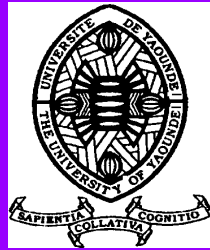


UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORIALE EN
SCIENCES DE LA VIE, SANTE ET
ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE DE SCIENCES
DE LA VIE



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING SCHOOL FOR LIFE
SCIENCE, HEALTH AND
ENVIRONMENT

DOCTORATE TRAINING UNIT
OF LIFE SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DES SCIENCES ALIMENTAIRES ET METABOLISME
LABORATORY FOR FOOD SCIENCE AND METABOLISM

Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire de la ville de Yaoundé

Mémoire rédigé comme requis partiel en vue de l'obtention du Diplôme de Master en
Biochimie

Option : Sciences des Aliments et Nutrition

Par

SANMEGNI Alvine

Matricule : 18B2320

Licencié-es Sciences

Sous la Co-direction de :



Marlyne-Joséphine MANANGA, PhD.

Maître de Conférences

Université de Yaoundé I

AZANTSA KINGUE Boris Gabin, PhD.

Maître de Conférences

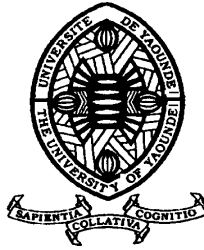
Université de Yaoundé I

Année académique : 2023-2024

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORIALE EN
SCIENCES DE LA VIE, SANTE ET
ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE DE SCIENCES
DE LA VIE



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING SCHOOL FOR LIFE
SCIENCE, HEALTH AND
ENVIRONMENT

DOCTORATE TRAINING UNIT
OF LIFE SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DES SCIENCES ALIMENTAIRES ET METABOLISME
LABORATORY FOR FOOD SCIENCE AND METABOLISM

Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire de la ville de Yaoundé

Mémoire rédigé comme requis partiel en vue de l'obtention du Diplôme de Master en
Biochimie

Option : Sciences des Aliments et Nutrition

Par

SANMEGNI Alvine

Matricule : 18B2320

Licencié-es Sciences

Sous la Co-direction de :

Marlyne-Joséphine MANANGA, PhD.

Maître de Conférences

Université de Yaoundé I

AZANTSA KINGUE Boris Gabin, PhD.

Maître de Conférences

Université de Yaoundé I

Année académique : 2023-2024

DEDICACE

A ma mère SENGUE Béatrice

Et

A mon père NJIOYA NJIKI Gilbert

REMERCIEMENTS

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation et à la validation de ce travail. Je pense particulièrement :

- A **Dieu tout Puissant** qui accorde la vie et permet que toute chose puisse se réaliser.
- A mes encadreurs **Pr AZANTSA KINGUE Boris** et **Pr Marlyne-Joséphine MANANGA** qui ont disposé de leur énergie, leurs connaissances et leurs multiples expériences afin de diriger ce travail de recherche. Trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude.
- Au **Pr MOUNDIPA FEWOU Paul**, Chef du Département de Biochimie de l'Université de Yaoundé I, ainsi qu'à tous les enseignants dudit Département, pour leur encadrement et les enseignements de qualité dispensés tout au long de mon parcours académique.
- Au **Pr FOKOU Elie**, responsable du Laboratoire des Sciences des Aliments et Métabolisme (LabSAM) de l'Université de Yaoundé I ainsi qu'aux **Pr KANSCI, Pr ACHU, Pr KOTUE, Pr DJUIKWO, Dr BEBBE** et **Dr MBOUCHE**, pour le suivi et les conseils contribuant à l'amélioration de ce travail.
- Au **Dr LOMBO LOMBO Landry**, Directeur de l'Hôpital de District d'Efoulan, ainsi qu'à tout le personnel dudit hôpital pour l'accueil chaleureux, l'orientation et l'assistance durant mon stage au sein de son établissement.
- Au laboratoire **CEMRIO** (Centre Médical de Radiologie et d'Imagerie d'Omnisport) pour son accueil et son accompagnement tout au long de mes analyses biochimiques et hématologiques.
- A **toutes les mères** qui ont bien voulu prendre part à la réalisation de ce travail.
- À **mes aînés de laboratoire** pour les critiques, encouragements et accompagnements lors de la rédaction du mémoire.
- À tous **mes camarades de promotion** sans exception pour leur amitié et leur contribution à la réalisation de ce travail, je vous suis infiniment reconnaissante.
- A mes parents **M. et Mme NJIOYA NJIKI**, **mes frères et sœurs, Mme DJOUKWE Rina** ainsi qu'au couple **OUMAROU** pour leur soutien tant moral que financier dans l'accomplissement de ce travail.
- Il serait impossible de nommer ici tous ceux qui ont apporté leur soutien ou leur contribution à la réalisation de ce travail. Alors, à tous mes amis, camarades et connaissances, recevez ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.

