils se renforcent mutuellement et certains facteurs nutritionnels, sociodémographiques et environnementaux influencent leur prévalence chez les enfants de 12-59 mois.

Mots-clés : Retard de croissance, Parasitémie, enfants de 12-59 mois, district sanitaire Mpanda.

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

ABSTRACT

Introduction: Mpanda health district is a highly malaria-endemic area, with a high prevalence of chronic malnutrition estimated at 60.2%. Although some studies have suggested an interaction between stunting and malaria occurrence, results remain conflicting. This study aims to analyze the relationship between these two pathologies in children aged 12 to 59 months in this district.

Methodology: A cross-sectional analytical study was conducted among 368 mother-child pairs, selected by random sampling. A structured questionnaire was administered, supplemented by anthropometric measurements and a thick blood smear examination in the children. ENA software was used to assess height-for-age (H/A) ratio, while statistical analysis was performed with Stata 15.1, assuming a significance level of 5%. Two logistic regression models were constructed, one for chronic malnutrition and the other for malaria. The validity of the models was tested using ROC curves.

Results: The prevalence of chronic malnutrition was 49.7%, and the incidence of malaria was estimated at 4 per 100 people/week. The main factors associated with an increased risk of malaria where chronic malnutrition (aOR = 20.3; 95% CI: 2.19-188.9), a history of moderate acute malnutrition (aOR = 12.6; 95% CI: 2.27-70.39), and maternal age ≥ 35 years (aOR = 11.2; 95% CI: 1.49-84.4). Concerning chronic malnutrition, the identified risk factors were malaria parasitemia (aOR = 5.58; 95% CI: 1.36-22.87), the child's age between 12 and 23 months (aOR = 3.50; 95% CI: 1.49-8.17), male sex (aOR = 2.23; 95% CI: 1.30-3.80), and the consumption of only one meal per day (aOR = 6.07; 95% CI: 2.26-16.28). Several factors were associated with a reduction in the risk of chronic malnutrition such as a diversified diet [ORa = 0.40; 95% CI: 0.22-0.77], maternal age ≥ 35 years [aOR=0.38; 95% CI: 0.19-0.76], maternal secondary education [aOR=0.37, 95% CI: 0.17-0.84], ownership of large livestock [aOR=0.44, 95% CI: 0.21-0.91] and access to a drinking water source [aOR=0.08, 95% CI: 0.02-0.26].

Conclusion: Chronic malnutrition and malaria make a vicious circle in which they reinforce each other and some nutritionals, sociodemographic and environmental factors are associated to their prevalence among children aged 12-59 months in Mpanda health district

Keywords: Stunting, parasitemia, children aged 12-59 months, Mpanda health district.

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY ---------- **i**
DEDICACES ---------- **ii**
REMERCIEMENTS ---------- **iii**
RESUME ---------- **iv**
ABSTRACT ---------- **v**
TABLE DES MATIERES ---------- **vi**
LISTE DES TABLEAUX ---------- **x**
LISTE DES FIGURES ---------- **xi**
SIGLES ET ABREVIATIONS ---------- **xii**
AVANT -PROPOS ---------- **xv**
INTRODUCTION GENERALE ---------- **1**
I. REVUE DE LA LITTERATURE ---------- **4**
I.1. Malnutrition ---------- 4
I.1.1. Définition ---------- 4
I.1.2. Formes de malnutrition ---------- 4
I.1.3. Mesures anthropométriques et classification de la malnutrition ---------- 6
I.1.4. Causes de la malnutrition ---------- 7
I.1.5. Conséquences de la malnutrition chronique ---------- 11
I.1.6. Notions de vulnérabilité ---------- 13
I.2. Paludisme ---------- 13
I.2.1. Définition ---------- 13
I.2.2. Epidémiologie ---------- 14
I.2.2.1. Répartition géographique ---------- 14
I.2.2.2. Agents pathogènes. ---------- 15
I.2.2.3. Vecteurs ---------- 15
I.2.2.4. Sujet réceptif. ---------- 15
I.2.2.5. Mode de transmission ---------- 16
I.2.2.6. Cycle évolutif du plasmodium. ---------- 17
I.2.3. Physiopathologie du paludisme ---------- 19
I.2.3.1. Accès palustre simple ---------- 19

I.2.3.2. Accès pernicieux ---- 20
I.2.4. Manifestations cliniques ---- 22
I.2.4.1. Accès de primo-invasion ---- 22
I.2.4.2. Accès palustre à fièvre périodique ---- 22
I.2.4.3. Accès palustre grave ---- 22
I.2.4.4. Autres complications ---- 23
I.2.5. Diagnostic biologique ---- 24
I.2.5.1. Diagnostic d'orientation ---- 24
I.2.5.2 Mise en évidence du parasite ---- 24
I.2.5.3. Efficacité des TDR ---- 25
I.2.6. Prévention du paludisme ---- 25
I.2.6.1. Lutte anti vectorielle ---- 25
I.2.6.2.Chimio prophylaxie médicamenteuse ---- 25
I.2.6.3. Le vaccin antipaludique ---- 26
I.2.7. Traitement du paludisme ---- 26
I.2.7.1 Traitement du Paludisme simple ---- 27
I.2.7.2 Traitement du Paludisme grave ---- 27
I.2.7.3 Résistance aux antipaludiques ---- 27
I.2.8. Elimination du paludisme ---- 27
I.3. Relation entre le paludisme et la malnutrition ---- 28
II. MATERIELS ET METHODES ---- 30
II. 1. Lieu d'étude ---- 30
II.2. Type d'étude et durée de la collecte des données ---- 31
II.3. Population d'étude et taille de l'échantillon. ---- 31
II.4. Méthode d'échantillonnage ---- 32
II.5. Outils et techniques de collecte des données ---- 33
II.5.1. Outils de collecte des données ---- 33
II.5.2. Techniques de collecte ---- 34
II.6. Définition opérationnelle des variables ---- 37

II.6.1. Variables dépendantes ---------- 37
II.6.2. Variables indépendantes ---------- 38
II.7. Plan d'analyse des données ---------- 42
II.8. Cadre conceptuel de l'étude ---------- 44
II.9. Considérations éthiques et administratives éventuelles ---------- 44
CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS ---------- 45
III.1 Description des variables dépendantes ---------- 45
III.1.1. Prévalence de la malnutrition chronique ---------- 45
III.1.2. Incidence du paludisme ---------- 45
III.2. Description de l'échantillon en fonction des variables indépendantes ---------- 47
III.2.1. Facteurs démographiques de l'enfant ---------- 47
III.2.2. Facteurs liés à l'état sanitaire de l'enfant ---------- 49
III. 2.3 Facteurs nutritionnels ---------- 52
III.2.4 Facteurs socioéconomiques et environnementaux ---------- 55
III.2.5 Les Facteurs sociodémographiques des mères. ---------- 58
III.3 Analyse bivariée ---------- 62
III.3.1 Analyse de l'association entre les variables dépendantes (la malnutrition chronique et le paludisme) et les facteurs démographiques des enfants ---------- 62
III.3.2 Analyse de l'association entre la malnutrition chronique et le paludisme ---------- 63
III. 3.3 Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs nutritionnels et sanitaires ---------- 65
III.3.4 Analyse de l'association entre les variables dépendantes et facteurs sociodémographiques des mères ---------- 68
III.3.5 Association entre les variables dépendantes et les facteurs socioéconomiques et environnementaux ---------- 71
III.4 Analyse multivariée ---------- 74
III.4.1 Détermination des facteurs explicatifs de la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda ---------- 74
III.4.2 Détermination des facteurs liés à la survenue du paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda ---------- 78

III.4.3 Pouvoir discriminant des modèles ---- 81

IV. DISCUSSION ET COMMENTAIRES ---- 83

IV.1 Prévalence de la malnutrition chronique ---- 83

IV.2 Incidence du paludisme ---- 83

IV.3 Facteurs explicatifs de la malnutrition chronique ---- 84

IV. 4. Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme ---- 88

IV. 5 Facteurs sociodémographiques explicatifs du paludisme ---- 91

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS ---- 93

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ---- 96

ANNEXES ---- 106

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Classification de la malnutrition chez les enfants de 0-59mois (FANTA, 2006) 7
Tableau II: Description des variables 38
Tableau III: Résultats de la microscopie 46
Tableau IV: Caractéristiques de l'échantillon(n=368) selon les facteurs démographiques de l'enfant 47
Tableau V: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs sanitaires 49
Tableau VI: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs nutritionnels 52
Tableau VII: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs socioéconomiques et environnementaux 55
Tableau VIII: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les caractéristiques sociodémographiques des mères 58
Tableau IX: Analyse de l'association entre les variables dépendantes (Malnutrition chronique et paludisme) et les facteurs démographiques des enfants 62
Tableau X: Analyse de l'association entre la malnutrition chronique et le paludisme 63
Tableau XI: Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs nutritionnels et sanitaires 65
Tableau XII: Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs sociodémographiques des mères 68
Tableau XIII: Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs socioéconomiques et environnementaux 71
Tableau XIV: Facteurs explicatifs de la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda 74
Tableau XV: Facteurs liés à la survenue du paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda 78

LISTE DES FIGURES

Figure I: causes de la malnutrition 8
Figure II: Cyccle intergénérationnel de la sous-nutrition 12
Figure III: Cycle évolutif du plasmodium 19
Figure IV: Cercle vicieux de l'infection/malnutrition 29
Figure V: Localisation du lieu d'étude 31
Figure VI: Cadre conceptuel de la relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda 44
Figure VII: Description de l'état nutritionnel des enfants enquêtés 45
Figure VIII: Présentation des résultats de la parasitémie en deux modalités 45
Figure IX: Courbe ROC du modèle final sur la malnutrition chronique 81
Figure X: Courbe ROC du modèle final sur le paludisme 82

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACT : Artemisinin based- combination therapy

AGVSAN : Analyse Globale de la vulnérabilité, de la sécurité Alimentaire et de la Nutrition

ALMA : African Leaders Malaria Alliance

ANOFEL : Association Nationale des Organisations de Formation pour l'Enseignement et la Recherche en Santé

BAD : Banque Africaine de développement

CAADP : Comprehensive Africa Agriculture Development Programme

CFSVA : Comprehensive Food Security and Vulnerability Analysis

COHA : Cost of Hunger in Africa

COVID : Corona virus Disease

DP : Densité parasitaire

DSNIS : Direction du Système National d'Information sanitaire

EDS : Enquête démographique et de santé

EIPBU : Enquête sur les indicateurs du paludisme au Burundi

ENA : Emergency Nutritional assessment

FANTA : Food and Nutrition Technical Assistance

FAO : Food and Agriculture Organization

FIDA : Fonds International de développement Agricole

FM : Frottis Mince

GE : Goutte épaisse

GPFN : Global panel on agriculture and Food Systems for Nutrition

HAS : Haute Autorité de santé

HAZ : Height for age Z-score

Hb : Hémoglobine

HRP-2 : Histidine Rich protein 2

Hte : Hématocrite

ICAM-1 : Inter cellular Adhesion molecule

IFN g : Interferon gamma

IL : Interleukine

IM/IV : Injection Intra Musculaire ou Intra Veineuse

INSBU : Institut National de la statistique du Burundi

MIILDA : Moustiquaire Imprégnée d'insecticide à longue durée d'action

MSPLS : Ministère de la santé Publique et de la lutte contre le Sida

NO : Monoxyde d'azote

OMS : Organisation Mondiale de la santé

OR : Odds Ratio

ORa : Odds Ratio ajusté

PAM : Programme Alimentaire Mondial

PCR : Polymerase Chain Reaction

PfEMP1 : Pf Erythrocyte membrane protein 1

pH : Potentiel Hydrogène

PMSAN : Plan multisectoriel d'Alimentation et Nutrition

PNILP : Programme National Intégré de Lutte contre le Paludisme

PNIN : Plateforme Nationale d'Information pour la Nutrition

PNSA : Programme National de Sécurité alimentaire

rCSI : Reduced Coping Strategies Index

ROC : Receiver Operating Characteristic

RR : Risque relatif

SARS : Severe Acute respiratory Syndrome

SIDA : Syndrome de l'Immunodéficience Acquise

T/A : Taille pour Age

TAS : Tension Artérielle moyenne Systolique

TDR : Test de diagnostic Rapide

TNF a : Tumor Necrosis Factor alpha

UNICEF : United Nations International Children's Emergency Fund

VIH : Virus de l'Immunodéficience Humaine

AVANT -PROPOS

La malnutrition est un état pathologique résultant du déséquilibre entre les apports et les besoins de l'organisme en éléments nutritifs. C'est l'un des principaux problèmes de santé et de bien-être qui affectent les enfants dans les pays en développement.

Le paludisme est une maladie fébrile hémolytique causée par des parasites du genre Plasmodium ; les enfants de moins de cinq ans étant parmi les personnes les plus à risque de contracter cette pathologie.

L'association paludisme-malnutrition est fréquemment rencontrée en Afrique subsaharienne, et est responsable d'un nombre élevé de décès des enfants de moins de 5 ans. La relation entre le paludisme et la malnutrition reste toujours complexe, et a fait l'objet de beaucoup d'études dont les résultats sont parfois contradictoires.

Au Burundi, la malnutrition chronique et le paludisme sont des problèmes de santé publique majeurs qui touchent surtout les enfants de moins de cinq ans. Ces deux conditions peuvent avoir des interactions négatives, augmentant la morbidité et la mortalité infantile. Le district sanitaire de Mpanda est l'un des districts sanitaires touchés par des taux élevés de paludisme et de malnutrition. Cette étude, transversale, a été réalisée auprès de 368 enfants âgés de 12-59 mois dans le but de comprendre la relation entre la malnutrition chronique et le paludisme et les facteurs qui leur sont associés, dans cette localité, afin de proposer des suggestions pouvant permettre d'améliorer les interventions sanitaires et ainsi améliorer la santé infantile. Cependant, même si cette étude, transversale a permis d'analyser les liens de causalité entre ces deux pathologies à l'aide d'une régression logistique, pour établir une relation linéaire plus robuste entre ces deux affections, une étude de cohorte serait mieux adaptée

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

INTRODUCTION GENERALE

La dénutrition infantile et le paludisme sont deux problèmes majeurs de santé publique et constituent des principaux facteurs de risque de mortalité et de morbidité infantile dans le monde. La dénutrition joue un rôle dans près de la moitié des décès d'enfants âgés de moins de 5 ans dans le monde ; ces décès surviennent principalement dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (OMS, 2024a). En outre , la malnutrition chronique persiste à des niveaux alarmants : on estimait en 2023 que 149,2 millions d'enfants de moins de cinq ans dans le monde souffraient d'un retard de croissance ; le pourcentage étant le plus élevé dans des régions telles que l'Afrique subsaharienne, l'Afrique de l'Est et l'Afrique australe, où plus de 30% des enfants de moins de cinq ans souffraient d'un retard de croissance (ACF, 2023).

Selon les enquêtes réalisées au Burundi en 2023, la prévalence de la malnutrition chronique dans le district sanitaire Mpanda atteignait 60,2 %, taux supérieur au taux national qui était de 55,9 % en 2023(INSBU, 2023a).

Quant au paludisme, à l'échelle mondiale on estimait en 2023 à 597 000 cas de décès imputables au paludisme dont 95% enregistrés en Afrique, 76% chez des enfants de moins de cinq ans (OMS, 2024b). Au Burundi, le paludisme reste un problème de santé publique majeur, avec 522 décès enregistrés au premier trimestre de 2022 (PNILP, 2022).

Dans le district sanitaire de Mpanda, la situation était particulièrement préoccupante en 2022, le paludisme y représentait 53,7 % des motifs de consultation avec une incidence de 450 cas pour 1 000 habitants (PNILP, 2022).

Malgré cette situation, les efforts de lutte restent principalement concentrés sur la prise en charge du paludisme et de la malnutrition aiguë sévère, alors qu'aucun programme structuré de gestion de la malnutrition chronique, qu'elle soit modérée ou sévère, n'a été mis en place. Pourtant, des études ont montré que les enfants souffrant de retard de croissance sévère ont jusqu'à quatre fois plus de risques de décéder dans leurs premières années de vie que ceux ayant une croissance normale, en raison d'un système immunitaire affaibli et d'une moindre capacité à résister aux maladies infectieuses (Black et al., 2008). Cette vulnérabilité pourrait en partie expliquer la létalité persistante du paludisme dans certaines provinces du Burundi, comme à Cankuzo (2,4 %) et à Bubanza (0,5 %)(PNILP, 2022), en dépit de la stratégie nationale (2021-2027) qui vise à éradiquer les décès liés à cette maladie(PNILP, 2021),

Des recherches antérieures ont mis en évidence une relation bidirectionnelle entre l'état nutritionnel et les maladies infectieuses : les enfants malnutris sont plus exposés aux infections graves, tandis que ces dernières peuvent aggraver la malnutrition (Fan et al., 2022). Néanmoins, l'implication spécifique de la malnutrition chronique dans la survenue du paludisme reste controversée (Fillol et al., 2009), tout comme l'impact du paludisme sur l'état nutritionnel (Gone et al., 2017).

Les effets combinés de ces deux pathologies sur les enfants en bas âge sont potentiellement dévastateurs, mais insuffisamment explorés.

Au Burundi, où ces deux fléaux demeurent prévalents, il est urgent de mieux comprendre leur interaction, en particulier chez les enfants de moins de cinq ans, groupe d'âge le plus vulnérable. À notre connaissance, aucune étude n'a encore été publiée sur cette problématique dans le contexte burundais. Cette lacune scientifique entrave l'élaboration de stratégies de prévention et de prise en charge intégrées et efficaces. C'est dans cette optique que nous avons entrepris cette étude, visant à analyser les liens entre la malnutrition chronique et le paludisme, ainsi que les facteurs démographiques, environnementaux, socio-économiques et nutritionnels qui leur sont associés.

Questions de recherche

- La malnutrition chronique influence-t-elle la suceptibilité au paludisme ?
- Le paludisme aggrave-t-il l'état nutritionnel des enfants ?
- Quels sont les facteurs associés à ces deux pathologies chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda?

But de l'étude

Contribuer à la compréhension de l'interaction entre paludisme et la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda

Objectifs de l'étude

Objectif général

Analyser la relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda

Objectifs spécifiques

- Déterminer la prévalence de la malnutrition chronique et du paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda.
- Identifier les facteurs associés à chacune de ces pathologies.
- Évaluer l'effet du retard de croissance sur la survenue du paludisme et réciproquement.
- Analyser les facteurs nutritionnels, démographiques, socio-économiques et environnementaux liés à la malnutrition chronique et au paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda.

Hypothèses de recherche

- Il existe une relation significative entre la malnutrition chronique et la prévalence du paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda.
- La malnutrition chronique augmente la susceptibilité au paludisme.
- Le paludisme accroît le risque de malnutrition chronique.
- Des facteurs nutritionnels, démographiques, socio-économiques et environnementaux influencent significativement la survenue de ces deux pathologies chez les enfants.

I. REVUE DE LA LITTERATURE

I.1. Malnutrition

I.1.1. Définition

La malnutrition désigne un état pathologique résultant d'un déséquilibre entre les apports nutritionnels et les besoins de l'organisme en macronutriments (glucides, lipides, protéines) et/ou en micronutriments (vitamines, sels minéraux). Elle peut être causée par une alimentation inadéquate, des maladies infectieuses ou chroniques, des troubles psychologiques, ou encore des facteurs socio-économiques influençant la disponibilité ou l'absorption des nutriments (Hélène , 2007). Selon la Haute Autorité de Santé (HAS, 2019), la malnutrition est définie comme : « un déficit spécifique en énergie, en protéines ou en tout autre nutriment, provoquant une altération mesurable des fonctions corporelles, aggravant l'évolution des maladies et réversible par un traitement nutritionnel adapté ».

On distingue deux grandes formes de malnutrition :

- La malnutrition par excès (suralimentation),

- La malnutrition par carence (sous-alimentation ou dénutrition).

Certains auteurs comme Hélène Delisle réservent le terme de dysnutrition à l'ensemble des désordres nutritionnels (excès, carence, déséquilibre), tandis que malnutrition ou dénutrition désignent spécifiquement les troubles liés aux insuffisances d'apports, souvent aggravés par des infections ou des pathologies(Hélène, 2007). Dans le cadre de notre étude, le terme malnutrition sera utilisé au sens de dénutrition.

I.1.2. Formes de malnutrition

Pour assurer une croissance staturo-pondérale harmonieuse et un développement psychomoteur optimal, les enfants de moins de cinq ans ont besoin d'un apport adéquat en nutriments, à la fois en quantité et en qualité. Tout déficit ou déséquilibre dans ces apports peut entraîner une forme de malnutrition. (Siméon, 2013)On distingue plusieurs types de malnutrition :

- Les malnutritions spécifiques, dues à des carences en micronutriments, telles que les vitamines (avitaminose A, scorbut, béribéri, pellagre, etc.) ou les sels minéraux (fer, zinc, sélénium, calcium, etc.) ;

- Les malnutritions globales, résultant de carences combinées en macronutriments et micronutriments, pouvant conduire à des formes aiguës ou chroniques.

Les principales formes cliniques de malnutrition globalement reconnues chez les enfants sont :

• Malnutrition aiguë

La malnutrition aiguë résulte d'une diminution rapide de la consommation alimentaire ou d'une maladie. Elle se manifeste par un amaigrissement important (maigreur) souvent associé à des épisodes de stress nutritionnel aigu comme les épidémies, conflits ou crises alimentaires. Elle est mesurée par le rapport poids/taille et se distingue en forme modérée et sévère (Diawara, 2013).

• Insuffisance pondérale

L'insuffisance pondérale se définit par un poids inférieur à la norme pour l'âge. Elle peut résulter d'une malnutrition aiguë, chronique ou des deux. Elle est identifiée par un z-score poids-pour-âge inférieur à -2 ET. Cependant, cet indicateur ne permet pas de distinguer les deux types de malnutrition (FANTA, 2006).

• Malnutrition chronique (retard de croissance)

Le retard de croissance traduit une malnutrition chronique. Il se manifeste par une taille insuffisante par rapport à l'âge, conséquence d'un apport insuffisant prolongé en protéines et en énergie, de pratiques alimentaires inappropriées, d'infections fréquentes, et de la pauvreté (FANTA, 2003). Il est mesuré par un z-score taille-pour-âge (T/A) inférieur à -2 ET. Les enfants présentant un retard de croissance peuvent également être trop maigres pour leur taille et leur âge. Pour éviter la malnutrition chronique, trois conditions sont essentielles : un apport alimentaire suffisant, un bon état de santé avec accès aux soins, et des pratiques alimentaires et de soins adaptées (Siméon , 2013). Le retard de croissance est un indicateur des effets à long terme de la malnutrition et varie peu avec les saisons (BFA-MINSAN-ENN-SMART**,** 2019).

L'évaluation de ces formes de malnutrition repose sur l'utilisation des Z-scores, également appelés unités d'écart type (ET). Le Z-score est défini comme la différence entre la valeur mesurée chez un individu et la médiane de la population de référence pour le même âge ou la même taille, divisée par l'écart type de cette population (Siméon , 2013).

I.1.3. Mesures anthropométriques et classification de la malnutrition

L'anthropométrie est l'étude des mesures corporelles humaines. Elle constitue une méthode clé pour évaluer l'état nutritionnel des individus et des populations, ainsi que pour identifier les bénéficiaires de programmes nutritionnels. Les principales mesures utilisées sont la taille, le poids et le périmètre brachial (PB).

Ces données permettent de calculer différents indices (Tableau 1), notamment :

- Taille-pour-âge (TPA) : détecte le retard de croissance,

- Poids-pour-âge (PPA) : identifie l'insuffisance pondérale,

- Poids-pour-taille (PPT) : détermine la malnutrition aiguë,

- Indice de masse corporelle (IMC)-pour-âge,

- Périmètre brachial-pour-âge.

Les z-scores, ou scores d'écart type, comparent les mesures individuelles à celles d'une population de référence, en tenant compte de l'âge et du sexe. Un z-score entre -2 et +3 est généralement considéré comme normal. Un z-score < -2 indique un état de malnutrition modérée à sévère, selon la valeur (FANTA, 2006). Ces indices sont essentiels pour diagnostiquer les formes de malnutrition et orienter les actions de prévention ou de traitement. En fonction de la prévalence, la malnutrition est classée selon différents niveaux de sévérité comme l'illustre le tableau 1.