TABLE DE MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DE MATIERES	iii
LISTES DES ABBREVIATIONS	vi
LISTE DES ANNEXES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
RESUME	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION	1
Chapitre 1 : REVUE DE LITTERATURE.....	3
I. 1. Statut nutritionnel	3
I.1.1. Définition et Diagnostics de l'état nutritionnel chez les enfants	3
I.2. Les indices anthropométriques et évaluation du statut nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans	4
1.2.1. Les indices anthropométriques	4
I.2.2. Evaluation de l'état nutritionnel	6
I.3. Généralités sur l'anémie.....	8
I.3.1 Définition de l'anémie	8
I.3.2. Classification de l'anémie	8
I.3.3. Prévalence de l'anémie	9
I.4. Manifestations et causes de l'anémie	11
I.4.1. Manifestations cliniques et biochimiques de l'anémie.....	11
I.4.Types d'anémie	12
I.4.2. Causes de l'anémie	12
I.5. Hématopoïèse	13
I.5.1 Définition	13
I.5.2. Biosynthèse de l'hémoglobine	14
I.6. Métabolisme du fer	16
I.6.1. Notions de base sur le fer.....	16
I.6.2. Absorption du fer	17
I.6.3 Besoins journaliers ou recommandés	19
I.6.4. Régulation du métabolisme du fer	19
I.6.5 Activateurs et inhibiteurs de l'absorption du fer dans l'organisme.....	20
I.6.6. Excrétion du fer	21

I.7. Diagnostics, conséquences et stratégies de lutte contre l’anémie	21
I.7.1. Diagnostics de l’anémie.....	21
I.7.2. Conséquences de l’anémie.....	22
I.7.3. Prévention et lutte contre l’anémie	22
MATERIEL ET METHODES	22
Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES	22
II.1 Cadre de l’étude	22
II.2. Considérations éthiques et administratives.....	22
II.3. Type d’étude et population d’étude.....	23
II.4. Critères de sélection de la population d’étude	23
II.5. Taille d’échantillon	23
II.6. Méthodes	24
II.6.1. Questionnaire	24
II.6.2. Prélèvement des échantillons de sang.....	26
II.7. Analyses biochimiques et hématologiques	26
II.7.1 Dosage hématologique.....	26
II.7.2. Analyses biochimiques	27
II.8. Analyses statistiques	32
RESULTATS ET DISCUSSION	32
Chapitre III : RESULTAT ET DISCUSSION	32
III.1. Description générale de la population d’étude.....	32
III.1.1. Habitudes alimentaires des enfants.....	35
III.1.2 Statut nutritionnel des enfants	40
III.1.3. Paramètres cliniques	43
III.1.4. Prévalence de l’anémie	47
III.1.5. Déterminants du statut nutritionnel et de l’anémie.....	48
III.2. DISCUSSION	50
CONCLUSION, RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES.....	57
CONCLUSION	58
RECOMMANDATION	58
PERSPECTIVES.....	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	61
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	i
ANNEXES.....	viii
Annexe1 : Fiche d’enquête.....	i
Annexe 2 : Notice d’information des participants	vi