Tableau I: Classification de la malnutrition chez les enfants de 0-59mois (FANTA, 2006)

Indices	Modéré	Sévère	Définition
Taille-pour-âge (TPA), reflète une malnutrition chronique	z-score < -2 et ≥ -3	z-score < -3	Un retard de croissance: longueur ou taille inadéquate par rapport à l'âge
Poids-pour âge (PPA) reflète une malnutrition chronique et une malnutrition aiguë	z-score < -2 et ≥ -3	z-score < -3	Insuffisance pondérale: poids inadéquat par rapport à l'âge
Poids-pour-taille (PPT) reflète une malnutrition aiguë	z-score < -2 et ≥ -3	z-score < -3	L'émaciation: poids inadéquat par rapport à la taille (longueur) ou Tissu musculaire et stocks graisseux inadéquats dans le corps
Périmètre brachial (PB) (6-59 mois)	PB < 125 mm et ≥ 115 mm	PB < 115 mm	
Périmètre Brachial (PB) pour âge (3-59 mois)	z-score < -2 et ≥ -3	z-score < -3	
œdème bilatéral prenant le godet	Tout œdème bilatéral prenant le godet reflète une malnutrition aiguë sévère Accumulation de fluide qui commence dans les deux pieds et qui peut progresser vers d'autres parties du corps		

I.1.4. Causes de la malnutrition

La malnutrition résulte d'une interaction complexe de facteurs interdépendants, généralement liés à la consommation alimentaire, à l'accès aux soins de santé, à l'assainissement, à l'éducation, ainsi qu'aux dynamiques de genre, à l'équité sociale, au contexte socioculturel et à l'environnement local. Le modèle causal de la FAO illustre clairement comment ces différentes causes interagissent pour influencer l'état nutritionnel des enfants (Fig.I). Selon ce modèle, le retard de croissance principale manifestation de la malnutrition chronique découle de trois niveaux de causes : les causes immédiates (insuffisance alimentaire et maladies), les causes sous-jacentes (insécurité alimentaire, accès limité aux soins, pratiques de soins inadéquates,

environnement insalubre) et les causes fondamentales (facteurs structurels tels que la pauvreté, les inégalités sociales, les politiques publiques et les systèmes économiques) (Cissouma, 2022)**.**

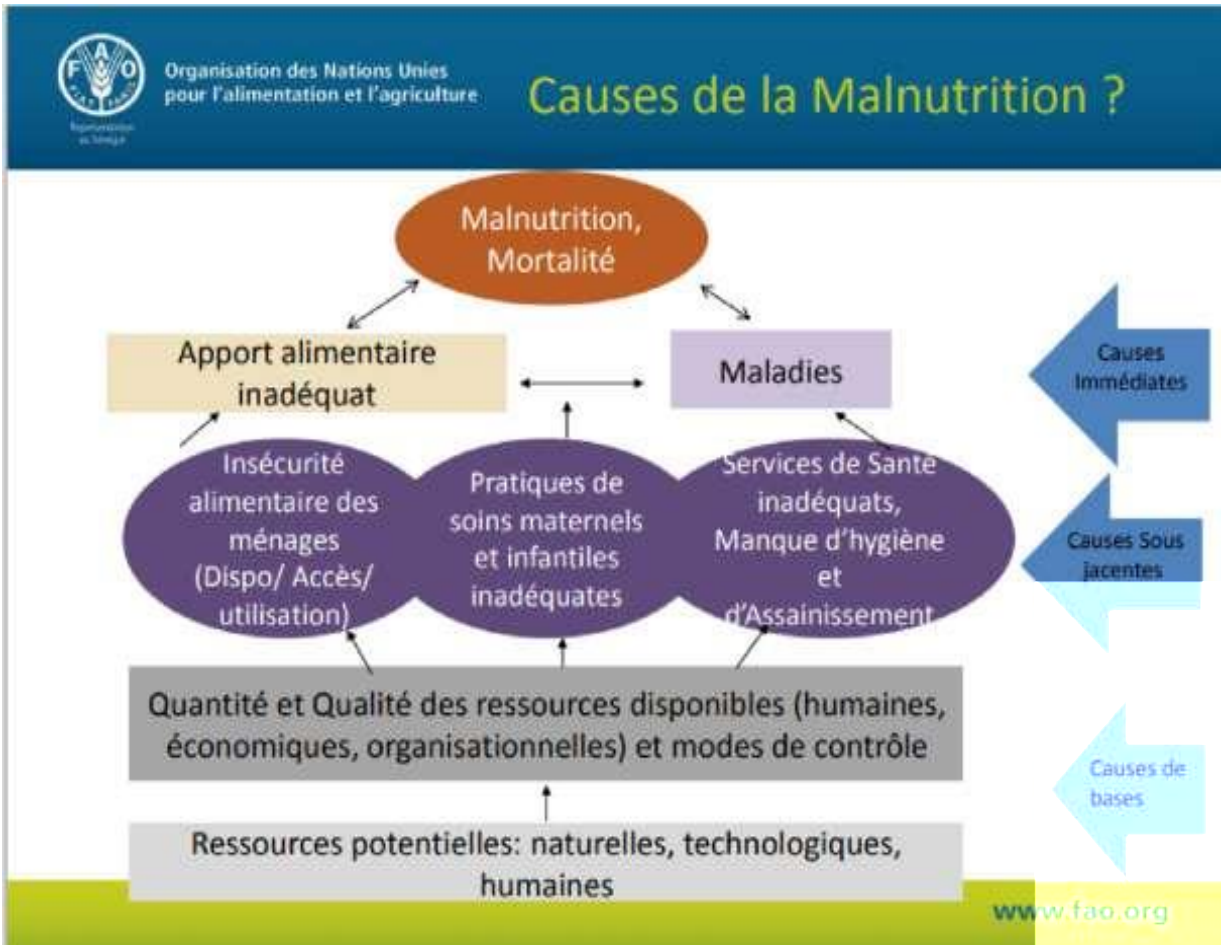


Figure I: causes de la malnutrition

Causes directes ou immédiates :

Les causes immédiates de la malnutrition chronique agissent au niveau de l'individu. Elles comprennent principalement une alimentation inadéquate et les maladies infectieuses. Les enfants sont particulièrement exposés à un risque élevé de maladies diarrhéiques, d'infections respiratoires aiguës et de paludisme, qui affaiblissent leur système immunitaire et augmentent leur vulnérabilité à la sous-nutrition. Inversement, les enfants souffrant de malnutrition présentent un système immunitaire affaibli, les rendant plus susceptibles de contracter ces maladies. Cette interdépendance crée un cercle vicieux maladie-malnutrition (PNIN, 2021).

Causes sous-jacentes :

Les causes sous-jacentes agissent au niveau des ménages et des communautés. Elles sont regroupées en trois catégories principales (PNIN, 2021) :

1. L'insécurité alimentaire des ménages, qui dépend de la disponibilité, de l'accessibilité, de la stabilité et de la bonne utilisation des aliments ;

2. Les pratiques de soins et d'alimentation inadaptées, influencées par l'environnement social et culturel. Elles concernent notamment :

- L'alimentation inadéquate des nourrissons et jeunes enfants ;
- Le manque d'accès à des services de santé, de protection, de soutien psychosocial et d'éducation, surtout pour les femmes et les enfants ;
- L'éducation des femmes, l'accès aux services de santé, l'utilisation de l'eau potable, l'assainissement, la division genre du travail, et les ressources disponibles (temps, revenus, connaissances).

3. La santé publique, qui inclut l'accès à des services de santé curatifs et préventifs de qualité, l'eau potable, les infrastructures sanitaires, des conditions de logement adéquates et un environnement sain.

Causes fondamentales ou structurelles :

Ces causes concernent l'ensemble de la société. Elles renvoient au contexte socio-économique, politique et idéologique qui détermine la répartition des ressources, du capital financier et des opportunités. La pauvreté constitue la principale cause structurelle : elle limite l'accès aux soins de santé, à une alimentation de qualité et au pouvoir d'achat (PNIN, 2021).

L'environnement politique et économique influence fortement la manière dont les ressources sont exploitées et redistribuées.

Parmi les facteurs aggravants, on retrouve :

- Les systèmes politiques, juridiques, culturels et religieux qui restreignent l'accès équitable aux ressources ;

- La discrimination basée sur l'ethnie, la religion ou l'appartenance communautaire, qui accentue l'exclusion déjà causée par la pauvreté (PNIN, 2021).

Au Burundi, la malnutrition est liée à l'ensemble de ces dimensions. Si certaines causes, comme les maladies et le manque d'alimentation, sont facilement observables, d'autres sont plus structurelles. Les ménages pauvres, en particulier, n'ont pas accès aux facteurs de production et leur pouvoir d'achat ne leur permet pas de se procurer une alimentation suffisante et équilibrée. L'augmentation constante des prix des denrées alimentaires et du carburant aggrave cette situation, rendant les conditions de vie encore plus difficiles pour les plus vulnérables (CAADP, 2013).

Selon le rapport SitAn 2013 au Burundi, les causes de la malnutrition chronique incluent également l'insécurité alimentaire, des pratiques inappropriées de soins et d'alimentation du jeune enfant, des conditions sanitaires précaires et des facteurs socio-économiques et démographiques (UNICEF Burundi, 2013). selon les enquêtes antérieures, certaines provinces du Burundi avaient présenté des taux élevés de malnutrition chronique malgré une insécurité alimentaire relativement faible, ce qui souligne le caractère multisectoriel du problème (INSBU, 2018).

Autres facteurs associés à la malnutrition chronique chez les enfants de moins de 5 ans

Plusieurs études ont mis en évidence divers facteurs associés à la malnutrition chronique, notamment :

1. Les infections

Les maladies récurrentes comme le paludisme, la pneumonie et les diarrhées contribuent fortement au retard de croissance. Le paludisme, en particulier, peut avoir des effets dès la grossesse (Das et al., 2018).

2. Allaitement maternel et alimentation complémentaire

Une initiation tardive de l'allaitement, son interruption prématurée ou l'absence d'allaitement exclusif pendant les six premiers mois sont associées à un retard de croissance (Ranadip et al., 2015 ; Campos et al., 2020 ; Danaei et al., 2016).

3. Facteurs sociodémographiques liés à la mère et à l'enfant

Le retard de croissance peut débuter dès la grossesse. Le niveau d'instruction de la mère, son âge, son état nutritionnel, et son autonomie sont des facteurs déterminants (Abuya et al., 2012; Black et al., 2008; Upul et al., 2011; Jakobsen et al., 2003).

Le sexe masculin de l'enfant, l'âge, le milieu rural, l'intervalle entre les naissances et le faible poids de naissance sont aussi liés à la malnutrition chronique (Kandala et al., 2011; Wamani et al., 2007; Savy et al., 2007). Le milieu rural est un facteur de risque de la malnutrition chronique selon les auteurs (Mukalay et al., 2003; Savy et al., 2007). Toutes les études ne confirment pas systématiquement l'influence de ces facteurs. Cependant, il ressort clairement qu'au-delà des aspects individuels, les facteurs institutionnels, environnementaux et économiques jouent un rôle majeur dans la survenue du retard de croissance.

I.1.5. Conséquences de la malnutrition chronique

- **Conséquences économiques en cas d'absence de mesures adéquates de prévention :**

Le déficit en développement moteur et cognitif ainsi que l'augmentation de la morbidité associée à la malnutrition chronique perpétuent le cycle intergénérationnel de la pauvreté. Cela réduit les opportunités individuelles, limite la résilience des ménages, affaiblit les économies locales et freine significativement le développement national. Les maladies chroniques induites par la malnutrition génèrent des coûts économiques substantiels pour les ménages, liés tant aux soins médicaux qu'à la perte de productivité et d'opportunités d'emploi. (ACF, 2023)

Des études estiment qu'un adulte ayant souffert de malnutrition chronique dans l'enfance perçoit en moyenne 20 % de revenus en moins par rapport à un adulte bien nourri, avec une perte de PIB par habitant pouvant atteindre 13 % (Emanuela et al, 2019; GPAFN, 2016). À l'échelle mondiale, la malnutrition infantile sous toutes ses formes représente un coût de 3 500 milliards de dollars, incluant les charges économiques supportées par les familles et la perte de capital humain productif (COHA, 2020). Dans les pays à faibles et moyens revenus, elle engendre chaque année des pertes estimées à au moins 135 milliards de dollars dans le secteur privé (Nadia et al , 2022).

Le creusement des inégalités et l'aggravation de la pauvreté mondiale traduisent un manque de capacité et de volonté politique, tant au niveau national qu'international, à faire de la nutrition une priorité stratégique.

- **Le cycle intergénérationnel de la sous-nutrition**

À court terme, les enfants atteints de malnutrition chronique sévère sont jusqu'à quatre fois plus exposés au risque de mortalité infantile(Black et al., 2008). Leur système immunitaire étant affaibli, ils sont moins capables de résister aux infections comme la diarrhée ou la pneumonie (Black et al., 2008 ; Prendergast & Humphrey, 2014).

Ces enfants présentent également un risque accru de souffrir de malnutrition aiguë, d'anémie et de carences en micronutriments (Black et al., 2013).

Les 1000 premiers jours (de la conception jusqu'à l'âge de deux ans) sont cruciaux pour le développement du cerveau. Une nutrition inadéquate durant cette période a des conséquences durables : retards cognitifs, mauvais résultats scolaires, faible productivité à l'âge adulte, et risque accru de pauvreté (Leroy & Frongillo, 2019; Mercedes & Francesco, 2016).

La malnutrition chronique empêche les enfants d'atteindre leur plein potentiel physique et cognitif, que ce soit durant l'enfance, l'adolescence ou l'âge adulte (Mercedes & Francesco, 2016). Sa manifestation la plus visible – la petite taille pour l'âge – masque des déficits plus graves au niveau du développement moteur, cognitif et langagier.

La malnutrition se transmet d'une génération à l'autre (figure 2) : un nouveau-né de faible poids à la naissance, souvent en raison d'un retard de croissance intra-utérin, risque de devenir une adulte de petite taille et en mauvaise santé. Si c'est une fille, elle est plus susceptible de donner naissance, à son tour, à un enfant de faible poids, perpétuant ainsi le cycle intergénérationnel de la malnutrition. L'état nutritionnel et de santé des mères exercent une influence déterminante sur la santé, le bien-être et la nutrition de leurs enfants. En l'absence de stratégies efficaces de prévention, ce cycle se poursuit inlassablement (PNIN, 2021)

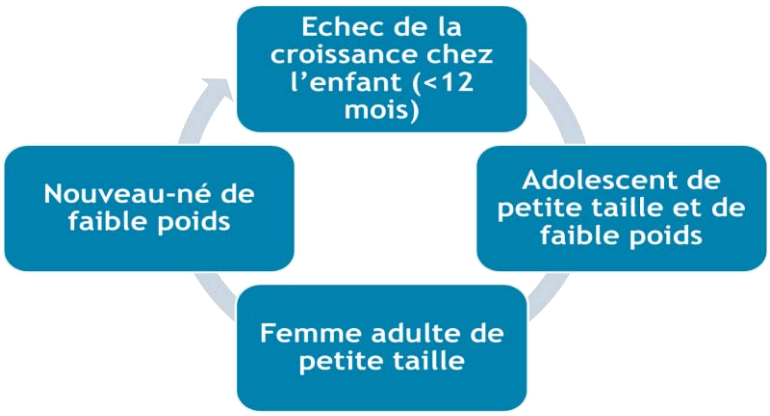


Figure II: Cycle intergénérationnel de la sous-nutrition

I.1.6. Notions de vulnérabilité

Au niveau individuel, certaines conditions physiologiques, sociales, géographiques ou politiques renforcent la vulnérabilité à l'insécurité nutritionnelle. La plateforme nationale pour la nutrition au Niger i dentifié en 2021 plusieurs formes de vulnérabilité(PNIN, 2021) :

- Physiologique : concerne les enfants de moins de 5 ans, les femmes enceintes ou allaitantes, les personnes âgées ou atteintes de maladies chroniques ;

- Géographique : touche les zones sujettes aux inondations, à la sécheresse, ou les zones de conflits armés ;

- Politique : affecte les populations persécutées, déplacées ou réfugiées, et celles exposées à la discrimination.

Les ménages déjà défavorisés sont généralement les plus affectés par les catastrophes naturelles (sécheresse, inondations), les chocs saisonniers (hausse des prix, détérioration des termes de l'échange) et les conséquences du changement climatique, renforçant ainsi les effets en cascade à tous les niveaux de causalité. Les formes spécifiques de vulnérabilité comprennent notamment:

- La précarité de la situation sanitaire et nutritionnelle de base ;
- La pauvreté urbaine, la surpopulation, le manque d'infrastructures sanitaires, l'insuffisance d'accès à l'eau potable et à l'assainissement, la pollution urbaine, les pénuries alimentaires, le manque d'accès à la terre ;
- Le VIH/SIDA, qui peut aggraver l'insécurité alimentaire et réduire la force de travail ;
- Les crises mondiales et pandémies (ex. : COVID-19) qui désorganisent les systèmes alimentaires.

I.2. Paludisme

I.2.1. Définition

Le paludisme, ou malaria, est une maladie fébrile hémolytique causée par des parasites du genre Plasmodium. Après une phase de développement hépatique, les parasites envahissent les globules rouges. La maladie est transmise à l'homme par la piqûre infectante de moustiques femelles du genre Anophèles (Candolfi et al., 2007; Cissouma, 2022).

I.2.2. Epidémiologie

I.2.2.1. Répartition géographique

La répartition du paludisme à travers le monde dépend de plusieurs facteurs, notamment la présence des moustiques vecteurs (Anophèles), les conditions climatiques et biologiques locales, ainsi que les caractéristiques propres aux différentes espèces de *Plasmodium*. Cette variabilité se manifeste à toutes les échelles : continents, pays, régions, voire au sein d'un même village (ANOFEL, 2014).

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

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

- Les zones de paludisme stable, où la forte transmission entraîne une prémunition.
- Les zones de paludisme instable, où le caractère épisodique de la transmission ne permet pas le développement de la prémunition (Cissouma, 2022).

Dans de nombreuses régions, la transmission est saisonnière, avec un pic pendant ou après la saison des pluies. Les épidémies peuvent survenir suite à des conditions climatiques favorables ou lors de déplacements de populations faiblement immunisées vers des zones à forte transmission (Denou, 2020).

Au Burundi, selon le rapport de stratification de 2021, il n'existe pas de corrélation évidente entre pluviosité et paludisme. Une nouvelle stratification a identifié quatre zones de risque :

a. Zone à très haut risque : Nord-Est et centre (17 districts ; 40 % du territoire) ;
b. Zone à haut risque : Ceinture Nord-Ouest / Sud-Est (14 districts ; 30 %) ;
c. Zone à risque moyen : Nord, centre-ouest, sud-ouest (12 districts ; 25 %) ;
d. Zone à très bas risque : Sud et centre-ouest (4 districts) (PNLP, 2021).

I.2.2.2. Agents pathogènes.

L'agent responsable du paludisme est un parasite protiste du phylum des Apicomplexes et du genre Plasmodium. Cinq espèces sont naturellement infectieuses pour l'homme :

- Plasmodium falciparum responsable de la forme la plus grave de la maladie, souvent mortelle, présent dans les régions équatoriales et subtropicales.
- Plasmodium vivax, largement répandu en Amérique du Sud et en Asie, pouvant causer des accès de reviviscence pendant 3 à 4 ans.
- Plasmodium ovale, présent en Afrique intertropicale du centre et de l'ouest, ainsi que dans certaines régions du Pacifique (principalement présent dans les zones endémiques où P. vivax est absent), pouvant lui aussi causer des accès de reviviscence pendant 5 ans.
- Plasmodium malariae, dont la répartition géographique est dispersée et provoquant des accès palustres récurrents très tardifs qui peuvent avoir lieu jusqu'à 20 ans après l'infection originelle.
- Plasmodium knowlesi, dont les infections chez l'humain ont jusqu'à récemment été attribuées par erreur à Plasmodium malariae(Nadia, 2008)

I.2.2.3. Vecteurs

Le vecteur est un moustique culicidé du genre Anophèles, seule la femelle hématophage assure la transmission (Dia , 2011). L'anophèle femelle a besoin de prendre des repas sanguins pour la maturation des œufs, pique la nuit entre le coucher et le lever du soleil, vit dans ou hors des maisons (endophile / exophile) et préfère l'homme ou les animaux (anthropophile / zoophile)(Aubry, 2015)

I.2.2.4. Sujet réceptif.

L'être humain ne possède pas d'immunité innée contre le paludisme. Une exposition répétée permet toutefois le développement d'une immunité partielle, appelée prémunition, qui atténue les symptômes sans empêcher les infections. Certaines résistances génétiques existent :

- Absence de l'antigène Duffy (génotype Fy[a–b]) : confère une protection contre *P. vivax* ;
- Présence de l'hémoglobine S (HbS) : chez les hétérozygotes, elle réduit la gravité des formes à *P. falciparum*(Ambroise et al 1991)

I.2.2.5. Mode de transmission

La connaissance du cycle du paludisme permet de comprendre les modalités de transmission de la maladie. Le paludisme est transmis, pendant la nuit, par la piqûre d'un moustique, l'anophèle femelle. La phase sanguine du cycle rend possible d'autres modes de contamination : transmission congénitale, transfusionnelle, par greffe d'organe ou transmission accidentelle chez des personnels de santé manipulant du sang contaminé. En pratique ces transmissions sont tout à fait exceptionnelles et n'influencent pas l'épidémiologie (ANOFEL, 2014)

L'épidémiologie du paludisme comporte l'étude de quatre éléments dont la réunion simultanée est indispensable au développement de la maladie :

- La présence d'hommes porteurs de gamétocytes du Plasmodium dans leur sang périphérique: le développement du parasite ne se poursuit que lorsque les gamétocytes sont ingérés par le moustique Anophèles. Cela suppose que le portage des formes sexuées soit essentiel dans le développement du parasite, en effet c'est chez le moustique anophèle qu'a lieu les recombinaisons durant la méiose (Ranford-cartwright et al., 1991). Ainsi, les porteurs de gamétocytes sont essentiels dans la transmission, d'où l'idée de la recherche d'un vaccin bloquant la transmission entre l'homme et le vecteur.
- L'existence d'une population d'anophèles vecteurs : très souvent la présence des anophèles ne signifie pas la transmission malgré la présence de porteur de gamétocytes. Pour qu'il ait une transmission il faudra une compatibilité entre le parasite et le vecteur. Le parasite a besoin de conditions physiologiques pouvant permettre son développement (sa morphogenèse) en défiant la réponse immunitaire de son hôte. Ainsi, il y a une spécificité d'interaction entre le parasite et le vecteur qui est la base du maintien de la transmission d'un agent infectieux. En général, la chaîne épidémiologique du paludisme requiert cette compatibilité.(Dia , 2011)
- La présence d'hommes réceptifs au Plasmodium : des études ont bien montré la présence des récepteurs antigéniques par lesquels le parasite pénètre les globules rouges. C'est ainsi que les antigènes Duffy sont nécessaires pour l'infection des hématies par le *Plasmodium vivax*(Mouchet et al., 1993). C'est pour cette raison que les infections par *P. vivax* sont rares dans la population mélanoderme qui est Duffy négatif en Afrique.
- Des conditions écologiques favorables : la température, la pluviométrie et l'humidité relative sont des éléments déterminants dans l'épidémiologie du paludisme (Dia , 2011)

I.2.2.6. Cycle évolutif du plasmodium.

Comme l'illustre la figure III, le cycle se déroule successivement chez l'homme (phase asexuée chez l'hôte intermédiaire) et chez l'anophèle (phase sexuée chez l'hôte définitif)(Cissouma, 2022)

Chez l'homme :

Au cours de la piqûre, le moustique infesté injecte avec sa salive des centaines de parasites, sous forme de sporozoïtes fusiformes (8 à 12 µm x 1 µm) qui ne restent dans la circulation sanguine qu'une demi -heure. Ils gagnent rapidement le foie où s'effectue le cycle exo érythrocytaire primaire (syn. : cycle pré érythrocytaire, schizogonie tissulaire primaire) : les sporozoïtes pénètrent dans les hépatocytes où ils se « cachent» sous le nom de cryptozoïtes; ceux-ci grossissent, leur noyau se divise et en une semaine environ est constitué un schizonte mature ou corps bleu, basophile, volumineux (40 à 100 µm) contenant quelques milliers de noyaux, déformant l' hépatocyte hôte et repoussant son noyau en périphérie. L'éclatement du corps bleu libère de nombreux mérozoïtes qui, pour la plupart, surchargent les capillaires sinusoïdaux et passent dans la circulation, amorçant les premières schizogonies sanguines. (Marc et al, 1993)

Cependant, en cas d'infestation par *P. vivax, ou P. ovale.* Certains cryptozoïtes peuvent rester quiescents pendant un temps variable (quelques mois à plusieurs années) déterminé génétiquement selon la souche. Lorsque ces parasites quiescents, appelés hypnozoïtes, entrent en division, effectuant un cycle exo érythrocytaire secondaire ou plutôt retardé (syn. : schizogonie tissulaire secondaire), ils sont à l'origine de nouveaux corps bleus susceptibles de réensemencer le sang en mérozoïtes des mois ou des années après la primo-invasion et de déterminer ainsi des reviviscences schizogonique érythrocytaires. (Ambroise et al, 1991)

Il y aurait ainsi 2 populations de sporozoïtes, les uns évoluant immédiatement jusqu'au stade de corps bleu intrahépatique et les autres, les hypnozoïtes restant un certain temps « endormis » dans les hépatocytes. *P. falciparum* (*P. malariae* sans doute) ne comporte ni hypnozoïtes ni schizogonie tissulaire secondaire. Dans le sang s'effectue le cycle asexué érythrocytaire (syn. : schizogonie érythrocytaire), Chaque mérozoïte pénètre par endocytose dans une hématie et s'y transforme en trophozoïtes. Celui-ci mesure 2 à 3 µm ct possède une volumineuse vacuole nutritive qui refoule en périphérie son cytoplasme et son noyau. Il grossit, et son noyau se divise : c'est alors un schizonte qui se charge de pigment malarique ou hémozoïne.

La multiplication des noyaux dont chacun s'entoure d'une plage cytoplasmique forme un schizonte mûr ou un corps en rosace. (Ambroise et., 1991; ANOFEL, 2014; Marc et al, 1993)

Parallèlement, l'hémoglobine se dégrade et, dans l'hématie parasitée, apparaissent des granulations de Schüffner (*P.vivax, P. ovale*), des taches de Maurer (*P. falciparum*) ou rien (*P. malariae*). Le corps en rosace dilaté et mûr éclate; cet éclatement, contemporain de l'accès fébrile, libère des mérozoïtes qui vont parasiter des hématies vierges et effectuer de nouveaux cycles schizogonique érythrocytaires. Chaque cycle érythrocytaire dure 48 heures pour *P. vivax, P. ovale*, ou *P. falciparum*, 72 heures pour *P. malariae* et 24 heures pour *P. knowlesi*. Lors de l'éclatement des rosaces, l'hémozoïne libérée est phagocytée soit dans le sang par des polynucléaires neutrophiles ou des monocytes, qui deviennent mélanifères, soit par des histiocytes dans le foie (cel1ules de Kupffer), la rate ou la moelle hématopoïétique. Dans le sang s'amorce enfin le cycle sexué ou sporogonique. Après plusieurs cycles schizogonique, apparaissent dans les hématies des éléments à potentiel sexuel, les gamétocytes mâles et femelles (Ambroise et al., 1991; ANOFEL, 2014; Marc et al, 1993).