Annexe 3 : Consentement éclairé	viii
Annexe 4: Informed consent	ix
Annexe 5 : Clairance éthique du CRERSH/C	x
Annexe 6 : Clairance Ethique du Joint Institutional Board for Animal & Human Bioethic (JIRB) of the University of Yaoundé 1	xi
Annexe 7 : Autorisation de recherche de l'Hôpital de District d'Efoulan	xii
Annexe 8 : Demande approuvée du Centre de Radiologie et d'Imagerie d'Omnisport	xiii
Annexe 9 : Quelques appareils de laboratoire utilisés dans le cadre de ce travail.....	xiv

LISTES DES ABBREVIATIONS

CCMH	: Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine
CIA	: <i>Central Intelligent Agency</i>
CRP	: <i>C- Reactive Protein</i>
EDSC	: Enquête Démographique de Santé du Cameroun
FAO	: <i>Food and Agricultural Organisation</i>
FFI	: <i>Food Fortification Initiative</i>
Hb	: Hémoglobine
INS	: Institut National de la Statistique
MAM	: Malnutrition Aigüe Modérée
MAS	: Malnutrition Aigüe Sévère
NFS	: Numération Formule Sanguine
NI	: Nutrition Internationale
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PAM	: Programme Alimentaire Mondial
SPSS	: <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TCMH	: Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine
UNICEF	: <i>United Nation International Children's Emergency Fund</i>
VGM	: Volume Globulaire Moyen

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche d'enquête.....	i
ANNEXE 2 : Notice d'information des participants.....	vi
ANNEXE 3 : Consentement éclairé	viii
ANNEXE 4 : Informed consent.....	ix
ANNEXE 5 : Clairance Ethique du Comité Régional d'Ethique de la Recherche pour la Santé Humaine du Centre (CRERSH/C)	x
ANNEXE 6 : Clairance Ethique du Joint Institutional Review Board for Animal & Human Bioethics (JIRB) de l'Université de Yaoundé 1.....	xi
ANNEXE 7 : Autorisation de Recherche de l'Hôpital de District d'Efoulan.....	xii
ANNEXE 8 : Demande approuvé du Centre de Radiologie et d'Imagerie Médicale d'Omnisport (CEMRIO).....	xiii
ANNEXE 9 : Quelques appareils de laboratoire utilisés dans le cadre de ce travail.....	ivx