Chez l'anophèle

Chez l'anophèle femelle s'effectue le cycle sexué ou sporogonique. En prenant son repas sanguin sur un paludéen, l'anophèle femelle absorbe des trophozoïtes, des schizontes, des rosaces, des gamétocytes. Les éléments asexués sont digérés et seuls les gamétocytes ingérés assurent la poursuite du cycle. Dans l'estomac du moustique, le gamétocyte mâle se transforme en gamète par exflagellation, le gamétocyte femelle par expulsion de corpuscules chromatiniens. La fécondation du gamète femelle donne un œuf mobile, l'ookinète, qui tr averse la paroi de l'estomac de l'anophèle et se fixe au niveau de sa face externe formant l'oocyste, dans lequel s'individualisent les sporozoïtes. Libérés par l'éclatement de l'oocyste, ces derniers gagnent avec prédilection les glandes salivaires de l'anophèle. La durée du cycle sporogonique varie de 10 à 40 jours selon la température et l'espèce plasmodiale. (ANOFEL, 2014; Marc et al, 1993)

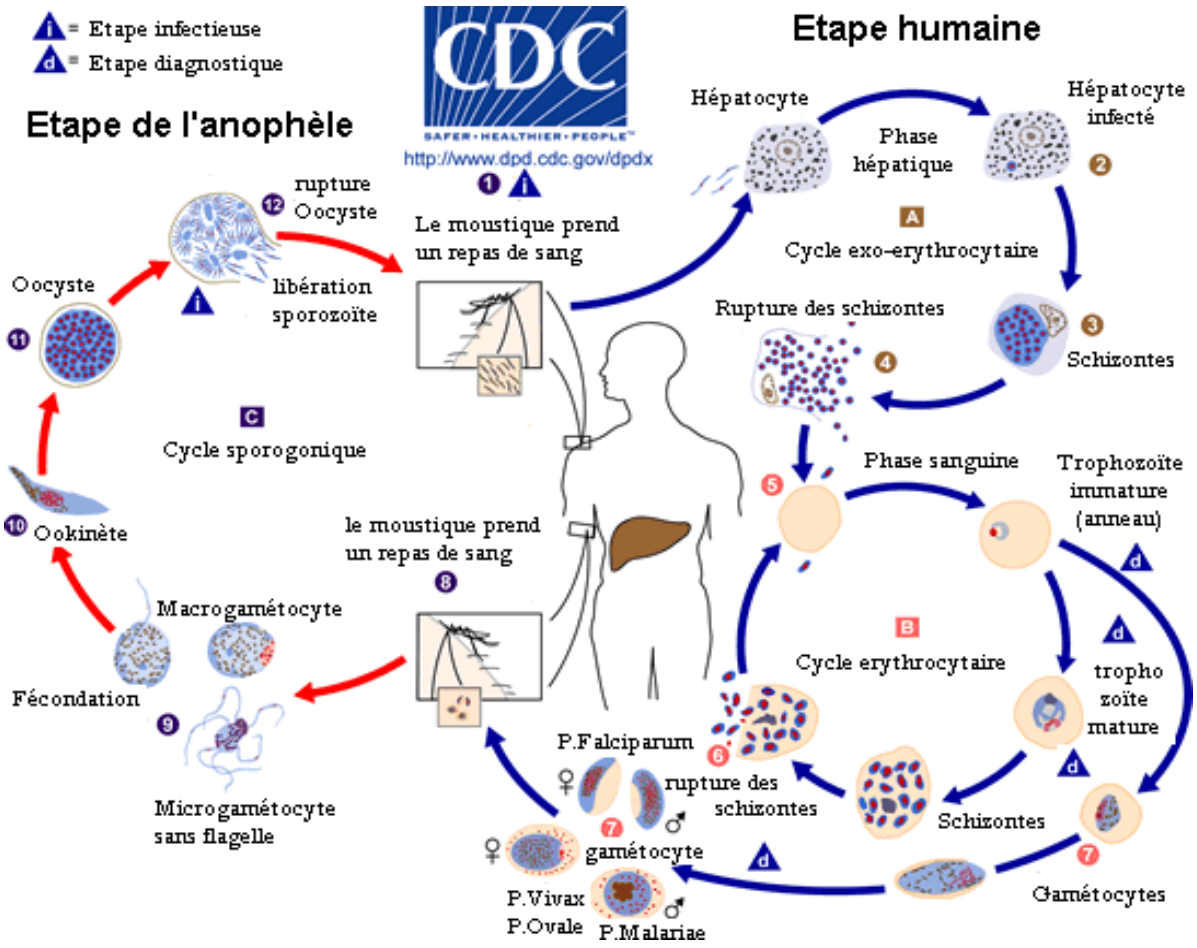


Figure III: Cycle évolutif du plasmodium

I.2.3. Physiopathologie du paludisme

La symptomatologie de la maladie dépend de plusieurs facteurs, tant liés au malade (notamment le niveau d'immunité acquise) qu'au parasite (espèce plasmodiale, intensité de l'infestation, mode d'inoculation, phase de développement parasitaire) (Ambroise et al., 1991; Dia , 2011)

I.2.3.1. Accès palustre simple

Pour la fièvre, le facteur déclenchant est la libération, lors de l'éclatement des hématies parasitées, du pigment malarique (hémozoïne). Ce dernier agit comme une véritable substance pyrogène, influençant les centres bulbaires de la thermorégulation (Dia, 2011).

Au début de l'infection, le cycle endo-érythrocytaire du Plasmodium est mal synchronisé, ce qui entraîne une fièvre continue, modérée ou élevée en fonction de la parasitémie. En revanche, à mesure que ce cycle devient progressivement plus synchronisé, la libération du pigment

malarique se répète de manière régulière, ce qui confère à l'accès palustre l'une de ses principales caractéristiques cliniques : la périodicité (Ambroise et al., 1991; Dia, 2011).

La thrombopénie observée résulte également d'une séquestration des plaquettes : des antigènes plasmodiaux solubles induiraient la fixation d'immunoglobulines G antiplaquettaires. L'hépatomégalie et, surtout, la splénomégalie sont le résultat de l'hyperactivité du système monocyte-macrophage, chargé d'éliminer à la fois le pigment malarique et les débris érythrocytaires (Ambroise et al., 1991). La rate joue un rôle crucial par la synthèse d'anticorps au niveau de ses formations lymphoïdes et par la phagocytose des hématies parasitées via ses monocytes-macrophages. Le foie participe à ce processus grâce à l'activité phagocytaire des cellules de Kuppfer et à la transformation de l'hémoglobine libérée en bilirubine libre, ce qui peut entraîner un subictère (Marc et al, 1993)

I.2.3.2. Accès pernicieux

L'accès pernicieux du paludisme, qui se manifeste par des complications viscérales, neurologiques et rénales, reste une érythrocytopathie parasitaire dont la physiopathologie demeure encore partiellement élucidée. Ses particularités symptomatiques sont dues à la multiplication rapide de *Plasmodium falciparum* dans les capillaires des organes profonds, entraînant une anoxie des tissus nobles, notamment au niveau du cerveau, puis des reins, des poumons et du foie, en raison de l'anémie hémolytique, des troubles de la microcirculation et des phénomènes cytotoxiques (Marc et al, 1993).

Le neuropaludisme (ou "cerebral malaria", selon la terminologie anglo-saxonne) et l'anémie représentent les complications majeures du paludisme à *P. falciparum*. Initialement basées sur des études anatomopathologiques post-mortem de patients décédés du neuropaludisme, de nombreuses recherches ont été menées pour clarifier sa physiopathologie. Plusieurs théories complémentaires sont actuellement envisagées, notamment la séquestration des hématies parasitées par les formes matures de *Plasmodium*, qui adhèrent aux cellules endothéliales des microvaisseaux, ainsi que l'intervention de cytokines ou d'autres médiateurs (ANOFEL, 2009):

Séquestration :

Les formes âgées de *P. falciparum* (trophozoïtes âgés, schizontes) disparaissent de la circulation sanguine périphérique et sont séquestrées dans les capillaires des organes profonds (cerveau, mais aussi reins, poumons, etc.)(ANOFEL, 2009)

Cette séquestration résulte, au moins en partie, de phénomènes d'adhésion cellulaire (cytoadhérence) entre les globules rouges parasités et les cellules endothéliales de ces capillaires.

Cette cytoadhérence est médiée par des interactions entre des récepteurs moléculaires présents à la surface des globules rouges parasités (PfEMP1) et des récepteurs spécifiques des cellules endothéliales (ICAM-1). La séquestration peut également être renforcée par des blocages dans les capillaires, dus à une déformabilité réduite des hématies parasitées, ainsi qu'à la formation de rosettes : des agrégats composés d'une hématie parasitée à laquelle plusieurs hématies non parasitées adhèrent.(ANOFEL, 2009; Fillol, 2009)

***Cytokines et autres médiateurs** :*

Des cytokines pro-inflammatoires (TNF-α, IFN-γ, IL-1, IL-6, etc.) et divers produits métaboliques (NO, acide lactique, etc.) sont produits en cascade lors du neuropaludisme. Leur action semble se conjuguer avec le phénomène de blocage circulatoire, conséquence de la séquestration des hématies parasitées. Bien que les modèles expérimentaux soient nécessairement réducteurs, il demeure difficile de déterminer comment ces différents mécanismes interagissent in vivo. Ce qui a été observé au niveau cérébral est probablement également vrai pour d'autres organes (reins, poumons, placenta, etc.), expliquant ainsi la défaillance multiviscérale parfois observée lors d'un accès palustre grave. Il devient évident que la physiopathologie du paludisme grave est bien plus complexe qu'on ne l'avait envisagé initialement (ANOFEL, 2009) .

L'anémie résulte en partie de facteurs mécaniques (éclatement des hématies parasitées), mais aussi d'autres mécanismes :

i) La fixation d'antigènes plasmodiaux solubles sur les membranes érythrocytaires, responsables de l'immuno-hémolyse sous l'action des anticorps correspondants ou d'auto-anticorps ;

ii) L'action de facteurs plasmatiques libérés par les plasmodiums qui fragilisent les parois érythrocytaires ;

iii) L'activité opsonisante d'autres produits du métabolisme parasitaire, favorisant la phagocytose des hématies par les cellules monocytaires (Ambroise et al., 1991)

I.2.4. Manifestations cliniques

I.2.4.1. Accès de primo-invasion

Il touche principalement les individus naïfs et les enfants de moins de 5 ans. Il se caractérise par une fièvre élevée (39-40°C), généralement continue, parfois irrégulière. Un malaise général est souvent accompagné de courbatures, de céphalées, de douleurs abdominales, de nausées, de vomissements, de diarrhées (le classique "embarras gastrique fébrile") et de myalgies.

L'examen physique peut révéler une discrète hépatomégalie douloureuse, mais sans splénomégalie (Dia , 2011).

I.2.4.2. Accès palustre à fièvre périodique

Les accès de fièvre surviennent avec une périodicité de 36 à 48 heures pour *P. falciparum*. Ils se déroulent de manière stéréotypée en trois phases (Dia, 2011):

- Phase de frissons (1 heure) : Sensation de froid intense, le malade grelotte et accumule des couvertures. La température grimpe à 39°C, le pouls devient rapide, la tension artérielle est basse, parfois accompagnée d'une splénomégalie.
- Phase de chaleur (2 à 6 heures) : La température atteint 40°C ; la peau est brûlante et le malade rejette les couvertures. Soif, nausées, céphalées sont fréquentes. La rate peut diminuer de volume.
- Phase de sueurs (1 à 2 heures) : Abondantes, le malade transpire largement et mouille ses draps. La température chute et est suivie d'une sensation de bien-être. Cet accès palustre est considéré comme "simple", car il n'est pas associé à de signes de gravité (Dia , 2011).

I.2.4.3. Accès palustre grave

Selon l'OMS, le paludisme grave se définit par la présence de trophozoïtes de *Plasmodium falciparum* dans le sang et la présence d'au moins un des critères de gravité suivants (Camara et al., 2011; Cissouma, 2022) :

1. Troubles de la conscience (Score de Glasgow modifié ≤ 9 chez l'adulte et l'enfant de plus de 5 ans, et Score de Blantyre ≤ 2 chez le petit enfant).
2. Convulsions répétées (≥ 2 / 24 heures, malgré la correction de l'hyperthermie).
3. Obnubilation ou prostration (Extrême faiblesse ou, chez l'enfant, "impossibilité de tenir assis pour un enfant en âge de le faire, ou de boire pour un enfant trop jeune pour tenir assis").

4. Détresse respiratoire (Définition clinique).

5. Ictère clinique ou biologique (bilirubine > 50 µmol/L).

6. Hémoglobinurie macroscopique (Urines rouges-foncées ou noires, absence d'hématurie microscopique).

7. Collapsus circulatoire (TAS < 80 mmHg chez l'adulte, TAS < 50 mmHg chez l'enfant).

8. Œdème pulmonaire (Définition radiologique).

9. Saignements anormaux (Définition clinique).

10. Anémie grave (Adulte : Hb < 7 g/dL ou Ht < 20 % ; Enfant : Hb < 5 g/dL ou Ht < 15%).

11. Hypoglycémie (Glycémie < 2,2 mmol/L).

12. Acidose métabolique (pH < 7,35 ou bicarbonates < 15 mmol/L).

13. Hyperlactatémie (Lactates plasmatiques > 5 mmol/L).

14. Hyperparasitémie > 4 % chez un sujet non immunisé

I.2.4.4. Autres complications

- **La fièvre bilieuse hémoglobinurique**

Bien connue avant 1950, en rapport avec les prises de quinine dans une zone d'endémie à P. falciparum, la FBH a resurgi au cours de ces dernières années. Les cas sont toujours observés avec la quinine, mais aussi avec des molécules de structure chimique apparentée (halofantrine) (Aubry, 2015).

Elle est caractérisée par la survenue d'une hémolyse intravasculaire aiguë se traduisant cliniquement par une anémie hémolytique, une insuffisance rénale aiguë et une hypovolémie. Son diagnostic repose essentiellement sur la clinique notamment la couleur des urines d'aspect rouge porto (Aliou et al, 2015).

Sur le frottis mince et la goutte épaisse, les hématozoaires sont peu nombreux voire absents (Dia, 2011).

- **Le paludisme viscéral évolutif**

Cette forme de paludisme se manifeste par une fièvre modérée persistante, accompagnée d'un affaiblissement progressif de l'état général, dont le signe le plus marquant est un amaigrissement notable.

La splénomégalie, volumineuse et sensible, est constante chez l'enfant. L'examen clinique peut révéler des signes d'anémie : pâleur, dyspnée, tachycardie, œdèmes des membres inférieurs. Cette forme touche surtout les enfants âgés de 2 à 5 ans vivant en zones d'endémie. La goutte épaisse met parfois en évidence quelques *P. falciparum*.

Sous traitement, l'évolution est généralement favorable. En l'absence de traitement, des poussées récidivantes peuvent survenir, mais une amélioration est possible à mesure que l'immunité se renforce (Dia, 2011)

I.2.5. Diagnostic biologique

I.2.5.1. Diagnostic d'orientation

A la numération formule sanguine , il peut exister une anémie hémolytique, une thrombopénie avec ou sans leucopénie (Candolfi et al., 2007)

I.2.5.2 Mise en évidence du parasite

La méthode de référence recommandée par l'OMS pour identifier *Plasmodium spp.* reste l'examen microscopique combiné : goutte épaisse et frottis sanguin mince (OMS, 2014; Rogier et al., 2009). Cette technique permet de confirmer le diagnostic, de quantifier la parasitémie et de suivre l'efficacité du traitement. Peu coûteuse, elle demeure la plus utilisée, bien que sa fiabilité dépende de l'expertise du biologiste et du niveau de parasitémie. Cependant, l'identification de l'espèce peut être difficile, surtout en cas de parasitémie faible ou de parasites altérés par un traitement préalable. Si les résultats sont négatifs malgré une forte suspicion clinique, l'examen doit être répété six heures plus tard (Rogier et al., 2009).

Des tests de diagnostic rapide (TDR) basés sur l'immunochromatographie sont également disponibles. Le principe de ces tests est la détection de protéines spécifiques de Plasmodium (antigènes ou enzymes), en chromatographie sur un support solide. Certains de ces tests permettent d'affirmer un diagnostic positif (présence de Plasmodium) et d'orienter le diagnostic d'espèce : P. falciparum et/ou autre espèce.(ANOFEL, 2009)

D'autres méthodes plus coûteuses mais également performantes sont utilisées, notamment :

- le test QBC® (Quantitative Buffy Coat),
- la PCR (amplification génique), permettant une détection très sensible, en particulier dans les cas de parasitémie très faible (Rogier et al., 2009).

I.2.5.3. Efficacité des TDR

Des centaines de millions de TDR sont vendus chaque année pour détecter la protéine HRP2, spécifique à *P. falciparum*. Toutefois, des mutations chez le parasite peuvent entraîner la perte d'expression de cette protéine, rendant ces tests inefficaces.

Ces parasites mutants ont été identifiés en Amérique du Sud, en Asie, au Moyen-Orient et dans plusieurs régions d'Afrique, notamment la Corne de l'Afrique, où la prévalence est particulièrement élevée. En mai 2021, le Comité de pilotage de la politique antipaludique de l'OMS a recommandé des actions urgentes dans les pays concernés, en particulier dans la Corne de l'Afrique.

L'OMS appelle à renforcer la surveillance et à modifier immédiatement la stratégie diagnostique dès que la prévalence locale des parasites mutants dépasse 5 % (OMS, 2021).

I.2.6. Prévention du paludisme

I.2.6.1. Lutte anti vectorielle

Les Moustiquaires imprégnés d'insecticides et les pulvérisations intra domiciliaires d'insecticides à effet rémanent (PID) sont les deux principaux outils de lutte contre les populations de moustiques qui véhiculent le paludisme(OMS, 2021).

D'autres moyens peuvent être utilisés notamment (Aubry, 2015):

- L'aménagement de l'environnement, destiné à diminuer le nombre de gîtes anophéliens ;
- La technique de l'insecte stérile, qui permet l'éradication ou la diminution d'une population d'insectes par irradiation;
- Le port de vêtements imprégnés d'insecticides (utilisés par les armées) ;
- L'utilisation des répulsifs (insecticides ou repellents) (Aubry, 2015)

I.2.6.2.Chimio prophylaxie médicamenteuse

Initialement centrée sur l'administration de traitements de masse, la chimio prophylaxie a évolué vers l'utilisation de doses thérapeutiques minimales adaptées à la prévention individuelle, notamment chez les personnes à risque accru (Greenwood, 2004). Actuellement, cette stratégie concerne en priorité :

- les voyageurs non immunisés ;

- les enfants de moins de cinq ans ;

- les femmes enceintes, en particulier les primipares, vivant en zones d'endémie (Fillol, 2009)

I.2.6.3. Le vaccin antipaludique

Le RTS,S/AS01 (ou RTS, S), reconnu par l'OMS comme une innovation majeure, est le premier vaccin ayant démontré une efficacité significative contre *Plasmodium falciparum*, le parasite le plus mortel et le plus fréquent en Afrique.

Il s'agit également du premier vaccin recommandé contre une maladie parasitaire humaine. Le RTS,S est un vaccin à base de protéines recombinantes qui agit en stimulant la réponse immunitaire dès que le parasite pénètre dans la circulation sanguine, empêchant ainsi son développement dans le foie, puis sa multiplication et sa diffusion dans les globules rouges ce qui déclenche habituellement les symptômes du paludisme (OMS, 2021)

Des essais cliniques à grande échelle ont montré qu'une série de quatre doses permettait de prévenir environ 40 % des cas de paludisme sur une période de quatre ans chez les jeunes enfants (Varo et al., 2020). En octobre 2023, un deuxième vaccin, le R21/Matrix-M (R21), a été recommandé par l'OMS. L'Organisation mondiale de la Santé recommande désormais l'utilisation des vaccins RTS,S ou R21 pour prévenir les infections à *Plasmodium falciparum* chez les enfants vivant dans les zones de transmission modérée à élever (World Health Orgnization, 2023).

I.2.7. Traitement du paludisme

Dans les années 1970, des chercheurs chinois ont isolé l'artémisinine, une substance active extraite des feuilles de l'armoise annuelle (*Artemisia annua*). Parmi les dérivés les plus connus de l'artémisinine figurent l'artésunate, l'artéméther et la dihydroartémisinine (Fillol, 2009; Haynes, 2001).

Afin de limiter l'émergence de résistances et d'améliorer l'efficacité des traitements, l'OMS recommande l'usage systématique des thérapies combinées à base d'artémisinine (ACT) pour les accès simples de paludisme à *P. falciparum*. Pour les formes graves de paludisme, le traitement repose actuellement sur deux grandes classes de médicaments administrés par voie parentérale : les alcaloïdes du quinquina (notamment la quinine) et les dérivés de l'artémisinine (Fillol, 2009)(Fillol, 2009; OMS, 2021)

I.2.7.1 Traitement du Paludisme simple

Selon les directives nationales du Programme National Intégré de Lutte contre le Paludisme (PNILP) au Burundi, le traitement de première ligne du paludisme simple repose sur une combinaison thérapeutique à base d'artémisinine (CTA), notamment l'artéméther-luméfantrine (A-L), administrée pendant 3 jours. En cas d'échec thérapeutique ou de rechute, le traitement de deuxième ligne recommandé est la dihydroartémisinine associée à la pipéraquine (DHA-PPQ), administrée sous forme de comprimé en combinaison fixe. En cas de contre-indication aux CTA, notamment pour des raisons médicales spécifiques, une alternative peut être utilisée : une association de quinine et de clindamycine (PNILP, 2019)

I.2.7.2 Traitement du Paludisme grave

Au Burundi, le traitement de choix est l'administration parentérale d'artésunate, par voie intraveineuse (IV) ou intramusculaire (IM). En cas d'indisponibilité de l'artésunate injectable, la quinine en perfusion constitue une alternative acceptable. Quel que soit le schéma thérapeutique choisi, un traitement adjuvant adapté à l'état clinique du patient est impératif pour optimiser les chances de guérison (PNILP, 2019)

I.2.7.3 Résistance aux antipaludiques

Les CTA demeurent actuellement le traitement le plus efficace contre le paludisme à *Plasmodium falciparum*. Toutefois, l'apparition de parasites partiellement résistants à l'artémisinine, le composant central des CTA, a été signalée dans plusieurs pays d'Afrique de l'Est, notamment au Rwanda, en Ouganda et dans certaines zones de la Corne de l'Afrique.(World Health Orgnization, 2023)

Face à cette menace émergente, l'OMS travaille en collaboration avec les pays concernés pour cartographier les zones touchées et adapter, si nécessaire, les recommandations thérapeutiques.

(World Health Orgnization, 2023)

I.2.8. Elimination du paludisme

La progression vers l'élimination du paludisme est un processus continu, qui varie selon les contextes locaux. Les pays, les régions et les communautés avancent à des rythmes différents, en fonction de plusieurs facteurs : niveau d'engagement politique, robustesse des systèmes de santé,

conditions biologiques (population, vecteurs, parasites), facteurs environnementaux, et réalités socio-économiques et démographiques (OMS, 2016).

L'élimination du paludisme repose sur une volonté politique forte en faveur de la couverture sanitaire universelle, incluant la prévention, le diagnostic et le traitement dans le cadre des soins de santé primaires. Elle exige également une intégration dans des initiatives de développement plus globales (OMS, 2021).

Au Burundi, des ressources suffisantes ont été mobilisées pour garantir l'approvisionnement en CTA, Tests de Diagnostic Rapide (TDR) et Moustiquaires Imprégnées d'Insecticide à Longue Durée d'Action (MILDA) pour la période 2024-2026. Le plan stratégique national prévoit également des actions ciblées à l'endroit des réfugiés et des personnes déplacées. Par ailleurs, 65 % des insecticides et des MILDA distribués sont de nouvelle génération, spécifiquement conçus pour lutter contre la résistance des moustiques aux insecticides (ALMA, 2024)

I.3. Relation entre le paludisme et la malnutrition

De nombreuses études ont mis en évidence une interaction étroite entre l'état nutritionnel et les maladies infectieuses. Un enfant malnutri, dont la résistance à la maladie est faible, tombe malade et sa malnutrition s'aggrave, ce qui réduit sa capacité à lutter contre la maladie, et ainsi de suite (Jawaldeh, 2018). Chez les enfants mal nourris, les infections surviennent plus fréquemment et présentent une plus grande sévérité, pouvant conduire à une mortalité accrue (Cissouma, 2022). Ces infections augmentent également le métabolisme basal, ce qui accroît les besoins en énergie et en nutriments (Cissouma, 2022; Jawaldeh, 2018)

Cependant, en plus des carences en micro nutriments comme les vitamines, les acides gras, les aminoacides, et les oligoéléments, la dénutrition protéino-énérgétique augmente la susceptibilité aux infections ; par ailleurs, la réponse immunitaire déclenchée par l'infection nécessite une synthèse accrue de protéines et d'enzymes, ce qui augmente les besoins en nutriments. Ce déséquilibre entre les besoins accrus et les apports diminués aboutit à un déficit nutritionnel (Schaible & Kaufmann, 2007). En pratique, la malnutrition et l'infection surviennent souvent simultanément, car l'une peut entraîner l'autre, créant ainsi un cercle vicieux (Figure IV).

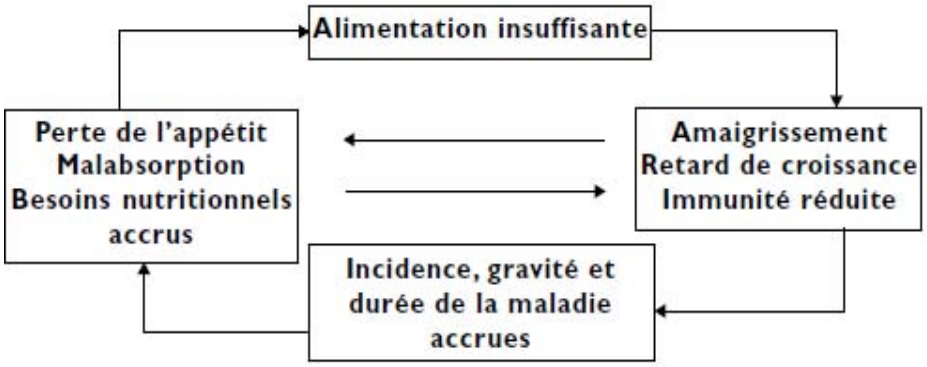


Figure IV: Cercle vicieux de l'infection/malnutrition (Jawaldeh, 2018; Suri & Mishra, 2020)

Quant aux infections parasitaires, certaines études suggèrent que la carence en protéines et en micronutriments en augmente le risque, notamment dans les zones endémiques, où ces parasitoses représentent à leur tour la deuxième cause majeure de malnutrition (Fillol et al., 2009 ; Wilson et al., 2018). Dans ce contexte, la relation entre le paludisme et l'état nutritionnel a fait l'objet de nombreuses recherches. Certaines études ont démontré une association entre le paludisme et la malnutrition protéino-énergétique, le retard de croissance ou encore certains déficits micro nutritionnels chez les enfants(Greenwood, 1991). Toutefois, les résultats restent contrastés concernant le rôle précis de la malnutrition dans la survenue du paludisme.

Parmi les études antérieures, certaines ont suggéré un effet protecteur ,paradoxal ,de la malnutrition contre l'infection palustre(Osei , 2016; Snow et al., 1991). Cependant d'autres études contredisent cette hypothèse. Elles ont montré que le paludisme est plus fréquent chez les enfants souffrant de la malnutrition (Deen et al., 2002; Friedman et al., 2005)

Ces divergences dans les résultats peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs : l'hétérogénéité des populations étudiées, la variation de l'intensité de la transmission palustre, les différences dans les définitions et les indicateurs de croissance utilisés, ainsi que la taille souvent limitée des échantillons analysés (Verret et al., 2011).

.

II. MATERIELS ET METHODES

II. 1. Lieu d'étude

Le Burundi est un pays de l'Afrique de l'Est. Il est frontalier au nord avec le Rwanda, au Sud et à l'Est avec la Tanzanie et à l'Ouest avec la République Démocratique du Congo (RDC). Il fait partie de la région des Grands Lacs. Sa superficie est de 27.834 Km² dont 2.700 Km² de lacs et 23.500 Km² de terres potentiellement agricoles. La population totale, en 2024, selon les projections du RGPH 2008, est estimée à 11 215 578 habitants, dont 5 500 949 hommes et 5 714 629 femmes(INSBU, 2023b; ISTEEBU, 2020)

Le district sanitaire de Mpanda, lieu de réalisation de cette étude, couvre 43 collines réparties dans trois des cinq communes de la province de Bubanza : Gihanga, Mpanda et Rugazi (Fig. 5). Les deux autres communes de la province sont Bubanza et Musigati, qui relèvent du district sanitaire de Bubanza.

Le district sanitaire de Mpanda a été classé en 2022, comme zone de forte transmission palustre, avec 53,7 % des consultations médicales attribuées au paludisme (PNILP, 2022). L'incidence du paludisme y était de 450 cas pour 1 000 habitants au cours du premier trimestre de l'année 2022 (PNILP, 2022).

Par ailleurs, la prévalence du retard de croissance chez les enfants y était particulièrement préoccupante, atteignant 60,2 % en 2023 (INSBU, 2023a).

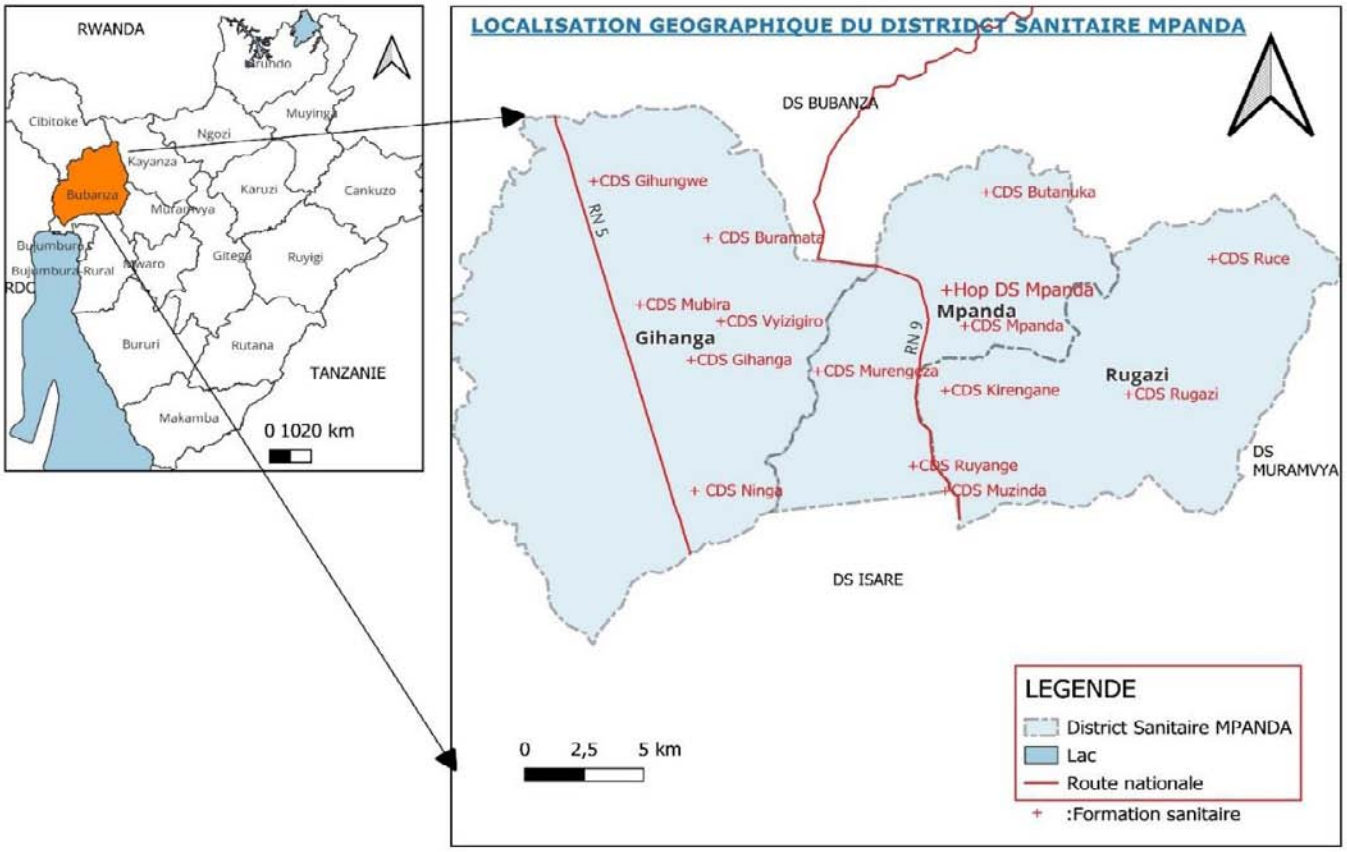


Figure V: Localisation du lieu d'étude

II.2. Type d'étude et durée de la collecte des données

Cette étude est de type descriptif et analytique, menée sous un plan transversal basé sur une enquête de terrain. La collecte des données et les analyses biologiques ont été réalisées sur une période de 30 jours consécutifs, du 04 décembre 2024 au 02 janvier 2025

II.3. Population d'étude et taille de l'échantillon.

- Population cible : Enfants âgés de 12 à 59 mois résidant dans la zone d'étude.
- Population source : Mères ou tutrices des enfants âgés de 12 à 59 mois.

❖ **Critères d'inclusion** :

- Enfants âgés de 12 à 59 mois résidant dans la localité depuis au moins 12 mois.
- Mères ou tutrices d'enfants de 12 à 59 mois résidant également dans la localité depuis au moins 12 mois.

❖ **Critères de non-inclusion :**

- Enfants de moins de 12 mois ou de plus de 59 mois, ou présentant des pathologies pouvant favoriser le retard de croissance

❖ Taille de l'échantillon :

La taille de l'échantillon a été calculée selon la formule de Schwartz (1960) adaptée à une estimation de proportion :

$$n = \frac{Z^2 pq}{i^2}$$

n = taille de l'échantillon

Z= paramètre lié au risque d'erreur, Z= 1,96 pour un risque d'erreur de 5% (0,05)

p = prévalence attendue de la malnutrition 60%

q = 1-p = prévalence attendue des enfants non malnutrie =40 %

i = précision absolue souhaitée (0,05)

$$n = \frac{(1{,}96)^2 x 0{,}6 x 0{,}4}{(0{,}05)^2} = 368$$

II.4. Méthode d'échantillonnage

Le district sanitaire Mpanda comprend 15 aires de santé constituées de 43 collines localisées dans trois communes de la province Bubanza dont Mpanda, Gihanga et Rugazi (DSNIS, 2023). Les enfants de 12 -59 mois à enquêter ont été sélectionnés par sondage en grappe à plusieurs degrés. Sur les 43 collines du district sanitaire mpanda, 15 collines ont été sélectionnées de façon aléatoire et proportionnelle au nombre d'aires de santé, l'unité de grappes étant la colline.

Une liste des 15 aires de santé du district Sanitaire de Mpanda ainsi qu'une liste de toutes collines se trouvant dans ces 15 aires de santé ont été établies. Dans chaque aire de santé, une seule colline a été sélectionnée par tirage aléatoire simple dont 5 de la commune Gihanga, 4 de la commune Mpanda et 6 de la commune Rugazi. Dans chaque grappe, le premier ménage a été sélectionné par choix aléatoire simple, à partir de la liste des ménages se trouvant dans la direction prise par le bouchon du stylo tourné au centre collinaire.

Le nombre de ménages à enquêter par grappe sélectionnée a été calculé en divisant 368 ménages par 15, Soit 24 ménages par colline ou plus. Pour 11 collines des Communes Rugazi et Gihanga 24 ménages ont été sélectionnés par colline. Pour 4 collines de la commune Mpanda 26 ménages ont été sélectionnés par colline.

Lorsque le ménage sélectionné ne répondait pas aux critères (absence d'enfants dans la tranche d'âge ou refus de participation), il était remplacé par le ménage le plus proche.

Au sein du ménage, s'il y a plusieurs enfants de 12-59 mois, un seul enfant accompagné de sa mère ou tutrice, était enquêté ; il était identifié par choix aléatoire simple à partir de la liste de tous les enfants de cette tranche d'âge dans ce ménage. Dans une grappe, après le choix du premier enfant enquêté, les ménages ont été visités de proche en proche jusqu'à l'obtention du nombre d'enfants requis pour la grappe. Tous les 368 enfants prévus ont été effectivement enquêtés dont 144 en commune Rugazi, 104 en commune Mpanda et 120 en commune Gihanga.

II.5. Outils et techniques de collecte des données

II.5.1. Outils de collecte des données

- Fiche de collecte standardisée : utilisée pour recueillir les informations sociodémographiques des enfants, les antécédents en matière de paludisme et de malnutrition, les pratiques alimentaires et de prévention mises en œuvre par les mères, ainsi que les données anthropométriques et biologiques.
- Toise de Shorr graduée à 0,1 cm : utilisée pour mesurer la taille des enfants (en position couchée pour les enfants de moins de 2 ans et debout pour les plus âgés).

L'âge des enfants était vérifié à l'aide du carnet de santé ou de documents administratifs (extrait de naissance) ; à défaut, l'âge déclaré par la mère a été retenu.

- Matériel de prélèvement pour examens biologiques :
  - Gants en latex non poudrés,
  - Lames neuves à bords rodés,
  - Vaccinostyles ou lancettes stériles,
  - Éthanol à 70 %, gaze hydrophile et tampons de coton,
  - Crayon à mine grasse ou marqueur indélébile,
  - Collecteur d'aiguilles et poubelle pour déchets biomédicaux,
  - Dessiccateurs, boîtes de rangement pour lames,
  - Bacs de coloration, béchers ou éprouvettes (5 à 50 ml),
  - Méthanol, colorant Giemsa, eau tamponnée,
  - Râteliers à lames, chronomètre,
  - Microscopes optiques binoculaires avec huile à immersion,
  - Compteurs digitaux et registres de paillasse.

II.5.2. Techniques de collecte

Deux enquêteurs ont été préalablement formés pendant deux jours à l'utilisation des outils de collecte :

- Premier jour : formation théorique, portant sur le protocole de l'étude et les principes éthiques à respecter, notamment l'importance d'obtenir des données fiables et de qualité.
- Deuxième jour : formation pratique, considérée comme un pré-test. Les assistants-enquêteurs, professionnels de santé ayant déjà une expérience en laboratoire, ont été initiés aux techniques de collecte sur le terrain. Ce pré-test a permis de valider l'outillage à utiliser lors de l'enquête principale.

La collecte s'est effectuée selon les modalités suivantes :

- Entretien en face-à-face avec les mères ou tutrices d'enfants de 12 à 59 mois ;
- Mesures anthropométriques chez les enfants de 12 à 59 mois ;
- Prélèvements sanguins suivis de la réalisation et de l'examen de la goutte épaisse et du frottis mince.

Entretien avec les mères ou tutrices

La collecte des données a duré 10 jours, en plus de deux jours de pré-enquête réalisés dans les collines de la commune de Mpanda non incluses dans l'échantillon final. L'équipe de terrain était composée de trois enquêteurs, assistés par deux agents de santé communautaire locaux.

Le questionnaire, administré par l'enquêteur, était traduit oralement en langue nationale pour faciliter la compréhension. Avant chaque entretien, l'objectif de l'étude était expliqué, et la confidentialité des informations était garantie. Un consentement éclairé écrit a été obtenu auprès des mères ; pour les mères analphabètes, un consentement verbal a été requis. Les questionnaires ont été codés pour garantir l'anonymat.

Mesure de la taille

Les mesures de la taille ont été réalisées à l'aide de toises empruntées aux centres de santé. Les enfants ont été mesurés au centimètre près, en position couchée ou debout selon leur âge.

Les prélèvements du sang et réalisation de l'examen de la goutte épaisse-frottis mince

- ✓ **Technique de prélèvement**

Prélèvements sanguins et examens microscopiques :

A. Technique de prélèvement sanguin

La méthode suivante a été utilisée :

1. Étiqueter les lames propres et à bords rodés ;
2. Porter des gants de protection ;
3. Vérifier que les lames sont bien propres et dégraissées ;
4. Choisir le doigt à piquer (majeur ou annulaire) ; pour les nourrissons, piquer au talon ;
5. Nettoyer la zone à piquer avec de l'alcool à 70° et laisser sécher ;
6. Piquer avec un vaccinostyle ou une lancette stérile ;
7. Essuyer la première goutte de sang avec une compresse propre ;
8. Recueillir une goutte (10 µl) au centre d'une lame pour le frottis mince ;
9. Recueillir deux ou trois autres gouttes (30 µl) à 1 cm de la première pour la goutte épaisse;
10. Nettoyer le doigt avec du coton sec.

B. Étalement sur lame

Frottis mince :

- Utiliser une lame rodée propre ou une lamelle pour l'étalement ; la tenir à un angle de 45°, en direction de la goutte de sang déposée sur la lame porte-échantillon.
- Attendre que le sang s'étale sur toute la largeur de la lame utilisée pour l'étalement.
- Tout en maintenant la lame d'étalement à un angle constant de 45°, la faire glisser délicatement mais rapidement vers l'avant.

Goutte épaisse :

- Étaler en mouvement circulaire pour obtenir un diamètre de 1 à 2 cm ;
- Laisser sécher complètement à l'air libre avant la coloration.

- **Technique de coloration des GE+ frottis**

Pour la coloration la technique suivante a été utilisée :

1. Fixer le frottis avec du méthanol pendant 30 secondes, en veillant à ce que les vapeurs d'alcool ne parviennent pas jusqu'à la GE. Cette opération peut être réalisée soit par immersion directe du frottis dans le méthanol, soit en versant quelques gouttes de méthanol sur le frottis à l'aide d'une pipette compte-gouttes ;
2. Laisser sécher le frottis à l'air ;
3. Placer les lames sur les barres ou baguettes à coloration ;
6. Préparer la solution de Giemsa à 10% en ajoutant 10 ml de la solution mère de Giemsa à 90ml d'eau tamponnée (pH 7,2)
7. Recouvrir les lames avec la solution de Giemsa à 10% ;
8. Laisser agir le colorant pendant10- 15min ;
9. Verser de l'eau sur les lames jusqu'à élimination complète du colorant ;
10. Enlever les lames une à une et les faire égoutter ;
11. Sécher sur un râtelier, les faces portant les prélèvements tournées vers le bas.

- **Lecture au microscope optique**

L'examen a été réalisé à l'aide d'un microscope optique binoculaire avec objectif à immersion (100x), selon la procédure suivante :

- Appliquer une goutte d'huile à immersion sur la lame colorée ;
- Placer la lame sur la platine du microscope ;
- Plonger l'objectif 100x dans l'huile ;
- Régler l'éclairage (rhéostat et diaphragme ouverts, condensateur levé) ;
- Effectuer la mise au point avec la vis macrométrique, puis affiner avec la vis micrométrique ;
- Observer au moins 100 champs microscopiques selon la méthode de Rempart avant d'interpréter les résultats.

Expression des résultats

- ✓ **Détermination de la densité parasitaire.**

La densité parasitaire a été déterminée en utilisant la formule suivante :

$$D.P = \frac{Nombre\ de\ trophozoïtes x 8000/\mu l}{Nombre\ de\ GB\ comptés}$$

Cette formule permet d'estimer le nombre de parasites par microlitre de sang, sur la base du nombre de globules blancs observés sur une goutte épaisse (GE). Bien que cette méthode présente une certaine imprécision liée à la variabilité du nombre de GB (Globules blancs) entre individus sains et encore davantage chez les patients malades, elle reste largement utilisée car elle permet d'effectuer des comparaisons valables entre échantillons. Les lames ont été préparées et séchées sur le terrain, puis conservées dans des boîtes porte-lames avant d'être transportées chaque soir pour coloration au laboratoire du centre de santé local, qui m'avait également servi de site de stage. La coloration a été effectuée personnellement par moi-même.

Étant donné l'absence de biotechnologiste expérimenté dans ce laboratoire, la lecture microscopique des lames a été réalisée ultérieurement dans un autre laboratoire de l'hôpital de district de Kibumbu. C'est un laboratoire ayant le personnel qualifié et expérimenté, qui participe aux évaluations externes de la qualité des analyses microscopiques aussi bien au niveau national qu'au niveau de l'Afrique de l'Est. Un contrôle de qualité interne a été appliqué : chaque lame était examiné indépendamment par deux techniciens de laboratoire expérimentés, le troisième technicien était prévu en cas de discordance.

II.6. Définition opérationnelle des variables

II.6.1. Variables dépendantes

Les variables dépendantes de cette étude sont la malnutrition chronique et la parasitémie palustre chez les enfants âgés de 12 à 59 mois. Il s'agit de variables qualitatives, définies comme suit :

- Malnutrition chronique (retard de croissance) : définie par un score taille/âge < -2 Z-score selon les standards de l'OMS.
- Parasitémie palustre : définie par la présence de trophozoïtes détectés à la goutte épaisse (nombre de trophozoïtes/µl de sang > 0).

Pour chaque variable, les modalités ont été codées comme suit :

- 1 : présence de malnutrition chronique ou de parasitémie palustre,
- 0 : absence de malnutrition chronique ou de parasitémie palustre.

Chacune de ces variables a été considérée tour à tour comme variable dépendante et comme variable explicative, afin d'analyser leur relation réciproque.

II.6.2. Variables indépendantes

Les variables indépendantes analysées comprennent plusieurs catégories de facteurs :

- Les facteurs socio-démographiques : âge de l'enfant, sexe de l'enfant, commune de résidence, âge de la mère, niveau d'instruction de la mère, statut matrimonial, Taille du ménage, etc
- Les facteurs socio-économiques et environnementaux : Accès à l'eau potable, élevage du gros ou petit bétail, etc
- Les facteurs sanitaires et nutritionnels ; antécédents de malnutrition chez l'enfant présence de malnutrition chronique, statut vaccinal, épisode palustres antérieurs, parasitémie diversification de l'alimentation de complément, âge de sevrage, protection de l'enfant par MIILDA, etc

Chaque variable a été codée numériquement pour faciliter la saisie et le traitement statistique dans le logiciel STATA, utilisé pour l'analyse des données. Voici la description de ces variables **:**

Tableau II: Description des variables

Variables		**Description**	**Définition opérationnelle/Modalités**
Les facteurs sociodémographiques			
1	Age de l'enfant	Variable quantitative considérée comme discrète, en mois révolu. Pour des fins d'analyse, cette variable sera transformée en variable catégorielle à 2 modalités	• 12-23 mois=1 • > 23 mois et < 59mois=2
2	Sexe de l'enfant	Variable qualitative qui désigne le sexe de l'enfant	• Masculin=1 • Féminin=0
3	Age de la mère	Variable quantitative considérée comme discrète, en âge révolu. Pour des fins d'analyse, cette variable sera transformée en variable catégorielle à 3 modalités	• Moins de 18 ans=1 • 18-35 ans=2 • 35 ans et plus=3
4	Niveau d'instruction de la mère	Variable qualitative qui désigne le plus haut niveau d'instruction atteint par la mère avec 5 modalités	• Non alphabétisé, =0 • alphabétisé =1 • Primaire ou fondamental=2 • Secondaire ou post-fondamental=3 • Supérieur ou universitaire=4
5	Statut matrimonial	Variable qualitative qui désigne le statut matrimonial des parents**.**	• Célibataire=1 • En Union=2 • Séparée=3 • Divorcée=4 • Veuve=5
6	Commune de résidence	Variable qualitative permettant de renseigner sur le lieu de résidence des enquêtés	• Gihanga=1 • Mpanda=2 • Rugazi=3

7	Existence de coépouse	Variable qualitative qui renseigne si le mari de la mère enquêtée aurait une ou plusieurs autres femmes	• Oui=1 • Non=0
8	Profession de la mère	Variable qualitative qui désigne l'activité principale de la mère.	• Cultivatrice • Commerçante • Fonctionnaire • Autre
Les facteurs sanitaires et nutritionnels			
1	Antécédents de malnutrition	Variable qualitative à 2 modalités, qui renseigne si l'enfant aurait antérieurement souffert d'une malnutrition	• Oui=1 • Non=0
2	Episodes palustres	Variable qualitative qui nous renseigne si l'enfant aurait déjà souffert du palu au cours des 12 derniers mois	• $Aucun\ épisode = 1$ • 1 -2 épisodes =2 • ≥ 3 épisodes=3
3	Malnutrition chronique (Rapport T/A)	Variable qualitative qui nous renseigne si l'enfant souffre du retard de croissance ou non	• Oui=1 • Non=0
4	Vaccination régulière de l'enfant	Variable qualitative qui renseigne sur le statut vaccinal de l'enfant	• Oui=1 • Non=0
5	Parasitémie	Variable qualitative qui nous renseigne si l'enfant souffre du paludisme ou non. Le résultat est obtenu grâce à un résultat de laboratoire (TDR ou GE)	• Positif = paludisme=1 • Négatif = Normal=0
6	Diversité alimentaire pour l'enfant	C'est une variable qualitative permettant de savoir si l'enfant consomme des aliments diversifiés	• Faible, si l'enfant consomme de moins 4 des 7 groupes d'aliments (précisés dans le questionnaire)=1 • Bonne, si l'enfant consomme au moins 4 des 7 groupes d'aliments (précisés dans le questionnaire)=0
7	Age d'introduction d'alimentation de complément	C'est une variable qualitative permettant de savoir à quel âge de l'enfant un aliment de complément lui a été donné	• <6 mois=1 • 6 mois=2 • Plus de 6 mois =3

8	Age du sevrage des enfants	C'est une variable catégorielle permettant de renseigner l'âge auquel la mère a cessé d'allaiter l'enfant	• <24 mois=1 • 24 mois et plus=2
9	Nombre de repas par jour dans le ménage	C'est une variable qualitative mais catégorielle renseignant sur le nombre de repas consommés par jour dans le ménage	• Un=1 • Deux=2 • ≥3 =3
10	Si l'enfant dort sous moustiquaire	C'est une variable qualitative permettant de renseigner si l'enfant est protégé contre le paludisme par une MIILDA pendant la nuit	• Oui=1 • Non=0
Les facteurs socioéconomiques et environnementaux			
1	Taille du ménage	C'est une variable quantitative mais catégorielle permettant de renseigner sur le nombre de personnes vivant régulièrement dans le ménage.	• <5 personnes=1 • ≥5 personnes=2
2	Possession du jardin potager	C'est une variable qualitative permettant de savoir si le ménage possède du jardin potager	• Non=0 • Oui=1
3	Possession du petit bétail	C'est une variable qualitative permettant savoir si le ménage pratique l'élevage du petit bétail	• Non=0 • Oui=1
4	Possession du gros bétail	C'est une variable qualitative permettant savoir si le ménage pratique l'élevage du gros bétail	• Non=0 • Oui=1
5	Nombre d'enfants de moins de cinq ans dans le ménage	C'est une variable qualitative permettant de renseigner sur le nombre d'enfants âgés de moins de 5ans présents dans le ménage	• Un=1 • Deux=2 • ≥3 =3
6	Accès à l'eau potable	C'est une variable qualitative permettant de savoir si le ménage peut avoir facilement l'eau potable	• Non=0 • Oui=1

II.7. Plan d'analyse des données

Après la phase d'enquête, une base de données a été constituée à l'aide du logiciel Excel 2013. Les données anthropométriques ont été analysées préalablement avec le logiciel ENA 2020 pour la classification nutritionnelle, puis, après nettoyage, exportées vers STATA pour l'analyse statistique. Un traitement préliminaire des données a été réalisé afin d'évaluer leur qualité.