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classification de la malnutrition selon Gomez	6
Tableau 2: Classification de la malnutrition selon Waterlow	7
Tableau 3: Classification de la malnutrition selon l'Organisation Mondiale de la Santé.....	7
Tableau 4: Valeurs de références de l'anémie selon le niveau de sévérité chez les enfants âgés entre 6-59 mois	8
Tableau 5: Niveau de sévérité de l'anémie selon l'Organisation Mondiale de la Santé	11
Tableau 6: Quantité de fer pour 100g d'un aliment	17
Tableau 7: Méthode semi-quantitative	29
Tableau 8: Introduction des aliments de compléments	37
Tableau 9: Les indicateurs de l'alimentation de complément	38
Tableau 10: Les habitudes alimentaires des enfants	38
Tableau 11: Répartition des enfants par score de diversité alimentaire	39
Tableau 12: Aliments de compléments couramment consommés par les enfants	39
Tableau 13: Médiane des mesures anthropométriques des enfants enquêtés en fonction du sexe.....	41
Tableau 14: Médiane des mesures et indices anthropométriques des enfants enquêtés en fonction des tranches d'âge.....	41
Tableau 15: Prévalence des indices nutritionnels selon le sexe	42
Tableau 16: Moyenne et écart types des paramètres biochimiques et hématologiques	44
Tableau 17: Distribution des enfants en fonction de la concentration en hémoglobine	46
Tableau 18: Distribution de la teneur en hémoglobine des enfants selon le sexe	46
Tableau 19: Corrélation entre l'anémie, la teneur en albumine et le statut nutritionnel.....	48
Tableau 20: Analyse bi-variée entre les indices nutritionnels et les paramètres sociodémographiques	48
Tableau 21: Analyse bi-variée entre l'anémie et les paramètres biochimiques.....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Prévalence de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans dans le monde.....	10
Figure 2: Hématopoïèse: Vue générale	14
Figure 3: Structure de l'hémoglobine	14
Figure 4: Voie de biosynthèse de l'hème.....	16
Figure 5: Mécanisme de l'absorption et recyclage du fer.....	19
Figure 6: Métabolisme du fer chez l'homme	20
Figure 7 : Carte géographique de la ville de Yaoundé	22
Figure 8: Répartition des mères selon l'âge.....	32
Figure 9: Répartition des mères selon le niveau d'instruction.....	32
Figure 10: Distribution des mères selon la profession	33
Figure 11: Distribution des mères selon l'ethnie	33
Figure 12: Répartition des mères selon le nombre d'enfant	34
Figure 13: Répartition des enfants selon l'âge (mois)	34
Figure 14: Répartition des enfants selon le sexe	35
Figure 15: Répartition des enfants selon le rang de naissance	35
Figure 16: Répartition des enfants allaités à la première heure après l'accouchement	36
Figure 17: Fréquence d'allaitement journalière de l'enfant en fonction de l'âge	36
Figure 18: Mode d'alimentation des enfants selon l'âge.....	37
Figure 19: Prévalence des formes de malnutrition en fonction des tranches d'âge en mois	43
Figure 20: Répartition des enfants selon le taux en albumine sérique	44
Figure 21: Teneur en Protéine C Réactive des enfants enquêtés	45
Figure 22: Teneur fer sérique des enquêtés.....	46
Figure 23: Prévalence de l'anémie des enfants selon la sévérité	47
Figure 24: Statut nutritionnel des enfants malades	47

RESUME

La malnutrition demeure un réel problème de santé publique au Cameroun. Elle touche principalement les femmes enceintes, allaitantes et les enfants de moins de 59 mois particulièrement ceux vivant dans les zones rurales. Cette étude a été menée dans le but d'évaluer l'état nutritionnel et le statut anémique des enfants d'âge préscolaire venant en consultation de routine à l'Hôpital de District d'Efoulan (Yaoundé). Pour y arriver, une étude descriptive et transversale auprès de 380 enfants âgés de 6 à 59 mois des deux sexes a été effectuée. Un questionnaire administré à leur mère et/ou leur nourrice a permis de collecter les données sur les paramètres sociodémographiques, les habitudes alimentaires et les paramètres anthropométriques des enfants. Les mesures anthropométriques (poids, taille, âge et périmètre brachial) ont été prises selon la méthode normalisée de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Par la suite, les Z-scores ont été déterminés et les indices nutritionnels évalués (poids pour âge, taille pour âge et poids pour taille). Parallèlement, 89 enfants ont été prélevés pour la détermination des marqueurs biologiques de la malnutrition notamment l'albumine et le fer sérique par la méthode spectrophotométrique, la Protéine C Réactive par immuno-turbidimétrie et la numération formule sanguine. Les résultats obtenus ont montré que les prévalences du retard de croissance, de l'émaciation, de l'insuffisance pondérale et de l'anémie étaient respectivement de 3,68% (1,75 ; 5,56), 21,58% (17,5 ; 25,7), 7,37% (4,8 ; 10,0) et de 37,08% (0,17 ; 0,55). L'anémie touchait majoritairement les enfants âgés entre 24 et 59 mois. Le dosage des paramètres biochimiques indique que 53,92% d'enfants avaient présenté une hypoalbuminémie (teneur en albumine < 3,5 g/L) parmi lesquels 61,4% de filles et 46,7% de garçons. Environ 71,91% d'enfants avaient présenté une inflammation (concentration en PCR < 6 mg/L). Le taux de fer sérique était faible chez 16% d'enfants contrairement à 53% d'enfants qui avaient une teneur en fer normale. La numération formule sanguine a montré que 37,08% d'enfants avaient une concentration en hémoglobine inférieure à 11 g/dL, les proportions étaient similaires chez les filles (33,2%) et les garçons (31,1%). Ces résultats confirment en partie les prévalences élevées de la malnutrition aiguë et de l'anémie chez les enfants enquêtés et suggèrent la nécessité de former les mères à la méthode d'expression et de conservation du lait maternel lors de la reprise de leur activité professionnelle.

Mots clés : Statut nutritionnel, enfants en âge préscolaire, anémie, albumine, Yaoundé

ABSTRACT

Malnutrition remains a public health problem in Cameroon. It mainly targets pregnant, lactating women and children under 59 months particularly those living in rural areas. This study was conducted with the aim of assessing the nutritional status and anemic status of preschool children attending routine consultations at Efoulan District Hospital in Yaounde. A descriptive and cross sectional study of 380 children aged 6 to 59 months of both sexes was carried out. A questionnaire administered to their mothers and or caregivers made it possible to collect data on the sociodemographic parameters of mothers, eating habits and anthropometrics measurement of the children. Anthropometric measurements (height, weight, age and the arm circumference) were taken according to the standard method of the World Health Organisation. The Z-score was used to evaluate the nutritional indices (height for age, weight for age and weight for height). At the same time, 89 children were considered for the determination of biological markers including albumin and serum iron by the spectrophotometric method, C-reactive protein serum by immunoturbidimetric method and the blood count formula. The result obtained showed that the prevalence of stunting, wasting, underweight and anemia were respectively 3.68% (1.75; 5.56), 21.58% (17.5; 25.7), 7.37% (4.8; 10.0) and 37.08% (0.17; 0.55). Also, 53.92% of children presented with hypoalbuminemia (albumin content < 3.5 g/L) including 61.4% of girls and 46.7% of boys. About 71.91% of children presented an inflammation (CRP content < 6 mg/L). Serum iron level was low among 16% of children contrary to 53% of children who have normal level of iron content. The blood count formula showed that 37.08% of children were having hemoglobin level lower than 11 g/dL, the proportions were similar among girls (33.2%) and boys (31.1%). These results confirm the high prevalence of acute malnutrition and anemia in the children investigated and suggest the need to educate mothers on the best techniques for collecting and storing breastmilk before resuming professional activities.

Key words: Nutritional status, preschool children, anemia, albumin, Yaounde



INTRODUCTION

INTRODUCTION

La malnutrition résulte de carences, d'excès dans l'apport énergétique et/ou nutritionnel d'une personne (OMS, 2020). Elle affecte toute la population surtout les femmes enceintes, allaitantes et les enfants d'âge préscolaire particulièrement ceux vivants dans les pays en voie de développement (OMS, 2021). Les données les plus récentes de l'Organisation Mondiale de la Santé révèlent qu'environ 39%, 25% et 10% des enfants âgés de 0 à 59 mois souffrent respectivement de retard de croissance, d'insuffisance pondérale et d'émaciation en Afrique subsaharienne (OMS, 2017). Au Cameroun, 11%, 29% et 4% des enfants âgés de 6 à 59 mois souffrent d'insuffisance pondérale, de retard de croissance et d'émaciation respectivement (INS, 2020). Le retard de croissance, l'émaciation et l'insuffisance pondérale sont les formes de malnutrition les plus communes chez les enfants de moins de 5 ans suivie d'une montée vertigineuse de surpoids (Odei *et al.*, 2021). Selon l'OMS, la forme la plus grave de la malnutrition est la faim cachée insoupçonnée, qui est moins visible mais très préoccupantes en raison du rôle crucial joué par les oligo-éléments dans le métabolisme du corps.