En cas de données quantitatives manquantes, la valeur manquante a été imputée par :

- la moyenne, si la variable suivait une distribution normale ;
- la médiane, si la distribution n'était pas normale.

Pour les données qualitatives manquantes, la modalité la plus fréquente a été utilisée comme valeur de remplacement.

Analyse descriptive : dans un premier temps, une analyse descriptive de l'échantillon a été réalisée selon les variables de l'étude. Pour toutes les variables, les effectifs et les fréquences en pourcentage ont été déterminés. Les résultats de cette phase descriptive ont été présentés sous forme de tableaux et de graphiques, élaborés avec Excel 2013.

Analyse bivariée : dans un second temps, une analyse bivariée a été réalisée pour explorer la relation entre chaque variable indépendante et la variable dépendante (malnutrition chronique ou parasitémie palustre).

Cette analyse a reposé sur :

- Le test du Chi-deux (χ^2) pour les variables qualitatives, avec un seuil de signification de $p < 0,05$.
- La régression logistique simple pour estimer les Odds Ratios (OR) et leurs intervalles de confiance à 95 % (IC95%).

Une variable était considérée comme significativement associée à la variable dépendante lorsque l'IC 95% de l'OR n'incluait pas la valeur 1 et que la p-valeur était inférieure à 0,05.

Analyse multivariée :

Enfin, une analyse multivariée par régression logistique pas à pas (méthode descendante ou backward elimination) a été conduite. Cette analyse incluait toutes les variables dont la p-valeur était inférieure à 0,20 en analyse bivariée, afin de contrôler les effets de confusion.

Les variables ont été éliminées progressivement, en commençant par celles ayant la plus grande p-valeur, jusqu'à obtention d'un modèle final saturé contenant uniquement les variables significativement associées à la variable dépendante ($p < 0,05$).

Évaluation du modèle : la puissance discriminante du modèle final a été évaluée par la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic), afin de mesurer la capacité du modèle à distinguer correctement les cas positifs et négatifs.

II.8. Cadre conceptuel de l'étude

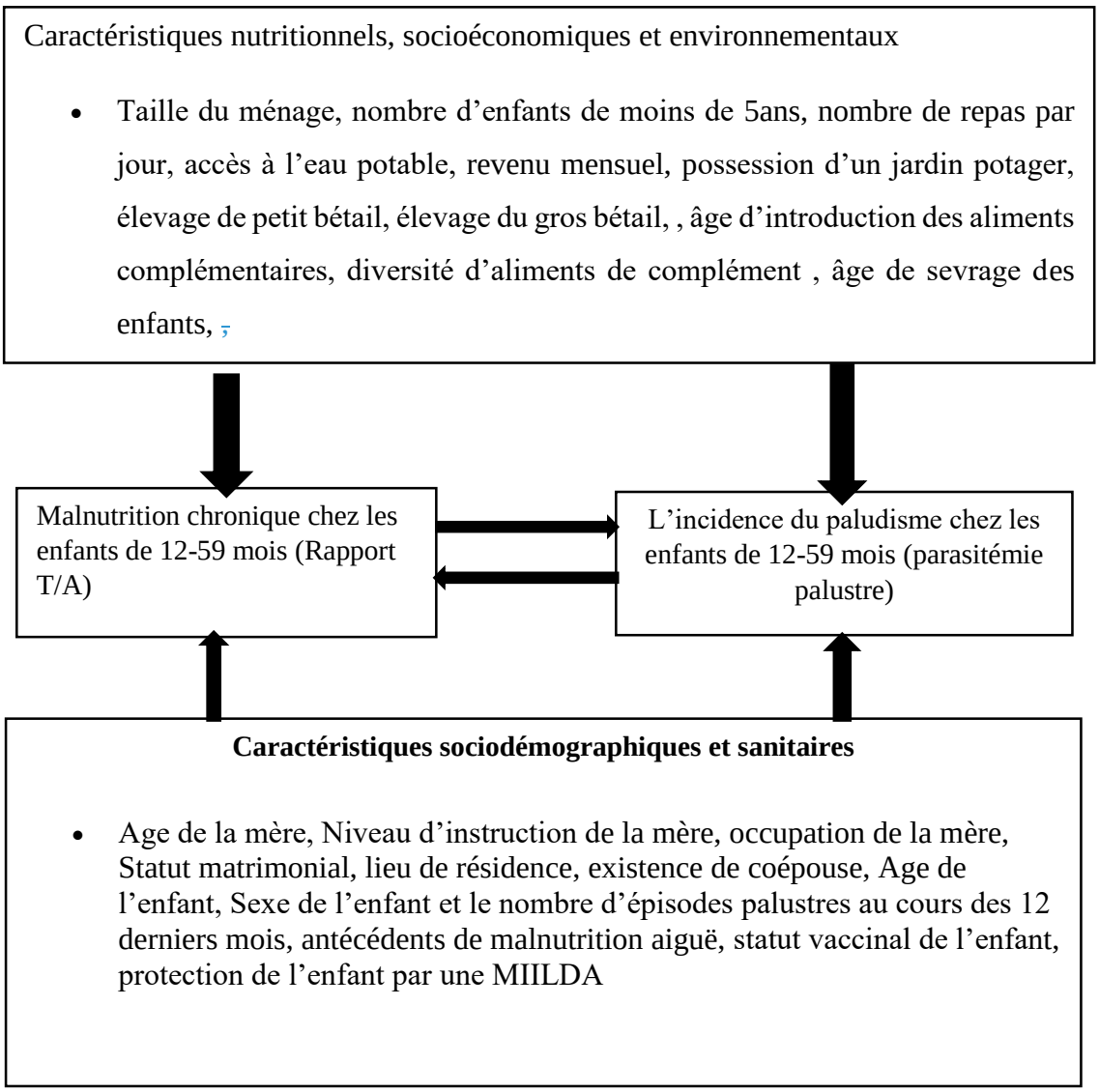


Figure VI: Cadre conceptuel de la relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda

II.9. Considérations éthiques et administratives éventuelles

Avant la réalisation de l'enquête, le protocole de recherche a été validé par le comité scientifique et pédagogique de l'EANSI (East African Nutritional Sciences Institute). L'administration de l'EANSI a adressé une correspondance aux responsables administratifs et sanitaires du district de Mpanda pour solliciter l'accès aux données. Pour des raisons éthiques, un consentement éclairé a été obtenu de la part des participants à l'enquête. Les identités des enquêtés ont été codifiées afin de garantir l'anonymat et la confidentialité des informations fournies.

CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS

III.1 Description des variables dépendantes

III.1.1. Prévalence de la malnutrition chronique

Les résultats de cette étude montrent que 49,7 % (183/368) d'enfants enquêtés , dans le district sanitaire Mpanda , présentent une malnutrition chronique, dont 28,5 %(105/183) sous forme sévère et 21,2 %(78/183) sous forme modérée (FigVII).

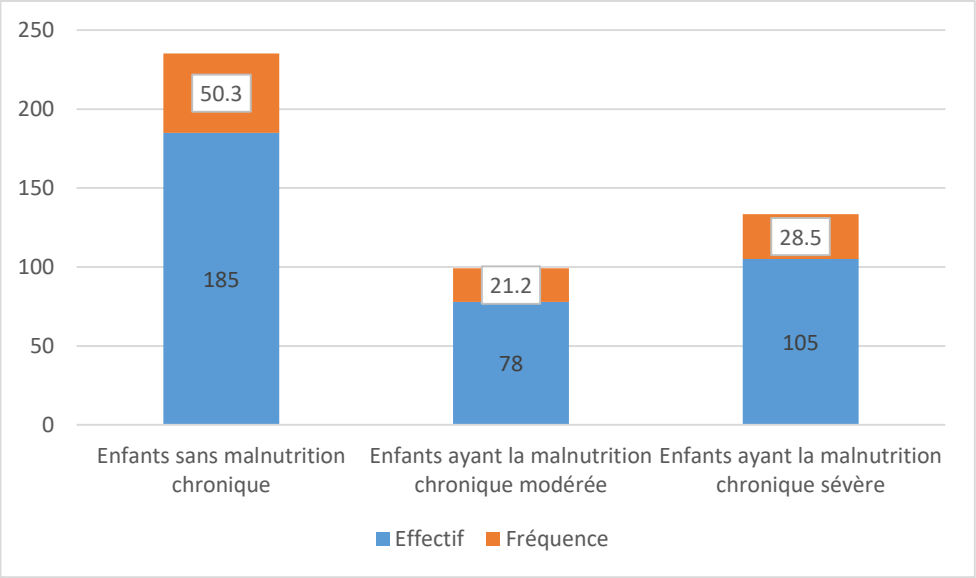


Figure VII: Description de l'état nutritionnel des enfants enquêtés

III.1.2. Incidence du paludisme

Le taux d'incidence du paludisme pendant la période de collecte des données était de 4,3 %, (Fig. VIIII).

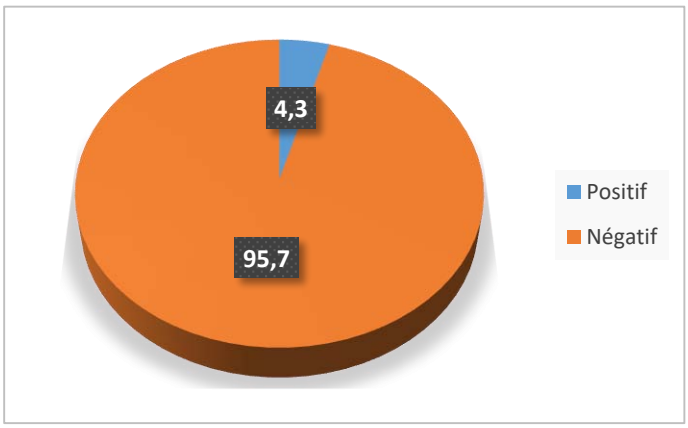


Figure VIII: Présentation des résultats de la parasitémie en deux modalités

Tableau III: Résultats de la microscopie

Résultat	Effectif(n)	Fréquence(%)
Négatif	352	95,7
Trophozoïtes de *Plasmodium falciparum* avec présence de gamétocytes	6	1,6
Trophozoïtes de *Plasmodium falciparum* sans présence de gamétocytes	7	1,9
Trophozoïtes de *Plasmodium malariae*	2	0,5
Trophozoïtes *de Plasmodium ovale*	1	0,3
Total	368	100

Sur 368 lames de GE-FM examinées, 16 présentaient un résultat positif dont 13 à *Plasmodium falciparum*, 2 à *Plasmodium malariae*, et 1 à *Plasmodium ovale*. Parmi les 13 cas de *Plasmodium falciparum*, 6 présentaient également des gamétocytes en plus des trophozoïtes.

III.2. Description de l'échantillon en fonction des variables indépendantes

III.2.1. Facteurs démographiques de l'enfant

Tableau IV: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs démographiques de l'enfant

Variables	Modalités	Malnutrition chronique		Chi2	p-value	Paludisme		Chi2	P-value	n(%)
		Non n(%)	Oui n(%)			Non n(%)	Oui n(%)			
Sexe				2,77	0,096			0,112	0,738	
	Féminin	108(58,4%)	91(49,7%)			191(54,3%)	8 (50%)			199(54,08%)
	Masculin	77 (41,6%)	92 (50,3%)			161(45,7%)	8 (50%)			169(45,92%)
Age de l'enfant				0,86	0,355			3,148	0,076	
	de 12 à 23 mois	65(35,1%)	56(30,6%)			119(33,8%)	2 (12,5%)			121(32,88%)
	> à 23 et < à 59 mois	120 (64,9%)	127(69,3%)			233 (66,2%)	14(87,5%)			247(67,12%)
Commune de résidence				2,72	0,26			2,25	0,32	
	Gihanga	71(38,4%)	49(26,8%)			117(33,2%)	3(18,8%)			120(32,6%)
	Mpanda	51(27,6%)	53(28,9%)			100(28,4%)	4(25,0%)			104(28,3%)
	Rugazi	63(34,0%)	81(44,3%)			135(38,4%)	9(56,2%)			144(39,1%)

Les résultats du tableau IV montrent que les variables indépendantes ($p > 0,05$) ne sont significativement associées ni à la malnutrition chronique ni à l'incidence du paludisme. On peut donc considérer qu'elles n'ont pas d'effet notable sur les phénomènes étudiés. Toutefois, 50,3 % des enfants malnutris sont de sexe masculin et 69,3 % appartiennent à la tranche d'âge de 24-59 mois, et 44,3 % résident dans la commune de Rugazi, contre respectivement 49,7 % 30,6 % et 26,8 % des enfants malnutris qui sont de sexe féminin et appartiennent à la tranche d'âge de 12-23 mois et résident dans la commune de Gihanga.

Concernant le paludisme, 87,5 % des enfants infectés appartiennent à la tranche d'âge de 24-59 mois, contre 12,5 % pour la tranche de 12-23 mois. En ce qui concerne la répartition géographique, 56,2 % des cas de paludisme sont issus de la commune de Rugazi, contre 18,8 % issus de la commune Gihanga

.

III.2.2. Facteurs liés à l'état sanitaire de l'enfant

Tableau V: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs sanitaires

Variables	Modalités	Malnutrition chronique		Chi2	P-Value	Paludisme		Chi2	P-value	n(%)
		Non n(%)	Oui n(%)			Non n(%)	Oui n(%)			
Antécédents de la malnutrition				0,80	0,67			6,394	0,041	
	Non	153(82,7%)	145 (79,3%)			287(81,5%)	11(68,7%)			298(81%)
	Oui, la malnutrition aiguë sévère	12(6,5%)	13(7,1%)			25(7,1%)	0(0,000%)			25(6,8%)
	Oui, la malnutrition modérée	20(10,8%)	25(13,6%)			40(11,4%)	5(31,3%)			45(12,2%)
Test du palu (parasitémie)				6,65	0,01			-	-	
	Négatif	182(98,4%)	170(92,9%)			-	-			352(95,7%)
	Positif	3 (1,6%)	13(7,1%)			-	-			16(4,3%)
Malnutrition Chronique								6,648	0,01	

	Non					182(51,7 %)	3(18,8%)			185(50,28 %)
	Oui					170(48,3 %)	13(81,2 %)			183(49,72 %)
Nombre d'épisodes palustres				9,81	0,006					
	Aucun épisode	64(34,6%)	92(50,3%)							
	1 -2 épisodes	85(45,9%)	69(37,7%)							
	≥3 épisodes	36(19,5%)	22(12,0%)							
Vaccination régulière de l'enfant				0,655	0,418			0,577	0,287	
	Faible	4(2,2%)	2(1,1%)			6(1,7%)	0(0,0%)			6(1,6%)
	Suffisante	181(97,87 %)	181(98,9%)			346(98,3 %)	16(100%)			362(98,4%)
Faire dormir l'enfant dormir sous moustiquaire				3,878	0,05			0,005	0,945	
	Non	15(8,1%)	29(15,8%)			42 (11,9%)	2(12,5%)			44(11,96%)
	oui	170(91,9%)	154(84,2%)			310(88,1 %)	14(87,5 %)			324(88,04 %)

La parasitémie (p = 0,01) et le nombre d'épisodes palustres au cours des douze derniers mois sont significativement associés à la malnutrition (Tableau V). Les résultats montrent que l'incidence du paludisme variait de manière significative (p = 0,010) en fonction du statut nutritionnel. La parasitémie positive a été plus fréquemment observée chez les enfants présentant une malnutrition chronique (7,1 %) par rapport au groupe d'enfants ne présentant pas de malnutrition chronique (1,6 %). Cette étude a également révélé que le nombre d'épisodes palustres (p = 0,006) variait significativement en fonction de l'état nutritionnel. En effet, dans le groupe des enfants malnutris chroniques, 37,7 % ont eu au moins un épisode palustre au cours des 12 derniers mois, alors que ce taux était de 45 % parmi les enfants non malnutris, cela pourrait s'expliquer par les biais de mémoire car il s'agit des données recueillies par interrogatoire. Ces résultats montrent également que les antécédents de malnutrition (p = 0,041) et la malnutrition chronique (p = 0,01) sont significativement associés à l'incidence du paludisme. A ce sujet, on observe que 31,3 % des enfants ayant contracté le paludisme avaient déjà souffert de malnutrition aiguë modérée, contre 11,4 % parmi les enfants non impaludés. De même, parmi les enfants impaludés, la prévalence de la malnutrition chronique est plus élevée (81,3 %) par rapport à celle observée chez les enfants non impaludés (48,3 %).

III. 2.3 Facteurs nutritionnels

Tableau VI: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs nutritionnels

Variables	Modalités	Malnutrition Chronique		Chi2	P-value	Paludisme		Chi2	P-value	n(%)
		Non n(%)	Oui n(%)			Non n(%)	Oui n(%)			
Age d'intro d'aliments de complément				8,227	0 ,016			0,243	0,885	
	<6 mois	93(50,3%)	115(62,8%)			198(56,2%)	10(62,5%)			**208(56,52%)**
	6mois	57(30,1%)	50(27,3%)			103(29,3%)	4(25,0%)			107(29,07%)
	Plus de 6mois	35(22,6%)	18(9,9%)			51(14,5%)	2(12,5%)			53(14,40%)
Diversité alimentaire pour l'enfant				7,439	0,006			0,356	0,551	
	Faible	114(61,6%)	137(74,9%)			239(67,9%)	12(75,0%)			**251(68,2%)**
	Bonne	71(38,4%)	46(25,1%)			113(32,1%)	4(25,0%)			117(31,8%)

Age de sevrage				9,40	0,33			1,15	0,28	
	<24 mois	67(54%)	107(66,9%)			167(62,3%))	7(43,8%)			174(61,3)%)
	>= 24mois	57(46%)	53(33,1%)			101(37,7%)	9(56,2%)			110(38,7%)
Nombre de repas par jour dans le ménage				1,554	0,46			2,230	0,328	
	Un repas	26(14,0%)	33(18,1%)			57(16,2%)	2(12,5%)			59(16,0%)
	Deux repas	138(74,6%)	134(73,2%)			258(73,3%)	14(87,5%)			275(73,9%)
	Trois repas et plus	21(11,4%)	16(8,7%)			37(10,5%)	0(0,00%)			37(10,1%)

Les résultats de cette recherche montrent que l'âge d'introduction des aliments complémentaires (p = 0,016), la diversification d'aliments de compléments (p = 0,006), sont des variables significativement associées à la malnutrition chronique **(Tableau VI)**. En effet, selon les résultats de ce tableau, les enfants dont l'âge d'introduction des aliments complémentaires est inférieur à 6 mois représentent une proportion plus élevée (62,8 %) parmi les enfants malnutris, comparativement à ceux non malnutris (50,3 %).

III.2.4 Facteurs socioéconomiques et environnementaux

Tableau VII: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les facteurs socioéconomiques et environnementaux

Variables	Modalités	Malnutrition chronique			P-value	Paludisme		Chi2	P-value	Total(%)
		Non n(%)	Oui n(%)			Non n(%)	Oui n(%)			
Taille du ménage				0,003	0,95			1,655	0,198	
	Moins de 5 personnes	49(26,5%)	48(26,2%)			95(27,0%)	2(12,5%)			97(26,4%)
	5 personnes et plus	136(73,5%)	135(73,8%)			257(73,0%)	14(87,5%)			2741(73,6%)
Revenu mensuel				0 ,601	0,740			1,078	0,299	
	<15USD	105(56,7%)	103(56,3%)			199(56,3%)	9(56,3%)			208(56,5%)
	[15-30]USD	68(36,8%)	69(37,7%)			130(36,6)	7(43,7%)			137(37,2%)
	>30USD	12(6,5%)	11(6,0%)			23(6,5)	0(0,0%)			23(6,3%)
Nombre d'enfants de moins de 5ans				2,683	0,26			2,250	0,325	
	Un	81(43,8%)	88(48,1%)			161(45,7%)	8(50,0%)			169(45,9%)
	Deux	97(52,4%)	83(45,3%)			174(49,4%)	6(37,5%)			180(48,9%)

	trois enfants et plus	7(3,8%)	12(6,6%)			17(4,9%)	2(12,5%)			19(5,2%)
Petit bétail				0,321	0,570			2,545	0,111	
	Non	141(76,2%)	144(78,7%)			270(76,7%)	15(93,8%)			285(77,4%)
	Oui	44(23,8%)	39(21,3%)			82(23,3%)	1(6,2%)			83(22,6%)
Gros bétail				3,538	0,060			0,092	0,955	
	Non	132(71,4%)	146(79,8%)			266(75,6%)	12(75%)			278(72,5%)
	Oui	53(28,6%)	37(20,2%)			86(24,4%)	4(25%)			90(24,5%)
Accès à une source d'eau potable				12,16	0,001			2,569	0,277	
	Non	149(80,5%)	170(92,9%)			303 (86,1%)	16 (100%)			319(86,7%)
	Oui	36(19,5%)	13(7,1%)			49(13,9%)	0(0,00%)			49(13,3%)

Les résultats du tableau VII montrent que l'accès à l'eau potable (p = 0,001) est significativement associé à la malnutrition chronique. Les enfants issus des ménages ayant accès à une source d'eau potable représentent 7,1 % parmi les enfants malnutris, contre 19,5 % parmi les enfants non malnutris Cependant, même si la possession du gros bétail n'est pas significativement associée à la malnutrition chronique (p=0,060), les résultats montrent que la proportion d'enfants issus des ménages ayant le gros bétail, est élevée chez les enfants non malnutris (28,6%) par rapport à celle retrouvée chez les enfants malnutris (20,2%). Quant à l'incidence du paludisme, aucun de ces facteurs ne lui est significativement associé

III.2.5 Les Facteurs sociodémographiques des mères.

Tableau VIII: Caractéristiques de l'échantillon (n=368) selon les caractéristiques sociodémographiques des mères

Variables	Modalités	Malnutrition chronique		Chi2	P-value	paludisme		Chi2	P-value	n(%)
		Non n(%)	Oui n(%)			Non n(%)	Oui n(%)			
Classe d'âge de la mère				4,067	0,13			5,150	0,076	
	<18ans	0(0,00%)	2(1,1%)			2(0,6%)	0(0,00%)			2(0,54%)
	18-34ans	131(70,8%)	140(76,5%)			263(74,7%)	8(50,0%)			271(73,64%)
	35ans et plus	54(29,2%)	41(22,4%)			87(24,7%)	8(50,0%)			95(25,81%)
Statut matrimonial				9,49	0,05			1,869	0,760	
	célibataire	0(0,00%)	4(2,2%)			4(1,1%)	0			4(1,1%)
	En union	165(89,2%)	166(90,7%)			315(89,5%)	16(100%)			331(90%)

	séparée	10(5,4%)	10(5,5%)			20(5,7%)	0			20(5,4%)
	divorcée	5(2,7%)	3(1,6%)			8(2,3%)	0			8(2,19%)
	Veuve	5(2,7%)	0(0,0%)			5(1,4%)	0			5(1,36%)
Occupation de la mère				2,16	0,54			1,236	0,802	
	Cultivatrice	156(84,3%)	157(85,8%)			299(84,9%)	14(87,5%)			313(85,05)
	Commerçante	27(14,6%)	26(14,2%)			51(14,5%)	2(12,5%)			53(14,4)
	Salariée	2(1,1%)	0(0,0%)			2(0,6%)	0(0,00)			2(0,55)
	Autre	0(0,0%)	0(0,0%)			0(0,0%)	0(0,00%)			0(0,00%)
Niveau d'instruction de la mère				5,60	0,13			6,431	0,092	
	Non scolarisée	58(31,3%)	59(32,2%)			113(32,1%)	4(25,0%)			117(31,79%)
	Alphabétisée	13(7,0%)	22(12,0%)			31(8,8%)	4(25,0%)			35(9,51%)

	Primaire	77(41,7%)	79(43,2%)			151(42,9%)	5(31,3%)			156(42,39%)
	Secondaire	37(20,0%)	23(12,6%)			57(16,2%)	3(18,7%)			60(16,3%)
	universitaire	0(0,00%)	0(0,00%)			0(0%)	0(0%)			0(0,00%)
Existence de coépouse				5,15	0,02			0,145	0,930	
	Non	166(89,7%)	149(81,4%)			301(81,79%)	14(87,5%)			315(85,60%)
	Oui	19(10,3%)	34(18,6%)			51(13,86%)	2(12,5%)			53(14,4%)

Les résultats de notre étude montrent que l'existence de coépouses (p = 0,02) est significativement associée à la malnutrition chronique **(Tableau VIII).** En effet, la proportion de femmes ayant des coépouses est légèrement plus élevée chez les enfants souffrant de malnutrition chronique (18,6 %) par rapport à celle observée chez les enfants non malnutris (10,3 %). Aucune des variables de ce tableau n'est significativement associée à l'incidence du paludisme.

III.3 Analyse bivariée

III.3.1 Analyse de l'association entre les variables dépendantes (la malnutrition chronique et le paludisme) et les facteurs démographiques des enfants

Tableau IX: Analyse de l'association entre les variables dépendantes (Malnutrition chronique et paludisme) et les facteurs démographiques des enfants

		Malnutrition chronique			Paludisme		
Variables	Modalités	OR brute	IC à 95%	P-value	OR brute	IC à 95%	P-value
Sexe							
	Féminin	1			1		
	Masculin	1,418	[0,939 -2,140]	0,096	1 ,186	[0,435-3,231]	0,739
Age de l'enfant							
	de 12 à 23 mois	0 ,774	[0,500 -1,198]	0,252	0,279	[0,062-1,251]	0,096
	> à 23 et < à 59 mois	**1**					
Commune de résidence							
	Gihanga	1			**1**		
	Mpanda	1,276	[0,835-1,951]	0,259	1,190	0,354-3,99	0,78
	Rugazi	2,014	[0,756-5359]	0,289	2,31	0,372-14,32	0,36

Les résultats du tableau IX montrent qu'aucun des facteurs explicatifs (p>0,05) n'est significativement associé à la malnutrition chronique

III.3.2 Analyse de l'association entre la malnutrition chronique et le paludisme

Tableau X: Analyse de l'association entre la malnutrition chronique et le paludisme

		Malnutrition chronique			Paludisme		
Variables	**Modalités**	**OR brute**	**IC 95%**	**P-value**	**OR brute**	**IC 95%**	**P-value**
Malnutrition chronique							
	Non	-	-	-	1		
	Oui	-	-	-	4,4	[1,21- 15,96]	**0,024**
Antécédents de la malnutrition							
	Non	1			1		
	Oui, la malnutrition aiguë sévère	1,144	[0,505 -2,591]	0,746	-	-	-
	Oui, la malnutrition modérée	1,320	[0,781 -2,979]	0,388	3,261	[1,073 -9,873]	**0,036**
Parasitémie							
	Négatif	1			-	-	-
	Positif	4,644	[1,300 -16,588]	**0,018**	-	-	-
Nombre d'épisodes palustres au cours des 12 derniers mois							
	Aucun épisode	1			-	-	-
	1 -2 épisodes	0,558	[0,354 -0,880]	**0,012**	-	-	-
	≥3 épisodes	0,423	[0,354 -0,880]	**0,007**	-	-	-

Les variables significativement associées ($p < 0,05$) à la malnutrition chronique chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda sont la parasitémie et le nombre d'épisodes palustres au cours des douze derniers mois **(Tableau X).** En effet, les enfants ayant une parasitémie positive ont un risque significativement plus élevé de souffrir de la malnutrition chronique comparés aux enfants à parasitémie négative, avec OR=4,64. Cela signifie que ces enfants ont 4,6 fois plus de risque de développer la malnutrition chronique. En revanche les enfants ayant présenté 1 ou 2 épisodes et ceux ayant eu 3 épisodes et plus affichent des OR respectivement de 0,558 et 0,423 par rapport aux enfants sans épisodes. Ces valeurs indiquent une réduction du risque de malnutrition chronique d'environ 44% et 58% respectivement.

Ces résultats montrent également que la malnutrition chronique ($p = 0,024$) et les antécédents de malnutrition aiguë modérée ($p= 0,036$) sont significativement associés à l'incidence du paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda. En effet, les enfants souffrant de malnutrition chronique ont un risque significativement plus élevé de souffrir du paludisme comparés aux enfants sans malnutrition chronique, avec de OR= 4,4. Cela suggère que ces enfants ont 4,4 fois plus de risques de contracter le paludisme par rapport à ceux qui ne souffrent pas de la malnutrition chronique. De plus, les enfants ayant des antécédents de malnutrition aiguë modérée ont 3,26 fois plus de risques d'avoir le paludisme que ceux n'ayant jamais souffert de malnutrition aiguë modérée.

III. 3.3 Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs nutritionnels et sanitaires

Tableau XI: Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs nutritionnels et sanitaires

		Malnutrition chronique			Paludisme		
Variables	Modalités	OR brute	IC 95%	P-value	OR brute	IC 95%	P-value
Age d'intro d'aliments de complément							
	<6 mois	1			1		
	6mois	0,720	[0,450 -1,152]	0,171	0,768	[0,235-2,511]	0,664
	plus de 6mois	0,448	[0,236 -0,847]	**0,014**	0,776	[0,164-3,654]	0,749
Diversité alimentaire pour l'enfant							
	Faible	1			1		
	Bonne	0,553	[0,533 -0,866]	**0,018**	0,693	[0,218-2,197]	0,534
classe âge de sevrage							
	âge de sevrage <24 mois	1			1		
	âge de sevrage >= 24mois	0,213	[0,118 -0,385]	**0,001**	-	-	-
Vaccination régulière de l'enfant							
	Non	0,50	[0,90-276]	0,427	-	-	-

	Oui	1			1		
Faire dormir l'enfant sous moustiquaire							
	Non	1,9111	[0,995 -3,669]	0,052	1,054	[0,231 -4,802]	0,945
	Oui	1					

Comme illustré dans le tableau XI, les variables significativement associées ($p < 0,05$) à la malnutrition chronique chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda sont l'âge d'introduction des aliments complémentaires ($p = 0,014$), la diversité alimentaire pour l'enfant ($p = 0,004$) et l'âge de sevrage ($p = 0,001$). En effet, les enfants dont l'âge d'introduction des aliments complémentaires est supérieur à 6 mois affichent un OR de 0,448 par rapport aux enfants dont l'âge d'introduction d'aliments est inférieur 6 mois. Cela indique qu'introduire les aliments de compléments après 6 mois est associé à une réduction de risque d'avoir la malnutrition chronique, d'environ 55%. De plus, les enfants présentant une bonne diversité alimentaire présentent un OR de 0, 553, ce qui signifie que pour ces derniers le risque d'avoir la malnutrition chronique est réduit de 45% par rapport à leurs homologues dont la diversité alimentaire est faible. Ces résultats montrent également que les enfants dont l'âge de sevrage est supérieur ou égal à 24 mois ont un OR de 0,213 par rapport aux enfants dont l'âge de sevrage est inférieur à 24 mois, cela suggère une réduction de risque de malnutrition chronique, d'environ 79% pour les enfants dont l'âge de sevrage est supérieur à 24 mois.

III.3.4 Analyse de l'association entre les variables dépendantes et facteurs sociodémographiques des mères

Tableau XII: Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs sociodémographiques des mères

		Malnutrition chronique			Paludisme		
Variables	Modalités	OR brute	IC 95%	P-value	OR brute	IC 95%	P-value
Classe d'âge de la mère							
	<18ans	-	-	-			
	18-34ans	1			1		
	35ans et plus	0,709	[0,442-1,137]	0,153	3,023	[1,101-8,295]	**0,032**
Statut matrimonial							
	Célibataire	-	-	-	-	-	-
	En union	1			1		
	Séparée	0,993	[0,402-2,451]	0,989	-	-	-
	Divorcée	0,629	[0,095-4,134]	0,423	-	-	-
	Veuve	-	-	-	-	-	-
Occupation de la mère							
	Cultivatrice	1					
	Commerçante	0,873	[0,552-1,378]	0,560	2,200	[0,553-9,077]	0 ,276
	Salariée	-					

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

Niveau d'instruction de la mère							
	Non scolarisée	1,692	[0,794-3,603]	0,172	4,409	[1,163-20,668]	**0,030**
	Alphabétisée	1,017	[0,628-1,647]	0 ,945	2,714	[0,656-11,222]	0,168
	Primaire	1					
	Secondaire	0,657	[0,355-1,215]	0,181	1,345	[0,329-5,493]	0,680
	universitaire	-	-	-		-	
Existence de coépouse							
	Non	1					
	Oui	1,997	[1,091-3,655]	**0,025**	0,843	[0,186-3,820]	0,825

A travers le tableau XII, on trouve que parmi les facteurs explicatifs analysés, l'existence de coépouses (p = 0,025) est le seul facteur significativement associé à la malnutrition chronique chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda. En effet, les enfants issus de mères ayant des coépouses ont 2,3 fois plus de risque de souffrir de malnutrition chronique par rapport à ceux issus de mères sans coépouses. Quant au paludisme, l'âge de la mère (35 ans et plus, p = 0,032) et le niveau d'éducation de la mère, non scolarisée (p = 0,030) sont significativement associés à l'incidence du paludisme. Ces résultats montrent que les enfants issus de mères de 35 ans et plus ont 3 fois plus de risque de contracter le paludisme par rapport à ceux issus de mères âgées de 18 à 34 ans. De plus, les enfants issus de mères non scolarisées ont 4,4 fois plus de risque de souffrir du paludisme par rapport à ceux dont les mères ont un niveau d'éducation primaire.

III.3.5 Association entre les variables dépendantes et les facteurs socioéconomiques et environnementaux

Tableau XIII: Analyse de l'association entre les variables dépendantes et les facteurs socioéconomiques et environnementaux

		Malnutrition chronique			Paludisme		
Variables	Modalités	OR brute	IC95%	P-value	OR brute	IC95%	P-value
Taille du ménage							
	Moins de 5 personnes	0,715	[0,387-1,322]	0,285	0,386	[0,086-1,732]	0,214
	5 personnes et plus	1			1		
Revenu mensuel							
	<15USD	1,07	[0,69-1,659]	0,74	1,44	[0,4172-5,04]	0,56
	[15-30]USD	1			1		
	>30USD	1,41	[0,571-3,502]	0,64	-	-	-
Nombre d'enfants de moins de 5ans							
	Un	1,482	[0,914-2,405]	0,111	1,440	[0,489-4,243]	0,507
	Deux	1					
	Trois enfants et plus	1,682	[0,527-5,361]	0,379	3,411	[0,638-18,233]	0,151
Possession du petit bétail							
	Non	1			1		
	Oui	0,86	[0,53-1,41]	0,570	-	-	-
Possession du gros bétail							
	Non	1			1		

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

	Oui	0,62	[0,39-1,02]	0,060	0,76	[0,097-6,53]	0,832
Accès à une source d'eau potable							
	Non	1					
	Oui	0,096	[0,260-0,359]	**0,001**	-	-	-
Nombre de repas par jour dans le ménage							
	Un repas	1,454	[0,809-2,614]	0,211	0,646	[0,142-2,924]	0,571
	Deux repas	1			1		
	Trois repas et plus	0,796	[0,398-1,592]	0,520	0,054	[0,031-0,092]	**0,001**

Le tableau XIII montre que parmi les facteurs analysés, l'accès à une source d'eau potable (p = 0,001) est le seul facteur significativement associé à la malnutrition chronique chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda au seuil de 5%. Les enfants issus de ménages ayant accès à une source d'eau potable affichent un OR de 0,096, ce qui suggère une réduction de risque de malnutrition chronique d'environ 90 % par rapport à leurs homologues sans accès à une source d'eau potable. Concernant le paludisme, la fréquence de consommation alimentaire est significativement associée à l'incidence du paludisme (p = 0,001). En effet, les enfants issus de ménages où le nombre de repas par jour est supérieur ou égal à 3 présentent un OR de 0,054, ce qui indique une réduction de risque de paludisme d'environ 95% par rapport aux enfants issus des ménages consommant deux repas par jour.

III.4 Analyse multivariée

III.4.1 Détermination des facteurs explicatifs de la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda

Tableau XIV: Facteurs explicatifs de la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda

Variables	Modalités	Malnutrition chronique		OR ajusté	IC 95%	P-value
		Non	Oui			
Age de l'enfant						
	de 12 à 23 mois	65(35,1%)	56(30,6%)	3 ,501	[1,498-8,178]	**0,004**
	> à 23 et < à 59 mois	120 (64,9%)	127(69,3%)	1		
Sexe de l'enfant						
	Féminin	108(58,4%)	91(49,7%)	1		
	Masculin	77 (41,6%)	92 (50,3%)	2,228	[1,305-3,805]	**0,003**
Parasitémie						
	Non	182(98,4%)	170(92,9%)	1		
	Oui	3 (1,6%)	13(7,1%)	5,579	[1,361-22,870]	**0,017**
Nombre d'épisodes palustres						
	Aucun épisode	64(34,6%)	92(50,3%)	1		
	1 -2 épisodes	85(45,9%)	69(37,7%)	1,10	-	0,989
	≥3 épisodes	36(19,5%)	22(12,0%)	1,13	-	0,989
Age d'intro d'aliments de complément						
	<6mois	93(50,3%)	115(62,8%)	1		
	6 mois	57(30,1%)	50(27,3%)	0,594	[0,317 -1,111]	0,103
	Plus de 6mois	35(22,6%)	18(9,9%)	0,458	[0,178 -1,177]	0,105

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

Diversité alimentaire pour l'enfant						
	Faible	114(61,6%)	137(74,9%)	1		
	Bonne	71(38,4%)	46(25,1%)	0,407	[0,224 -0,739]	**0,003**
Age de sevrage						
	âge de sevrage <24 mois	67(54%)	107(66,9%)	1		
	âge de sevrage >= 24mois	57(46%)	53(33,1%)	0,660	[0,350-1,244]	0,199
L'enfant dort sous moustiquaire						
	Non	15(8,1%)	29(15,8%)	1,755	[0,657-4,684]	0,261
	Oui	170(91,9%)	154(84,2%)	1		
Age de la mère						
	<18ans	0(0,00%)	2(1,1%)	-		
	18-34ans	131(70,8%)	140(76,5%)	1		
	35ans et plus	54(29,2%)	41(22,4%)	0,381	[0,190 -0,764]	**0,007**
Niveau d'instruction de la mère						
	Non scolarisée	58(31,3%)	59(32,2%)	1,004	[0,526-1,915]	0 ,989
	Alphabétisée	13(7,0%)	22(12,0%)	0,909	[0,365-2,266]	0,839
	Primaire	77(41,7%)	79(43,2%)	1		
	Secondaire	37(20,0%)	23(12,6%)	0,379	[0,170-0,843]	**0,017**
Existence de coépouse						

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

	Non	166(89,7%)	149(81,4%)			
	Oui	19(10,3%)	34(18,6%)	1,865	[0,764-4,550]	0,171
Nombre d'enfants de moins de cinq ans						
	Un	81(43,8%)	88(48,1%)	1,422	[0,802-2,521]	0,228
	Deux	97(52,4%)	83(45,3%)	1		
	Trois enfants et plus	7(3,8%)	12(6,6%)	2,181	[0,614-7,749]	0,228
Nombre de repas par jour dans le ménage						
	Un repas	26(14,0%)	33(18,1%)	6,073	[2,264-16,285]	**0,001**
	Deux repas	138(74,6%)	134(73,2%)	1		
	Trois repas et plus	21(11,4%)	16(8,7%)	1,261	[0,536-2,968]	0,595
Possession du gros bétail						
	Non	132(71,4%)	146(79,8%)	1		
	Oui	53(18,6%)	37(20,2%)	0,443	[0,21-0,91]	**0,028**
Accès à une source d'eau potable						
	Non	149(80,5%)	170(92,9%)	1		
	Oui	36(19,5%)	13(7,1%)	0,081	[0,025-0,262]	**0,001**

Comme illustré dans le tableau XIV, après ajustement sur le modèle final, les facteurs significativement associés ($p < 0,05$) à la malnutrition chronique chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda sont : l'âge de l'enfant ($p = 0,004$), le sexe de l'enfant ($p = 0,003$), la parasitémie ($p = 0,017$), la diversité alimentaire pour l'enfant ($p = 0,003$), l'âge de sevrage ($p = 0,017$), l'âge de la mère ($p = 0,001$), le niveau d'instruction de la mère ($p = 0,017$), le nombre de repas consommés par jour dans le ménage ($p = 0,001$), la possession du gros bétail ($p = 0,028$) et l'accès à une source d'eau potable ($p = 0,001$).

III.4.2 Détermination des facteurs liés à la survenue du paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda

Tableau XV: Facteurs liés à la survenue du paludisme chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda

Variables	Modalités	Paludisme		OR ajusté	IC 95%	P-value
		Non	Oui			
Age de l'enfant						
	de 12 à 23 mois	119(33,8%)	2 (12,5%)	0,439	[0,052-3,686]	0,448
	> à 23 et < à 59 mois	233 (66,2%)	14(87,5%)			
Sexe de l'enfant						
	Féminin	191(54,3%)	8 (50%)			
	Masculin	161(45,7%)	8 (50%)	1,016	[0,309-3,345]	0,978
Antécédents de malnutrition						
	Non	287(81,5%)	11(68,7%)			
	Oui, la malnutrition aiguë sévère	25(7,1%)	0(0,000%)			
	Oui, la malnutrition modérée	40(11,4%)	5(31,3%)	12,644	[2,274-70,303]	**0,004**
Malnutrition chronique						
	Non	182(51,7%)	3(18,8%)			
	Oui	170(48,3%)	13(81,2%)	20,344	[2,190-188,979]	**0,008**
Age de sevrage						

	âge de sevrage <24 mois	167(62,3%))	7(43,8%)	1		
	âge de sevrage >= 24mois	101(37,7%)	9(56,2%)	4,970	[0,942-26,315]	0,059
Niveau d'instruction de la mère						
	Non scolarisée	113(32,1%)	4(25,0%)	39,833	[2,1336-743,618]	**0 ,014**
	Alphabétisée	31(8,8%)	4(25,0%)	2,665	[0,426-16,674]	0,839
	Primaire	151(42,9%)	5(31,3%)	1		
	Secondaire	57(16,2%)	3(18,7%)	1,018	[0,203-5,086]	0,982
Age de la mère						
	<18ans	2(0,6%)	0(0,00%)	-		
	18-34ans	263(74,7%)	8(50,0%)	1		
	35ans et plus	87(24,7%)	8(50,0%)	11,217	[1,490 -84,440]	0,019
Nombre de repas par jour dans le ménage						
	Un repas	57(16,2%)	2(12,5%)	0,665	[0,089-4,944]	0,690
	Deux repas	258(73,3%)	14(87,5%)			
	Trois repas et plus	37(10,5%)	0(0,00%)	-	-	-

Comme l'illustre le tableau XV, après ajustement sur le modèle final, les facteurs significativement associés ($p<0,05$) à la survenue du paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire de Mpanda sont le retard de croissance ($p=0,008$), les antécédents de malnutrition aiguë modérée ($p=0,004$), le niveau d'instruction non scolarisé de la mère ($p= 0,014$) et l'âge de la mère supérieur ou égal à 35 ans ($p=0,019$).

III.4.3 Pouvoir discriminant des modèles

La figure **IX** montre la courbe de ROC obtenue à partir des résultats du modèle final sur la malnutrition chronique. L'analyse de la courbe ROC exhibe un excellent pouvoir prédictif du modèle utilisé, avec une aire sous la courbe de 0,8104, indiquant une capacité de classification correcte des observations de 81,04%. La figure **X** montre la courbe de ROC obtenue à partir des résultats du modèle final sur le paludisme. L'analyse de la courbe ROC exhibe un excellent pouvoir prédictif du modèle utilisé, avec une aire sous la courbe de 0,8873, indiquant une capacité de classification correcte des observations de 88,73%.

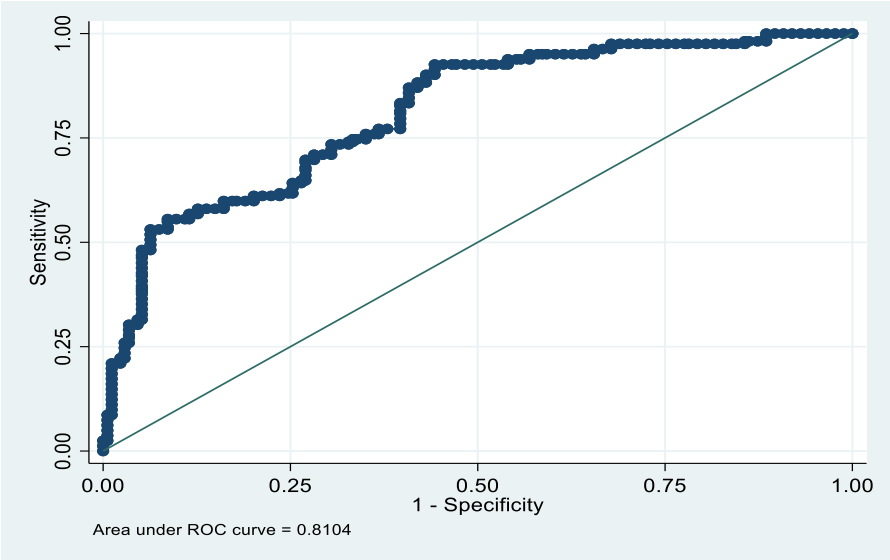


Figure IX: Courbe ROC du modèle final sur la malnutrition chronique

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

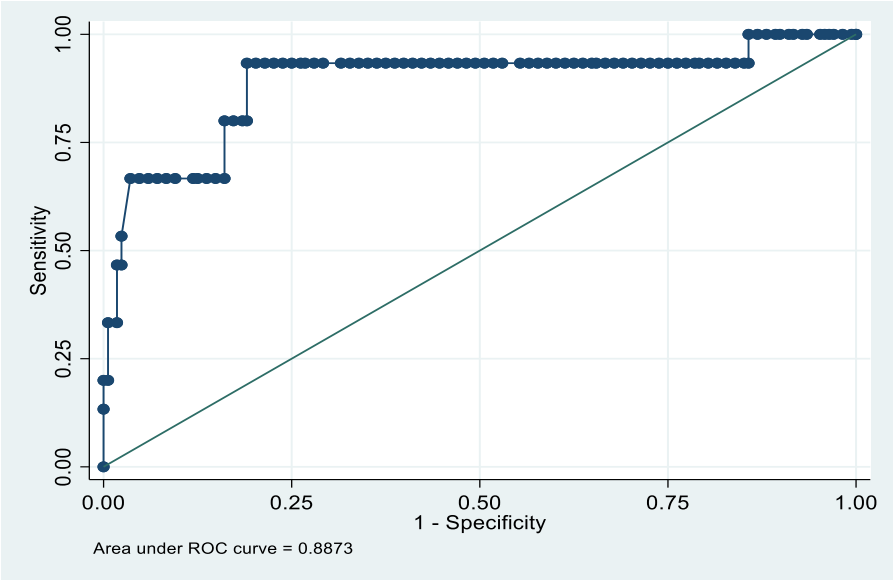


Figure X: Courbe ROC du modèle final sur le paludisme

IV. DISCUSSION ET COMMENTAIRES

IV.1 Prévalence de la malnutrition chronique

Les résultats montrent que la prévalence de la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire Mpanda est de 49,7%. Ce taux est nettement inférieur à celui rapporté en 2023 par une enquête nutritionnelle au Burundi, qui était de 60,2 % dans la province Bubanza où est situé notre lieu d'étude et de 56 % au niveau national (INSBU, 2023a)

La différence entre ces taux de malnutrition pourrait résulter des variations dans les méthodes d'échantillonnage, d'analyse, ainsi que de la période d'étude. Comparativement, cette prévalence est similaire à celle observée au Niger (47 %) et supérieure à celle constatée en République Démocratique du Congo (40 %) en 2023 au niveau national (ACF, 2023). Toutefois, elle reste plus élevée par rapport à celle trouvée encore au Niger (42 %) en 2023 par Ali Zaratou et ses collaborateurs (Ali et al, 2023).

IV.2 Incidence du paludisme

Le taux d'incidence du paludisme était de 4,3 pour 100 personnes-semaines. Cette incidence est préoccupante. Bien qu'elle puisse sembler insignifiante en comparaison avec l'incidence de 45 % rapportée en 2022, elle demeure alarmante en raison de la durée de l'étude. Toutefois, cette différence pourrait également s'expliquer par les interventions gouvernementales en matière de lutte contre le paludisme. Selon le rapport de l'ALMA (Alliance des dirigeants africains contre le paludisme), le Burundi a assuré des ressources suffisantes pour l'achat des CTA, TDR et MILDA nécessaires pour la période 2024-2026 (ALMA, 2024). Comparativement à d'autres études, une étude de cohorte qui a été réalisée en Éthiopie dans une zone d'endémie palustre a observé une incidence bien plus faible que la nôtre, soit de 3,8 pour 10 000 personnes-semaines (Gari et al., 2018).

En 2012, une enquête sur les indicateurs du paludisme avait révélé une prévalence de 17 % chez les enfants de moins de 5 ans. Cette prévalence était plus élevée parmi les enfants des ménages les plus pauvres (26 %) par rapport à ceux des ménages les plus riches (8 %) (ISTEEBU-INSP, 2013). En 2017, une enquête démographique et de santé a rapporté une prévalence de 27 %, toujours plus élevée parmi les enfants des ménages du quintile le plus bas (43 %) et moins élevée

en milieu rural (29 %) qu'en milieu urbain (6 %) (ISTEEBU, 2017), ce qui suggère que la pauvreté est un facteur de risque majeur pour la prévalence du paludisme.

IV.3 Facteurs explicatifs de la malnutrition chronique

Le sexe de l'enfant :

Les résultats montrent que les enfants de sexe masculin (p = 0,004) présentent un risque significativement plus élevé de souffrir de la malnutrition chronique comparés aux enfants de sexe féminin, avec un OR de 2,228. Cela signifie que ces enfants ont 2,2 fois plus de risque de développer un retard de croissance par rapport aux enfants de sexe féminin. Ce résultat converge avec ceux trouvés par Kalmogho et ses collègues au Burkina Faso. Cette étude sur la prévalence et les facteurs associés à la malnutrition chez les nourrissons a montré que le risque de malnutrition était réduit chez les filles par rapport aux garçons (RCa : 0,31 ; IC95 % : 0,12-0,77) (Kalmogho, 2020). En revanche, M. Virginie au Bénin a trouvé que les filles étaient plus exposées à la malnutrition que les garçons (OR : 2,02 [1,13 ; 3,61], p = 0,0176) (Virginie et al., 2022). À ce titre, certains auteurs estiment que, pour des raisons physiologiques et en l'absence de discrimination, les filles supporteraient mieux que les garçons une alimentation pauvre et/ou insuffisante (Ali, 2016).

Age de l'enfant :

De nombreux auteurs ont mis en évidence la relation entre l'âge de l'enfant et les risques de malnutrition et de mortalité. L'âge de l'enfant est une variable déterminante de son état nutritionnel. Nos résultats révèlent que les enfants de 12 à 23 mois présentent un risque significativement plus élevé de souffrir de la malnutrition chronique comparés à meurs homologues de 24-59 mois, avec un OR de 3,501. Cela suggère que ces enfants ont 3,5 fois plus de risque de développer un retard de croissance que les enfants de 24 à 59 mois. C'est le même constat qu'a fait Denou dans son étude sur la relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans, où elle a montré que l'âge avancé des enfants (24-59 mois) (OR = 0,16 ; 95 % IC [0,07-0,34]) était associé à une diminution du risque de malnutrition (Denou, 2020). Une autre étude au Mali a trouvé que les enfants de 12 à 23 mois couraient 5,40 fois plus de risque d'avoir la malnutrition chronique (95% IC = [1,13-25,87], p = 0,035), alors que d'autres tranches d'âge (6-11 ; 24-35 ; 36-47 et 48-59) n'étaient pas significativement associées à la malnutrition chronique (Diawara, 2013).