Les carences en vitamines et autres micronutriments touchent des millions d'enfants de moins de 5 ans dans le monde, entraînant un retard de croissance, un affaiblissement du système immunitaire et un frein au développement cérébral (Doka *et al.*, 2021). Parmi ces carences, la déficience en fer est la carence la plus répandue dans le monde (OMS, 2020). Elle est la principale cause de l'anémie (Adebo *et al.*, 2018) qui peut provoquer une instabilité notamment la réduction du développement mental, moteur et cognitif chez l'enfant (Akutal *et al.*, 2021). L'anémie résulte de la diminution du taux d'hémoglobines ou de globules rouges dans le sang circulant. Environ 269 millions d'enfants âgés de 6 à 59 mois souffrent d'anémie dans le monde (OMS, 2023). La banque mondiale indique sa prévalence chez les enfants d'Afrique subsaharienne à 67,8% dont 63,9% en Afrique Centrale. Au Cameroun, elle est chiffrée à 57% chez les enfants âgés de 6 à 59 mois (INS, 2020). Dans la ville de Yaoundé, la prévalence de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans est de 43% (EDS, 2018). Outre la carence en fer, d'autres facteurs peuvent causer l'anémie. Nous avons les maladies infectieuses (paludisme) et héréditaires comme la drépanocytose (Mékoné *et al.*, 2024).

Jusqu'à ce jour, les données disponibles dans la littérature révèlent que la malnutrition et l'anémie des enfants de 6 à 59 mois restent un problème de santé publique majeur au Cameroun (Nzefa *et al.*, 2019 ; Aziké *et al.*, 2019 ; Kaptso *et al.*, 2021 ; Fouejio *et al.*, 2022, Mananga *et al.*, 2022). Toutes ces données nous ont permis de constater que la plupart des études sur le statut nutritionnel et anémique des enfants âgés de 6 à 59 mois ont été réalisées essentiellement

en zones rurales et périurbaines au détriment des métropoles comme Yaoundé. Pourtant, il est nécessaire d'effectuer une surveillance continue de l'état de santé des enfants. De plus, l'OMS a pour objectif de réduire de 40% le nombre d'enfants de moins de 5 ans présentant un retard de croissance et de réduire de 50% l'anémie chez les femmes en âge de procréer d'ici 2025 ainsi que toutes formes de malnutrition d'ici 2030 (OMS, 2018). Ce qui veut dire qu'il nous reste très peu de temps pour l'atteinte de ces objectifs. La connaissance du statut nutritionnel des enfants d'âge préscolaire reste très importante car elle nous permet d'identifier les groupes à risques et est nécessaire dans la mise en place d'un programme de surveillance continu. La ville de Yaoundé étant constituée de 7 arrondissements, nous nous focaliserons dans le cadre de cette étude sur l'arrondissement de Yaoundé 3. A cet effet, l'Hôpital de District d'Efoulan a été choisi compte tenu du fait qu'il offre une couverture santé à approximativement 3 millions d'habitants (CIA, 2015)

HYPOTHESE

La malnutrition demeure un problème de santé publique chez les enfants de 6 à 59 mois vivants dans la ville de Yaoundé.

OBJECTIF GENERAL

Evaluer l'effet du statut nutritionnel sur la prévalence de l'anémie et les facteurs de risque chez enfants de 6 à 59 mois en consultation à l'Hôpital de District d'Efoulan.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Déterminer le statut nutritionnel chez les enfants de 6 à 59 mois en consultation à l'Hôpital de District d'Efoulan ;
- Déterminer la prévalence de l'anémie chez les enfants de 6 à 59 mois en consultation à l'Hôpital de District d'Efoulan ;
- Evaluer les facteurs de risque de la dénutrition et de l'anémie chez les enfants de 6 à 59 mois en consultation à l'Hôpital de District d'Efoulan.