D'autres auteurs ont comparé cette tranche de 12 à 23 mois à celle de 0 à 11 mois et certains ont trouvé que les enfants de 12 à 23 mois avaient plus de risques de souffrir de malnutrition que ceux de 0 à 11 mois (AOR=2,1 ; 95% IC [1,4-3,1], p=0,001) (Amare et al., 2010). Les autres ont trouvé que les enfants d'âge inférieur à12 mois avaient moins de risque d'avoir la malnutrition par rapport à ceux âgés de 12 mois et plus (AOR=0,4 ; 95% IC[0,3-0,6]) (Mukalay et al., 2003). De même, au Burundi, une enquête nutritionnelle avait montré une augmentation rapide de la malnutrition chronique entre 6 et 24 mois, tant pour les filles que pour les garçons, avec une stabilisation relative par la suite (INSBU, 2023a). Cette évolution a été expliquée par le fait que la malnutrition chronique résulte d'une sous-alimentation récurrente au cours des mois, de sorte que plus l'enfant ne grandit, plus l'impact de l'accumulation de carences nutritionnelles ne sera marqué. Avant 12 mois, la plupart des enfants sont encore protégés par le lait maternel, et après 24 mois, les effets du retard de croissance s'accentuent.

La diversité alimentaire:

Nos résultats révèlent que les enfants ayant une bonne diversité alimentaire (p = 0,003) présentent un OR de 0,407 par rapport à leurs homologues ayant une faible diversité alimentaire, ce qui indique qu'une bonne diversité alimentaire est associée à une diminution de risque d'avoir la malnutrition chronique, d'environ 59%. Ces résultats divergent de ceux trouvés dans une étude menée au Mali, qui a constaté que les enfants ayant un SDAI (score de diversité alimentaire individuel) faible avaient plus de chances de ne pas souffrir de la malnutrition chronique (OR = 0,21 ; 95% IC[0,08-0,54], p = 0,001) (Aminata , 2019). En effet, pour avoir une alimentation saine, il est nécessaire de consommer des aliments diversifiés et équilibrés, ce qui explique pourquoi les enfants ayant une alimentation équilibrée sont protégés contre la malnutrition. Néanmoins, si ces aliments diversifiés et équilibrés sont pris dans un environnement favorable aux maladies ou à d'autres facteurs entraînant une mauvaise absorption, les consommateurs peuvent être à risque de souffrir de malnutrition. En outre, une faible diversité alimentaire est souvent le signe d'une mauvaise consommation alimentaire et, par conséquent, d'une insécurité alimentaire, qui est une cause sous-jacente de la malnutrition (INSBU, 2023a).

Age de la mère

Dans cette étude, les enfants issus de mères âgées de 35 ans et plus présentent un OR de 0,381 par rapport aux enfants issus des mères âgées de 18-34 ans, ce qui suggère que l'âge de la mère supérieur ou égal à 35ans est associé à une diminution d'environ 62%, de risque pour son enfant , de développer le retard de croissance, Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Denou au Mali dans une étude sur la relation entre le paludisme et la malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans, où elle a observé que l'âge avancé des mères (OR = 0,25 ; 95% IC [0,08-0,73]) était significativement associé à une diminution du risque de malnutrition chronique (Denou , 2020). D'autres études ont révélé qu'il n'y avait pas d'association entre la malnutrition et l'âge de la mère (Diawara, 2013; Virginie et al., 2022). L'effet de l'âge de la mère à l'accouchement sur l'état nutritionnel de l'enfant a été étudié par d'autres auteurs mais reste ambigu. Ntsame trouva que le risque de malnutrition était relativement plus élevé chez les enfants nés de mères âgées de moins de 20 ans que chez ceux dont les mères était âgées de plus de 20 ans (Ntsame O., 1999).

Il l'expliqua par le fait que les jeunes femmes ont tendance à négliger les soins prénataux, ce qui compromet la santé des enfants et les expose à un risque de synergie infection-malnutrition Rakotondrabe souligna que les femmes âgées de 35 ans et plus couraient divers risques liés au syndrome d'épuisement, et que ces femmes, étant fatiguées physiologiquement en raison du nombre élevé de maternités, exposent leurs enfants à un risque accru de malnutrition par le biais de certaines infections (Rakontodrabe, 2004)

Niveau d'instruction de la mère

Dans cette étude, le niveau d'instruction secondaire réduit le risque de malnutrition chronique. Les enfants issus de mères ayant un niveau secondaire (p = 0,017) affichent un OR de 0,379 par rapport à leurs homologues issus des mères de niveau primaire. Cela suggère une réduction de risque de malnutrition chronique d'environ 62% pour ces enfants issus des mères de niveau secondaire. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'une mère plus instruite comprend mieux les informations reçues lors de l'éducation nutritionnelle. Les résultats sont similaires à ceux trouvés au Kenya, où il a été observé que les enfants issus de mères ayant un niveau primaire avaient 1,28 fois plus de risque de souffrir de malnutrition chronique (p = 0,002, OR = 1,28, IC 1,096-1,498) (Abuya et al., 2012).

Une autre étude au Burkina Faso a trouvé que les enfants issus de mères ayant un niveau primaire ou plus avaient moins de risque de souffrir de malnutrition (p = 0,002, OR = 0,22, IC 0,09-0,49). Au Burundi, l'EDS 2010 avait également montré que le niveau secondaire ou plus réduisait le risque de malnutrition (ISTEEBU-INSP, 2010).

Fréquence de consommation alimentaire dans le ménage

Un autre facteur de risque de la malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans le district sanitaire de Mpanda est la fréquence de consommation alimentaire quotidienne dans le ménage (p=0,010). Les résultats montrent que les enfants issus de ménages où le nombre de repas par jour était égal à 1 (p=0,001) ont 6,073 fois plus de risque de présenter un retard de croissance.

En effet, la réduction du nombre de repas consommés par jour est l'une des stratégies d'adaptation liées à la consommation alimentaire. Cette stratégie est prise en compte lors de la mesure de l'indice de stratégie d'adaptation réduite (rCSI), également appelé indice de stratégie d'adaptation alimentaire. Cet indice est utilisé pour évaluer le niveau de stress alimentaire auquel un ménage est confronté lors d'une pénurie alimentaire due à une catastrophe ou à d'autres facteurs. Plus le stress est élevé, plus l'indice est élevé.

Il convient de signaler que le district sanitaire de Mpanda fait partie de la province de Bubanza, qui avait l'indice rCSI le plus élevé (17,4) et dont la population était en phase 3 d'insécurité alimentaire (INSBU, 2023a). Ainsi, la population étudiée était en insécurité alimentaire et, à mesure que cette insécurité augmente, la malnutrition chronique augmente également.

Possession du gros bétail :

Dans cette étude, les enfants issus des ménages possédant du gros bétail affichent un OR de 0,443 par rapport à ceux issus des ménages sans possession du gros bétail ; ce qui suggère une réduction de risque d'avoir la malnutrition chronique, d'environ 56% pour ces enfants issus des ménages possédant du gros bétail. Cela peut s'expliquer par le fait que l'élevage de gros bétail améliore le niveau des revenus des ménages, car il procure des revenus en espèces, du fumier organique pour les cultures vivrières et des denrées alimentaires (PNSA, 2009). Cela permet ainsi aux ménages de mieux satisfaire leurs besoins alimentaires, y compris ceux des enfants.

Accès à une source d'eau potable

Nous avons constaté que les enfants dont les mères avaient affirmé avoir accès à une source d'eau potable présentaient un OR de 0,081 par rapport aux enfants issus des ménages sans accès à une source d'eau potable, ce qui suggère une réduction de risque d'avoir la malnutrition chronique , d'environ 92%, pour ces enfants issus des ménages ayant accès à une source d'eau potable. Ce constat a été également observé dans une étude menée à Yaoundé qui révéla que les enfants issus de ménages sans accès à une source d'eau potable avaient 1,834 fois plus de risque de souffrir de malnutrition par rapport à ceux issus de ménages ayant accès à une source d'eau potable (Ali, 2016). Une autre étude en Côte d'Ivoire a trouvé que les enfants qui consommaient de l'eau non potable étaient davantage à risque de souffrir de malnutrition chronique par rapport à ceux qui consommaient de l'eau potable (Ake et al., 2010). En effet, l'eau potable fait partie des aliments utilisés, un des quatre piliers de la sécurité alimentaire. Les aliments ne peuvent être correctement digérés que si de l'eau propre et hygiénique est utilisée pour la consommation. Or, il est bien établi que l'apport alimentaire inadéquat est une cause directe de la malnutrition, selon le modèle causal de la malnutrition de l'UNICEF (FAO, 2014). Selon les résultats de l'AGVSAN de 2023, les ménages qui utilisent de l'eau non potable présentent un pourcentage plus élevé d'insécurité alimentaire (58,2 %) par rapport à ceux qui utilisent de l'eau potable (36,4 %) (INSBU, 2023a). L'insécurité alimentaire est une cause sous-jacente de la malnutrition chronique, car elle entraîne un apport alimentaire inadéquat, qui est la cause directe de la malnutrition.

IV. 4. Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme

Nous avons trouvé que les enfants ayant une parasitémie positive (p = 0,045) ont un risque significativement plus élevé de souffrir de retard de croissance comparés aux enfants sans paludisme, avec un OR de 5,579. Cela signifie que ces enfants ont 5,6 fois plus de risque de développer un retard de croissance. Ces résultats convergent avec ceux trouvés au Cameroun, en Éthiopie, au Ghana et au Kenya. Au Cameroun, une étude sur la relation entre le paludisme, l'anémie, le statut nutritionnel et socio-économique chez les enfants de moins de cinq ans a révélé une association significative entre le paludisme et la malnutrition (OR = 1,89, IC 95 % : 1,12–3,19, p = 0,017) et entre la malnutrition et le paludisme (OR = 2,07, IC 95 % : 1,22–3,53, p = 0,007) (Bigoga et al., 2019).

En Éthiopie, Gari et ses collègues, dans leur étude intitulée "Le paludisme augmente le risque de retard de croissance et de malnutrition aiguë chez les enfants de moins de cinq ans", ont trouvé que les enfants ayant une parasitémie positive avaient 1,9 fois plus de risque d'avoir un retard de croissance (p = 0,01, OR = 1,9 [1,2-2,9]) (Gari et al., 2018). Au Kenya, une étude sur la relation entre le paludisme et le statut nutritionnel chez les enfants de moins de cinq ans a montré que les enfants de 0 à 2 ans atteints de paludisme couraient 1,89 fois plus de risque d'avoir un retard de croissance (p = 0,05, OR = 1,89 [1,01-3,53]) (Yakeriga et al., 2004). Une autre étude au Ghana a également mentionné le paludisme comme un facteur favorisant la malnutrition, montrant un risque accru de retard de croissance chez les enfants atteints de paludisme (Danquah et al., 2009).

Ces résultats montrent aussi que les enfants souffrant de la malnutrition chronique (p=0,011) ont un risque significativement plus élevé de souffrir du paludisme comparés aux enfants sans malnutrition chronique, avec on OR de 20,344, cela indique que ces enfants ont 20,3 fois plus de risque de contracter le paludisme par rapport à ceux ne souffrant pas de retard de croissance.

Plusieurs études ont été menées sur la relation entre le paludisme et le retard de croissance. Le retard de croissance s'est révélé être un facteur de risque du paludisme en Gambie, au Kenya et en Ouganda. En Gambie, une étude de cohorte prospective menée auprès de 487 enfants de moins de 5 ans par Deen et ses collègues trouva que le retard de croissance augmentait significativement le risque d'infection palustre (RR = 1,35, IC à 95 % = 1,08-1,69) (Deen et al., 2002). Au Kenya, une étude sur le paludisme et le statut nutritionnel des enfants de moins de 3 ans a trouvé un risque accru de paludisme chez les enfants présentant un retard de croissance, montrant une symptomatologie accrue en faveur du paludisme (OR=1,77, p=0,06), ainsi qu'un risque accru de parasitémie positive (OR=1,98, parasitémie =1500–7000/µL; p<0,0001) (Friedman et al., 2005).

En Ouganda, une étude sur l'effet du statut nutritionnel sur la réponse au traitement à base d'artémisinine a trouvé que les enfants présentant un retard de croissance léger (HAZ ≥-2 et < -1) (AOR=2,89 ;95% IC [1,06-7,89], p=0,039) à modéré (HAZ < -2) (AOR=3,18 ; 95%IC[1,18-8,56], p= 0,022) et n'ayant pas reçu de prophylaxie au triméthoprime-sulfaméthoxazole présentaient un risque plus élevé de parasitémie récurrente (Verret et al., 2011)

En revanche, d'autres auteurs ont trouvé des résultats différents des nôtres. Une étude menée en Gambie par Snow et al. chez des enfants âgés de 1 à 4 ans a rapporté un effet non significatif du retard de croissance sur les épisodes cliniques et asymptomatiques de paludisme (Snow et al., 1991). En République Démocratique du Congo (RDC), au Sud-Kivu, une étude de cohorte menée sur 790 enfants de moins de cinq ans, concernant la malnutrition protéino-énergétique et la morbidité liée au paludisme a révélé qu'un retard de croissance sévère protégeait contre une parasitémie palustre ultérieure (AOR=0,74 ; 95%IC[0,37-1,40]) (Ndeba et al., 2008). D'autres études menées au Sénégal et au Burkina Faso ont trouvé que le retard de croissance n'était pas significativement associé à la survenue ultérieure du paludisme (Fillol et al., 2009; Olaf et al, 2003). De même, Verhoef et ses collègues en 2002 au Kenya n'avaient pas observé d'association entre le retard de croissance et le risque d'infection palustre, bien qu'ils aient montré que le retard de croissance pouvait influencer la gravité de l'anémie associée au paludisme chez les enfants africains (Verhoef et al., 2002).

Cette étude montre également que 31,3 % d'enfants ayant contracté le paludisme avaient déjà été diagnostiqués d'une malnutrition aiguë modérée **(Tableau VI).** Les enfants ayant des antécédents de malnutrition aiguë modérée ont un OR de 12,644 par rapport à leurs homologues sans antécédents de malnutrition aigüe modérée, ce qui signifie qu'ils ont 12,6 fois plus de risque de souffrir du paludisme.

Plusieurs études ont été réalisées sur la relation entre le paludisme et la malnutrition aiguë, mais les résultats sont également contradictoires. Trois études ont montré que l'émaciation était associée à un risque accru de paludisme. Dans une étude cas-témoins portant sur 428 enfants de moins de cinq ans en Éthiopie, Shikur et ses collègues ont constaté que les enfants sévèrement émaciés étaient trois fois plus susceptibles de présenter un épisode de paludisme que les enfants non émaciés (OR ajusté = 2,90, IC à 95 % = 1,14–7,61) (Shikur et al., 2016). Au Ghana, dans une enquête portant sur 2 905 enfants âgés de 6 à 108 mois, l'émaciation était significativement associée à un risque plus élevé de paludisme clinique (OR = 1,86, IC à 95 % = 1,14–3,02) (S. et al., 2006).

Cependant, une étude au Sénégal a rapporté une association protectrice significative entre l'émaciation (P/T < -2) au début de la saison des pluies et le risque d'épisode clinique de paludisme (OR = 0,33, IC à 95 % [0,13-0,81], p=0,022) chez 874 enfants d'âge préscolaire (Fillol

et al., 2009). En revanche, trois autres études, l'une menée en Gambie (Snow et al., 1991) , l'autre au Burkina Faso (Olaf et al., 2003), et une autre au Kenya (Friedman et al., 2005) ont révélé qu'il n'y avait aucune association entre l'émaciation et le risque d'infections palustres. Ces différences peuvent s'expliquer par l'utilisation de méthodes différentes lors de l'échantillonnage, de l'analyse, la taille de l'échantillon, ainsi que le type d'étude. De plus, nos résultats concernent les effets de la malnutrition chronique globale actuelle et de la malnutrition aiguë modérée antérieure.

IV. 5 Facteurs sociodémographiques explicatifs du paludisme

Age de la mère

Contrairement à ce que nous avons observé sur la malnutrition chronique, l'âge de la mère de l'enfant apparaît comme un facteur de risque pour l'incidence du paludisme. Les enfants issus de mères âgées de 35 ans et plus ont un risque significativement élevé de souffrir du paludisme avec un OR de 11,217 comparés aux enfants issus des mères âgées de 18-34ans. Ce résultat pourrait être confirmé par un auteur qui suggéra que les femmes âgées de 35 ans et plus, en raison de la fatigue physiologique liée à un grand nombre de maternités, transmettaient à leurs enfants une constitution plus fragile, les exposant ainsi à la malnutrition par le biais de certaines infections (Ali, 2016). En outre, une analyse approfondie des résultats de l'Enquête Démographique et de Santé (EDS) réalisée au Burkina Faso a révélé des prévalences élevées du paludisme (respectivement 13,2 % et 14,3 %) chez les enfants dont les mères appartenaient aux groupes d'âge 15-24 ans et 35-39 ans (BFA-MINSAN-ENN-SMART, 2019). Selon moi, l'âge de la mère pourrait influencer l'état de santé de l'enfant si cet âge expose la mère à des conditions de vulnérabilité ou de discrimination, ce qui pourrait affecter à la fois sa santé et celle de ses enfants.

Le niveau d'instruction de la mère

Les résultats montrent que le niveau d'instruction de la mère, non scolarisé ($p= 0,014$) constitue un facteur de risque du paludisme. Les enfants issus des mères non scolarisées ont un risque significativement élevé de souffrir du paludisme comparés aux enfants issus des mères ayant au moins un niveau d'instruction primaire, avec un OR de 39,83. Cela signifie que ces enfants ont 39, 8 fois plus de risque de souffrir du paludisme.

Certaines études, de même que celle-ci ont montré que le niveau d'instruction secondaire chez la mère est un facteur de protection contre la malnutrition, ce qui suggère que plus le niveau d'instruction diminue plus il expose l'enfant à la malnutrition et ainsi aux différentes maladies, y compris le paludisme.

Limites de l'étude

Notre étude présente certaines limites. Elle n'a pas pris en compte l'ensemble des déterminants potentiels du paludisme (tels que l'état des moustiquaires utilisées, les connaissances liées à leur utilisation, etc.) ni du retard de croissance (comme l'anorexie, d'autres maladies récurrentes, etc.). En outre, même si cette étude, transversale a permis d'analyser les liens de causalité entre ces deux pathologies à l'aide d'une régression logistique, pour établir une relation linéaire plus robuste entre ces deux affections, une étude de cohorte serait mieux adaptée. Une telle approche permettrait d'approfondir l'analyse en intégrant des facteurs tels que les carences en micronutriments, le statut immunitaire des enfants, les rechutes etc. Une autre limite concerne

la taille réduite de l'échantillon. Néanmoins, ces limites n'altèrent pas la comparabilité de nos résultats avec ceux d'autres études ni leur représentativité au regard de la zone d'étude. Il convient également de mentionner les difficultés rencontrées lors de la collecte des données. La principale contrainte a été le manque de carburant et les coûts élevés des déplacements. A cela se sont ajoutées des difficultés climatiques : les fortes pluies et l'état impraticable de certaines routes ont parfois empêché l'accès aux localités ciblées.

L'utilisation de motos comme moyen de transport nous a obligés, à plusieurs reprises, à suspendre les activités jusqu'à l'arrêt des précipitations, prolongeant ainsi la période de collecte des données de 9 à 12 jours, avec pour conséquence une augmentation du budget initialement prévu pour l'étude.

Perspectives

Réaliser l'étude dans d'autres districts sanitaires afin de généraliser les résultats et produire des rapports pouvant servir pour améliorer la lutte contre ces deux fléaux.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Conclusion

Le paludisme et la malnutrition chronique sont deux problèmes de santé infantile, alarmants dans le district sanitaire Mpanda, l'un influence la survenue de l'autre suggérant un cercle vicieux dans lequel ils se renforcent mutuellement. L'âge de l'enfant de 12-23 mois, le sexe masculin chez l'enfant, la consommation d'un seul repas par jour constituent des facteurs de risque de malnutrition chronique tandis que l'âge maternel supérieur ou égal à 35 ans, le niveau d'instruction secondaire de la mère, l'accès à une source d'eau potable, la diversité alimentaire chez l'enfant et la possession du gros bétail réduisent le risque de malnutrition chronique chez les enfants de 12-59 mois dans ce district. Les résultats de cette étude confirment nos hypothèses de départ ; ainsi des interventions intégrées ciblant à la fois la lutte contre la malnutrition et le paludisme sont nécessaires afin d'améliorer la santé infantile dans les zones d'endémie palustre.

Recommandations

A la lumière de ces résultats, il est essentiel de formuler des recommandations sur les actions à entreprendre pour améliorer la situation.

Au gouvernement du Burundi :

- Poursuivre la mise en œuvre du plan multisectoriel d'alimentation : Un Burundi où chaque individu dispose de nourriture en qualité et quantité suffisantes, un capital humain productif et un développement durable" (PMSAN, 2020). Cela permettra d'assurer une alimentation diversifiée pour les enfants.
- Poursuivre les politiques d'adduction d'eau potable et d'accessibilité à l'eau pour les populations rurales.

A l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

- Soutenir les programmes de lutte contre la malnutrition sous toutes ses formes, en particulier la malnutrition aiguë modérée et le retard de croissance, qui ne bénéficient actuellement pas suffisamment d'attention alors qu'ils exposent les enfants à un risque accru de paludisme.

Aux Organisations Non Gouvernementales (ONG) telles que le BAD, FIDA, FAO, UNICEF, PAM, etc. :

- Planifier et mettre en œuvre des projets de développement visant à améliorer les revenus des ménages et la diversité alimentaire dans la région (élevage de petit et gros bétail, pisciculture, jardins potagers diversifiés avec au moins trois types de légumes comme les choux, carottes, oignons, amarante, épinards, aubergines, etc.).
- Soutenir les initiatives de prise en charge de la malnutrition sous toutes ses formes dans cette localité et dans d'autres régions.
- Soutenir des programmes d'éducation nutritionnelle sur l'alimentation équilibrée et diversifiée, ainsi que sur la lutte contre le paludisme.
- Renforcer l'approvisionnement en eau potable pour améliorer la santé publique dans les zones rurales.

Aux autorités administratives et sanitaires locales :

- Mener des activités d'éducation, d'information et de communication sur la malnutrition chez les enfants, afin de sensibiliser la population.
- Renforcer la mobilisation et l'implication communautaire pour dépister précocement les enfants à risque et garantir une prise en charge rapide et appropriée des cas.
- Sensibiliser la communauté sur les moyens de prévention du paludisme, en particulier l'utilisation des moustiquaires imprégnées et le traitement préventif.
- Encourager l'éducation des filles, afin qu'elles bénéficient de meilleures opportunités éducatives et contribuent ainsi à un meilleur avenir pour leurs enfants.

Aux chercheurs :

- Mener des études approfondies sur la prise en charge de la malnutrition chronique, afin de développer des stratégies pour prévenir ses complications et briser le cycle intergénérationnel de cette pathologie.
- Réaliser des études immunogénétiques chez les enfants malnutris pour mieux comprendre l'impact du paludisme et d'autres maladies sur la survenue de la malnutrition.
- Effectuer des recherches sur les médicaments antipaludiques, les tests de diagnostic et les vaccins afin de découvrir des méthodes de prévention et de traitement plus efficaces, notamment pour éliminer les gamétocytes et couper la chaîne de transmission.

- Étudier la composition nutritionnelle des aliments au Burundi, en termes de macronutriments et micronutriments, et mettre ces informations à la disposition des éducateurs en santé et nutrition.
- Compte tenu des limites de cette étude (échantillon réduit, approche transversale), des recherches longitudinales, notamment des cohortes prospectives, sont recommandées pour approfondir les mécanismes causaux entre ces pathologies.

À la population :

- S'impliquer activement dans les travaux de développement, tels que l'élevage et la mise en place de jardins potagers diversifiés.
- Diversifier les cultures vivrières, y compris les arbres fruitiers, afin de garantir une alimentation variée et locale.
- Suivre les conseils des agents de santé concernant la prise en charge de la malnutrition, du paludisme et d'autres maladies, afin d'améliorer la santé collective.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abuya, B. A., Ciera, J., & Kimani-murage, E. (2012). Effect of mother ' s education on child ' s nutritional status in the slums of Nairobi. *BMC Pediatrics*, *12*(80), 1-10. https://doi.org/doi:10.1186/1471-2431-12-80

Abuya, B. A., Ciera, J., & Kimani-murage, E. (2012). Effect of mother ' s education on child ' s nutritional status in the slums of Nairobi. *BMC Pediatrics*, *12*(80), 1-10. https://doi.org/doi:10.1186/1471-2431-12-80

ACF. (2023). *Malnutrition chronique:cadre d'une approche préventive multisectorielle* (Première édition).44p

Ake Tano Odile, T., I., & Yao E. K. et al. (2010). *Malnutrition chronique chez les enfants de moins de 5 ans au nord de la Côte d ' Ivoire*. S.F.S.P*22(2).* https://doi.org/10.3917/spub.102.0213

Ali, M. B. A. (2016). *La malnutrition des enfants de moins de cinq ans au Djibouti : Facteurs* explicatifs. Université de Yaoundé: Institut de formation et de recherche démographiques.124p

Ali, Z., Labo, Z. A., Issa, A. A., Attinine, A. S., Daouda, S., Salissou, B., & M, M. L. (2023). *Facteurs Associés à la Malnutrition Chronique chez les Enfants Âgés de 0-59 Mois au Niger*. Health Research Afr*1*(3), 54-59. Available free at http://hsd-fmsb.org/index.php/hra

Aliou T., Aliou A. N., Assane S., et al (2015). Fièvre bilieuse hémoglobinurique (FBH) de révélation tardive: à propos d'un cas au CHU de Dakar. *PanAfrican Medical Journal*, *8688*, 4-7. https://doi.org/10.11604/pamj.2015.22.301.8176

ALMA. (2024). *Rapport trimestriel d ' ALMA – 1 er trimestre 2024 Paludisme*.4p

Amare Deribew , Sudhakar, M., Abdo, N., Deribe, K., & Biadgilign, S. (2010). *Malaria and Under-Nutrition : A Community Based Study Among Under-Five Children at Risk of Malaria , South- West Ethiopia*. *5*(5), 1-6. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010775

Ambroise T., Léonardo K.B., D. B. et al. (1991). *Paludisme* (Universités fancophones (éd.); Marketing). Ellipses. Paris.249p

Aminata Bouré. (2019). *Relation entre la securité alimentaire, l'eau, l'hygiene, l'assainissement et la malnutrition chez les enfants de 0-23 mois dans la region de sikasso. Présenté*. Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako.Mali.59p

ANOFEL. (2009). *Parasitologie méicale*. 400P

ANOFEL. (2014). *Paludisme* (ANOFEL (Association des enseignants de Parasitologie et Mycologie). Université médicale virtuelle francophone.27p

Aubry, P. P. (2015). *Paludisme*. P1-24.

BFA-MINSAN-ENN-SMART. (2019). *Enquête nutritionnelle au Burkina Faso* - (Numéro 2010).

Bhutta, Z. A., Ahmed, T., Black, R. E., Cousens, S., Dewey, K., Giugliani, E., Haider, B. A., & Kirkwood, B. (2008). *Maternal and Child Undernutrition 3 What works ? Interventions for maternal and child undernutrition and survival*. *371*, 1-24. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61693-6

Bigoga, JudeId, N. S., Ngondi, J., Njeambosay, B., Esemu, L., Nyonglema, P., Seumen, C., Gouado, I., & Oben, J. (2019). *Relationship between malaria , anaemia , nutritional and socio-economic status amongst under-ten children , in the North Region of Cameroon : A cross-sectional assessment*. 1-17.

Black, R. E., Allen, L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., de Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C., & Rivera, J. (2008). Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The Lancet*, *371*(9608), 243-260. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61690-0

Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., Onis, M. De, & Ezzati, M. (2013). Maternal and Child Nutrition 1 Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Maternal and child Nutrition*, *382*, 1-25. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60937-X

Bruce cogil. (2003). *Guide de Mesure des Indicateurs Anthropométriques Courriel : fanta@aed.org Site Web : www.fantaproject.org*.

CAADP. (2013). *East and Central Africa Regional CAADP Nutrition Program Development Workshop Nutrition Country Paper – République du Burundi*.

Camara, B., Faye, P. M., Fall, M. L., Ndiaye, J. L., Ba, M., & Sow, H. D. (2011). *Critères de gravité et facteurs pronostiques du paludisme chez l ' enfant à Dakar*. *41*, 63-67. https://doi.org/10.1016/j.medmal.2010.09.001

Campos, A. P., Vilar-compte, M., & Hawkins, S. S. (2020). Association Between Breastfeeding and Child Stunting in Mexico. *Global Health*, *November*, 2-15. https://doi.org/10.5334/aogh.2836

Candolfi, E., Bru, V. L., & Waller, J. (2007). *Parasitologie – Mycologie* (DCMI/2006-2007).

Cissouma, D. (2022). *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*. Université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako Faculté. 86p

COHA. (2020). *Social and Economic Impact of Child Undernutrition*. https://au.int/sites/default/files/documents/41660-doc-COHA_continental_report English20211.pdf.25p

Danaei, G., Andrews, K. G., Sudfeld, C. R., Mccoy, C., Peet, E., Sania, A., Fawzi, M. C. S., Ezzati, M., & Fawzi, W. W. (2016). *Risk Factors for Childhood Stunting in 137 Developing Countries : A Comparative Risk Assessment Analysis at Global , Regional , and Country Levels*. 1-18. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002164

Danquah, I., Dietz, E., Zanger, P., Reither, K., Ziniel, P., Bienzle, U., & Mockenhaupt, F. P. (2009). *Reduced Efficacy of Intermittent Preventive Treatment of Malaria in Malnourished Children* . *53*(5), 1753-1759. https://doi.org/10.1128/AAC.01723-08

Das, D., Grais, R. F., Okiro, E. A., Stepniewska, K., Mansoor, R., Kam, S. Van Der, Terlouw, D. J., Tarning, J., Barnes, K. I., & Guerin, P. J. (2018). *Complex interactions between malaria and malnutrition : a systematic literature review*. BMC Medicine, 16:186 https://doi.org/10.1186/s12916-018-1177-5. p1-14.

Deen, J. L., Walraven, G. E. L., & Seidlein, L. Von. (2002). *Increased Risk for Malaria in Chronically Malnourished Children Under 5 Years of Age in Rural Gambia*. Journal of Tropical Pediatrics Vol. *48*, 1-6

Denou Larissa Hansoun. (2020). *Relation entre la malnutrition et le paludisme chez les enfants de moins de 5 ans à Koila Bamanan, une zone d'endémie palustre au Mali*.Université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako. 100p. https://bibliosante.ml/bitstream/handle/123456789/3977/20M211.pdf

Dia S. (2011). *Epidémiologie du paludisme dans une zone soudanoguinéenne du Mali , Kambila cercle de kati*. Université de Bamako. 93P

Diawara, F. (2013). *Etude des facteurs associés à la malnutrition chez les enfants de 0 à 59 mois en commune 2 du district de Bamako en 2012*.p1-64.

DSNIS. (2023). Annuaire des statistiques sanitaires 2022. MSPLS.Burundi. 345p

E. Galasso et al. (2019). Economics and Human Biology The aggregate income losses from childhood stunting and the returns to a nutrition intervention aimed at reducing stunting. *Economics and Human Biology*, *34*, 225-238. https://doi.org/10.1016/j.ehb.2019.01.010

Fan, Y., Yao, Q., Liu, Y., Jia, T., Zhang, J., & Jiang, E. (2022). Underlying Causes and Co-existence of Malnutrition and Infections: An Exceedingly Common Death Risk in Cancer. *Frontiers in Nutrition*, *9*(February), 1-11. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.814095

FANTA. (2006). *Anthropométrie : Enfants de moins de 5 ans*. Fiche Technique. 2P

Fillol, F. (2009). *Relation entre l'état nutritionnel et le paludisme chez les enfants d'Afrique sub-saharienne vivant en zone de transmission saisonnière du paludisme*. université Montpellier II.224p

Fillol, F., Cournil, A., Boulanger, D., et al (2009). *Influence of Wasting and Stunting at the Onset of the Rainy Season on Subsequent Malaria Morbidity among Rural Preschool Children in Senegal*. Am. J. Trop. Med. Hyg. *80*(2), 202-208.

Friedman, J. F., Kwena, A. M., Mirel, L. B., et al (2005). *Malaria and nutritional status among pre-school children : Results from cross-sectional surveys in western kenya*. Am. J. Trop. Med. Hyg., 73(4), 2005, pp. 698–704

Gari, T., Loha, E., Deressa, W.,et al (2018). *Malaria increased the risk of stunting and wasting among young children in Ethiopia : Results of a cohort study*. PLoS ONE 13 (1): e0190983. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0190983. p1-16.

Gone, T., Lemango, F., Eliso, E.,et al (2017). The association between malaria and malnutrition among under-five children in Shashogo District , Southern Ethiopia : a case-control study. *Infectious Diseases of Poverty*, 4-11. https://doi.org/10.1186/s40249-016-0221

GPAFN. (2016). *The Cost of Malnutrition : Why Policy Action is Urgent* . Technical Brief number 3.11p

Greenwood B., M. K. and S. R. (1991). *Why Do Some African Children Develop Severe Malaria?* Parasitology Today, vol. 7, no. I0 (*7)*, 277-281.

Guy, E. E. & Roch, M. L.(2020). *Les formes socioculturelles de la malnutrition des enfants de moins de cinq ans dans la commune de Karimama au Nord du Bénin*. European scientific Journal. *16*(16), 73-97. https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n16p73

HAS. (2019). *Diagnostic de la dénutrition de l ' enfant et de l ' adulte . Méthode, Recommandations pour la pratique clinique*. Fédération Française de Nutrition.142P

Haynes R.K. (2001). Artemisinin and derivatives: the future for malaria treatment. *Curr Opin Infect Dis*, *14*(6), 719-726. https://doi.org/10.1097/00001432-200112000-00010

Hélène Delisle. (2007). *Les «dysnutritions» dans les pays en développement*. *176*(1), 65-70. https://doi.org/10.1503/cmaj.1060192

INSBU. (2018). Enquête Nationale sur la *Situation nutritionnelle et la mortalite, basée sur la methodologie Smart* (ENSNMB). Burundi. Rapport Principal. 209p

INSBU. (2023a). *Etat de la sécurité alimentaire au burundi, annalyse globale de lavulnérabilité, de la sécurité alimentaire et de la nutrition au Burundi(AGVSAN 2023).* 169P

INSBU. (2023b). *State of Food Security in Burundi: Comprehensive Food sécurity and Vulnerability analysis(CFSVA).* 169p

ISTEEBU-INSP. (2010). *Enquête démographique et de santé*.

ISTEEBU-INSP. (2013). *Enquête sur les Indicateurs du Paludisme 2012(EIPBU 2012).*

ISTEEBU. (2017). *Enquête démographique et de santé au Burundi*. Burundi. Rapport final.419p

ISTEEBU. (2020). *Projections démographiques au niveau Communal 2010-2050*. 422p https://www.isteebu.bi/wp-content/uploads/2020/07/Projections-communales-020620-rapport-VF.pdf

Jawaldeh, A. A. (2018). Food and nutrition surfeillance systems: a manual policy- makers and programme managers. In *British Medical Journal* (Vol. 2). https://doi.org/10.1136/bmj.2.4062.1018-a

Kandala, N., Madungu, T. P., Emina, J. B. O., et al (2011). Malnutrition among children under the age of five in the Democratic Republic of Congo (DRC): Does geographic location matter ? *BMC Public Health*, 1-15. http://www.biomedcentral.com/1471-2458/11/261

Leroy, J., & Frongillo E. A. (2019). Perspective : What Does Stunting Really Mean ? A Critical Review of the Evidence. *American society for Nutrition (ASN)*, 1-9. https://doi.org/doi: https://doi.org/10.1093/advances/nmy101.

Marc G., Eric ., Mochet J., et al.. *Médecine tropicale*. Flammarion Médecine- sciences. 5ème édition. Paris .990p. ISBN: 2-257-14394-9

Mercedes de Onis and Francesco Branca. (2016). Review Article Childhood stunting : a global perspective. *Maternal and child Nutrition*, *12*, 12-26. https://doi.org/10.1111/mcn.12231

Mittal A., Singh J., & Ahluwalia, S. (2007). Effects of maternal factors on Nutritional Status of 1-5 Year-old children in Urban slum Population. *indian Journal of community medicine*, *32*(4), p 264-267.

Mouchet, J., Carnevale, P., Coosemans, M., Fontenille, D., Ravaonjanahary, C., & Richard, A. (1993). Typologie du paludisme en Afrique. In *Cahiers de santé* (Numéro Cahiers Santé 1993; 3 : 220-38, p. 220-238).

Mukalay, A. W. M., Kalenga, P. M. K., & Dramaix, M. (2003). *Facteurs prédictifs de la malnutrition chez les enfants âgés de moins de cinq ans à Lubumbashi (RDC)*. Santé Publique *22*(5), 541-550.

Nadia, A., & Hana T., M. N. O. et al. (2022). costs of childhood stunting to the private sector in low- and middle-income countries. *eClinicalMedicine*, *45*, 101320. https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101320

Nadia. S. (2008). *Etude exploratoire de la synthèse des galactolipides chez Plasmodium falciparum*. Université Joseph Fourier – Grenoble I. 196p

Ndeba, M., Hennart, P., Alessandro, D. U., et al. (2008). *Proteo-energetic malnutrition and malaria related morbidity in children under 59 months in the Kivu region of the Democratic Republic of the Congo*.Med. Trop. 68: 51-57.

Ntsame O. (1999). *Impact de la fécondité sur laqualité des enfants. echerche des mécanismes d'action, mémire de DESS, IFORD,Youndé*.119p

Olaf Muller, Michel Garenne, B. K. and H. B. (2003). *The association between protein – energy malnutrition , malaria morbidity and all-cause mortality in West African children*. Tropical Medicine and International Health. *8*(6), 507-511.

OMS. (2014). *Techniques de base pour le diagnostic du paludisme: Guide du stagiaire* (O. mondiale de la Santé (éd.); deuxième, p. 1-90). Organisation mondiale de la santé. Genève

OMS. (2016). *Stratégie technique mondiale de lutte contre le paludisme 2016–2030*. Organisation mondiale de la santé. ISBN 978 92 4 256499 0. Genève 27. 39P

OMS. (2021). *Rapport sur le paludisme dans le monde Dossier d ' information .Principaux messages*. 24p

OMS. (2024a). *La malnutrition*. disponible sur : https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition%0A? consulé le 5/10/2024

OMS. (2024b). *Rapport 2024 sur le paludisme*. https://www.who.int/fr/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2024. Consulté le 15/12/2024

Osei A. K., & Davidson H. H. (2016). *Prise en charge du paludisme pédiatrique : Rôle des interventions nutritionnelles*. Ann Nestlé 2008;66:31–47 DOI: 10.1159/000151324

PNILP (2021). Plan stratégique National de lutte contre le paludisme. Ministère de la santé Publique et de la lutte contre le Sida au Burundi.103P

PNILP. (2019). *Directives nationales de prise en charge du paludisme*. République du Burundi. Ministère de la santé Publique et de la lutte contre le Sida. Révision de décembre 2019. 35p

PNILP. (2022). *Bulletin Trimestriel d ' Information sur le Paludisme*. Burundi. Numéro 06. janvier -Mars: p1-9

PNIN. (2021). *Causes et conséquences de la malnutrition: Fiche technique*. Niger 7 p.

PNSA. (2009). *Programme National de securité alimentaire*.(PNSA 2009-2015). République du Burundi.149p

Prendergast, A. J., & Humphrey, J. H. (2014). The stunting syndrome in developing countries. *paediatrics and international child health*, *34*(4), 1-16. https://doi.org/10.1179/2046905514Y.0000000158

R Chowdhury et. (2015). *Breastfeeding and maternal health outcomes : a systematic review and meta-analysis*. 96-113. https://doi.org/10.1111/apa.13102

Rakontodrabe Faraniaina. (2004). *Statut de la femme, prise de décision et santé des enfants à Madagascar. Thèse de Doctorat en démographie, Yaoundé, IFORD.*

Ranford-cartwright, L. C., Balfe, P., Carter, R., & Walliker, D. (1991). Genetic hybrids of Plasmodium falciparum identified by amplification of genomic DNA from single oocysts. *Molbio*, *49*, 239-243.

Rogier, C., M-e, H., & J-f, T. (2009). *Evaluation épidémiologique du paludisme en zone d'endémie*. *69*, 123-142.

S., E., Burchard, G. D., Mantel, C., Cramer, J. P., Kaiser, S., Kubo, M., Otchwemah, R. N., Bienzle, U., & Mockenhaupt, F. P. (2006). *Malaria , Anemia , and Malnutrition in African Children — Defining Intervention Priorities*. *194*(2), 2-8.

Savy, M., Martin-prevel, Y., & Delpeuch, F. (2007). *Indices de diversité alimentaire : mesure et utilisation chez des femmes en âge de procréer au Burkina Faso* (Numéro May 2014). https://doi.org/10.1017/S1368980007219627

Schaible, U. E., & Kaufmann, S. H. E. (2007). *Malnutrition and Infection : Complex Mechanisms and Global Impacts*. *4*(5). https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040115

Schwartz, D. (1960). La méthode statistique en médecine: les enquêtes éthiologiques. *Revue de la statistique appliquée, VIII*(3), 5-27.

Shikur, B., Deressa, W., & Lindtjørn, B. (2016). Association between malaria and malnutrition among children aged under-five years in Adami Tulu District , south-central Ethiopia : a case – control study. *BMC Public Health*, 1-8. https://doi.org/10.1186/s12889-016-2838-y

Siméon Sawadogo. (2013). *Malnutrition chronique et facteurs associés chez des enfants de moins de cinq ans du district sanitaire de Tenkodogo (Burkina Faso)*. 1-59.

Snow, R. W., Byass, P., Shenton, F. C., & Greenwood, B. M. (1991). *The relationship measurements children between anthropometric . measurements and of iron status and susceptibility to malaria in Gambian*. 584-589.

Suri, S., & Mishra, A. (2020). *Nutritional requirements , food insecurity and COVID-19 : An outlook for comprehensive view*. *9*(March), 295-302. https://doi.org/: https://doi.org/10.22271/tpi.2020.v9.i12e.5453

UNICEF Burundi. (2013). *Analyse de la malnutrition des enfants au Burundi*. 112p

Upul Senarath, K. E. A., Akram‡, D.-S., Godakandage et al (2011). Comparisons of complementary feeding indicators and associated factors in children aged 6 – 23 months across five South Asian countries. *Maternal and child Nutrition, 8*(2012), 89-106. https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2011.00370.x

Virginie M., J., Aguemon, B., & Ouendo, E. (2022). Facteurs associés a la malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans de Za-kpota Benin. *Revue marocaine de sante publique*. *9(14)* 32-41.

Varo, R., Chaccour, C., & Bassat, Q**.** (2020). Update on malaria. *Medicina Clínica (English Edition)*, *155*(9), 395-402. https://doi.org/10.1016/j.medcle.2020.05.024

Verhoef, H., West, C. E., Veenemans, J., et al. (2002). *Stunting May Determine the Severity of Malaria-Associated Anemia in African Children*. PEDIATRICS.*110*(4).P1-5.

Verret, W. J., Arinaitwe, E., Wanzira, H., et al (2011). *Effect of Nutritional Status on Response to Treatment with Artemisinin-Based Combination Therapy in Young Ugandan Children with Malaria.* Antimicrobial agents and chemotherapy,*55*(6), 2629-2635. https://doi.org/10.1128/AAC.01727-10

Wamani, H., Åstrøm, A. N., Peterson, S., et al (2007). Boys are more stunted than girls in Sub-Saharan Africa : a meta-analysis of 16 demographic and health surveys. *BMC Pediatrics*, *10*, 1-10. https://doi.org/10.1186/1471-2431-7-17

Wilson, A. L., Bradley, J., Kandeh, B., et al. (2018). *Is chronic malnutrition associated with an increase in malaria incidence ? A cohort study in children aged under 5 years in rural Gambia*. Parasites & Vectors11(451) 1-11. https://doi.org//doi.org/10.1186/s13071-018-3026-y

World Health Orgnization. (2023). *World malaria report*. Global Malaria Programme. Genève 27.365p

Yakeriga.A. M., Troye - Blomberg M. Chemtai A. K., et al (2004). *Malaria and Nutritional Status in Children Living on the Coast of Ken*ya. scandinavian Journal of Immunology,59, 609-637. https://doi.org/10.1111/j.0300-9475.2004.01423o.x

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

I .Demande de consentement éclairé

Bonjour, je m'appelle ……..et je suis un agent de santé publique Au Burundi, 1 décès sur 5 survient avant l'âge de 5 ans et 56% de ces décès sont associés à la malnutrition et aux maladies plus particulièrement au paludisme. Ces pathologies résulteraient aussi bien d'une alimentation inadéquate, d'un environnement sanitaire déficient, des pratiques alimentaires inadéquates. Cependant nous sommes en train de réaliser un travail de recherche sur les facteurs associés à la dénutrition et au paludisme chez l'enfant âgé de 6-59 mois. Vous faites alors partie de l'étude parce que vous avez un enfant de 12 à 59 mois et résidez dans la commune depuis au moins 12 mois. Nous voudrions échanger avec vous sur ce sujet et évaluer l'état nutritionnel et sanitaire de votre enfant. Nous aimerions aussi vous rassurer que ni vous ni votre enfant ne courez aucun danger car nous sommes des professionnels de santé ayant de l'expérience L'entretien et l'examen de l'enfant devraient prendre environ 30 minutes. Toutes les informations que nous recueillons resteront strictement confidentielles et vos réponses ne seront jamais divulguées. Les réponses que vous allez nous fournir aideront à améliorer l'alimentation des jeunes enfants et des nourrissons.

Nous aimerions aussi vous informer que vous êtes libre de ne pas participer à cette étude et la participation de votre enfant est entièrement volontaire.

I1 .Fiche de collecte des données

Section 1 : Informations générales

1. N° de la fiche /ID: ……

2. Nom et prénom de l'enquêté: …….

3. Date de l'enquête : …….

4. Colline de résidence de l'enquêtée :……..

5. Nom du chef de ménage : ……

6. Âge de l'enfant (en mois) :……..

7. Sexe de l'enfant :

- ☐ Masculin - ☐ Féminin

10. Nombre total d'enfants dans la famille :… …..

11. Nombre d'enfants de moins de cinq ans :……...

Section 2 : Facteurs démographiques et socio-économiques

12. Âge de la mère (en années) :----------

13. Niveau d'éducation de la mère :

- ☐ Non alphabétisée - ☐ Alphabétisée - ☐ Primaire - ☐ Secondaire - ☐ Supérieur

14. Profession de la mère :

- ☐ Cultivatrice - ☐ Salariée - ☐ Commerçante - ☐ Autre à préciser :……..

15. Statut matrimonial de la mère

- ☐ Célibataire - ☐ Mariée en union - ☐Mariée et séparée - ☐Divorcée- ☐ Veuve

16. Avez-vous une ou plusieurs coépouses ?

- ☐ Oui - ☐ Non

17. Revenu mensuel du ménage (en FBu) :

- ☐ Moins de 15USD (en FBu) - ☐ Entre 15 et 30USD(en FBu) - ☐ Plus de30USD(en FBu)

18. Nombre de personnes vivant dans le ménage :……

. Présence du jardin potager dans ce ménage :

- ☐ Oui - ☐ Non

19. Le ménage pratique-t-il de l'élevage ?

- ☐ Oui - ☐ Non

20. Si Oui, préciser :…….. ☐ Gros Bétail ☐ Petit bétail

21. Le ménage dispose-t-il d'un accès à l'eau potable ?

- ☐ Oui - ☐ Non

22. Quelle est la source d'eau principale du ménage ?

- ☐ Robinet - ☐ Puits - ☐ Rivière - ☐ Autres (précisez) : _____

Section 3 : Pratiques alimentaires

23. Quel type d'allaitement avez-vous utilisé pour votre enfant ?

24. L'enfant est-il toujours allaité ?

- ☐ Oui - ☐ Non

25. Sinon, à quel âge l'enfant a-t-il été sevré ? ----------

26. À quel âge l'enfant a-t-il été introduit aux aliments autres que le lait maternel ?

- ☐ Avant 6 mois - ☐ À 6 mois - ☐ Après 6 mois

27. L'enfant reçoit-il des repas réguliers chaque jour ?

- ☐ Oui - ☐ Non

28. Combien de repas l'enfant prend-il par jour ?

- ☐ Moins de 2 - ☐ 2 à 3 - ☐ Plus de 3

29. Quels sont les principaux aliments consommés par l'enfant (sélectionner tout ce qui s'applique) :

- ☐ Céréales (riz, maïs, etc.), Racines , tubercules - ☐ Légumineuses et noix (haricots, pois, etc.)

- ☐ Fruits et Légumes riches en Vitamine A - ☐ Œufs - ☐ Viande et poisson

- ☐ Lait ou produits laitiers - ☐ Autres fruits et légumes

30. Combien de fois mangez-vous par jour dans ce ménage?

- ☐ 1 fois (1/3points) - ☐ 2 fois (2/3points) - ☐ 3fois et plus

Section 4 : Santé de l'enfant

31. L'enfant a-t-il déjà été diagnostiqué comme souffrant de malnutrition ?

- ☐ Oui - ☐ Non Si Non, passer à la question 34

32. Si oui, quel type de malnutrition a été diagnostiqué ?

- ☐ Malnutrition aiguë sévère - ☐ Malnutrition modérée - ☐ Retard de croissance (stunting)

33. L'enfant a-t-il reçu un traitement pour la malnutrition ?

- ☐ Oui - ☐ Non

34. L'enfant a-t-il des antécédents de faible poids de naissance (moins de 2,5 kg) ?

- ☐ Oui - ☐ Non

35. L'enfant a-t-il déjà été diagnostiqué du paludisme ?

- ☐ Oui - ☐ Non

36. Combien d'épisodes palustres l'enfant a-t-il eu au cours des 12 derniers mois ?

- ☐ Aucun - ☐ 1 à 2 épisodes - ☐ Plus de 2 épisodes

37. L'enfant dort- il sous une moustiquaire imprégnée ?

- ☐ Oui - ☐ Non

38. L'enfant a-t-il été régulièrement vacciné ?

- ☐ Oui - ☐ Non

39. Dans les 15 derniers jours, votre enfant a-t-il eu au moins un des symptômes suivants ?

□ Fièvre □ Vomissements □ Diarrhée

40. Pouvons-nous maintenant passer aux examens pour évaluer l'état de santé de votre enfant ?

- ☐ Oui - ☐ Non

41. Si Oui : explication des actes et réalisation des examens :

- Taille (en cm, nombre entier)
- Poids : (En kg) : ----------
- GE-FM : ----------

Merci de votre participation

Relation entre la malnutrition chronique et le paludisme chez les enfants de 12 à 59 mois dans le district sanitaire Mpanda, au Burundi

Annexe 2 : Nombre d'enfants enquêtés par colline et par aire de santé

Aire de santé	Colline	Nombre d'enfants enquêtés
Commune RUGAZI		
Muzinda	Muzinda	24
Ruyange	Kibenga	24
Kirengane	Kirengane	24
Rugazi	Bugume	24
Nyenkarange	karambira	24
Ruce	Kibuye	24
Commune MPANDA		
Butanuka	Ruziba	26
Mpanda	Gahwazi1	26
Mutima	Musenyi	26
Murengeza	Nyamabere	26
Commune Gihanga		
Gihanga	V3	24
Ninga	Nyeshanga	24
HC Gihanga	Rugunga	24
Buramata	Kizina	24
Murira	V2	24
Total		368