Chapitre 1 : REVUE DE LITTÉRATURE

I. 1. Statut nutritionnel

I.1.1. Définition et Diagnostics de l'état nutritionnel chez les enfants

➤ Définition

Le statut nutritionnel est défini comme étant un état physiologique d'un individu résultant de la relation entre l'apport (en macro et micro nutriments) et les besoins en nutriments, et par la capacité du corps à digérer, absorber, distribuer et à utiliser les nutriments (Omri *et al.*, 2016).

➤ Diagnostics / détermination du statut nutritionnel chez l'enfant

Le statut nutritionnel est évalué dans le but de déceler les problèmes de malnutrition et les prévalences des risques qui en découlent afin de les combattre ou de les prévenir. Les méthodes de mesure du statut nutritionnel varient selon l'âge, l'état physiologique et le sexe de l'individu (Nora *et al.*, 2018). Chez les enfants, trois méthodes peuvent être utilisées pour déterminer leur statut nutritionnel :

❖ L'examen clinique

C'est une méthode systématique basée sur la recherche des changements corporels qui sont en liaison avec une mauvaise nutrition et qui peuvent être détectés en observant ou en palpant les tissus épithéliaux (peaux, cheveux, yeux) et les organes (rate, glandes thyroïdiennes). Ces modifications physiques sont parfois détectables même à l'œil nu (Bouhamama, 2020).

❖ La biochimie clinique

C'est une méthode basée sur le dosage de quelques marqueurs biochimiques d'intérêts : par exemple, l'évaluation du statut en fer (pour la détection de l'anémie ferriprive), des protéines plasmatiques notamment l'albumine (pour la détection de la carence en protéines ou de la malnutrition), la protéine C-réactive (pour détecter l'inflammation générale), le fer (pour détecter l'anémie ferriprive), d'iode (indicateur nutritionnel) et de fluor (santé dentaire), de Vitamine A, C et D (pour détecter les signes de la carence en vitamine A, C et D respectivement) (Dailey *et al.*, 2020).

❖ L'anthropométrie nutritionnelle

C'est la technique de détermination du statut nutritionnel la plus recommandée chez les enfants de moins de 5 ans en faveur de sa mise en œuvre simple et pratique. Elle comprend

trois étapes : la mesure des données anthropométriques de base, le calcul des indices anthropométriques et l'analyse des indicateurs anthropométriques (Serón-Arbeloa *et al.*, 2022) Elle a pour objet la mesure des variations affectant les dimensions et la structure du corps humain, en fonction de l'âge et de l'état nutritionnel (Nora *et al.*, 2018). Ces dimensions et variations peuvent être entre autres :

I.2.1.1. Mesure des données anthropométriques

1. Le poids

C'est un bon indicateur de l'état nutritionnel de l'enfant. Pour voir si un enfant grandit bien, son poids est comparé avec le poids de référence des enfants du même âge. L'appareil utilisé pour mesurer le poids est le pèse-bébé pour les enfants de moins de 24 mois et la balance pèse-personne pour ceux qui ont plus de 24 mois et qui se tiennent déjà debout (Saari *et al.*, 2011).

2. La taille

C'est une mesure aussi importante pour l'évaluation de l'état nutritionnel. Comme pour le poids, l'interprétation des résultats dépend de l'âge du sujet. Pour la mesure de la taille, on peut se servir d'une règle graduée fixée sur une table pour les enfants de moins de 12 mois ou d'une toise portative pour les enfants de plus de 12 mois (SMART, 2022).

3. Les circonférences crânienne et brachiale

Ce sont des indicateurs de l'état nutritionnel chez les enfants car ce sont des parties du corps qui augmentent rapidement jusqu'à l'âge de 5 ans à cause de la construction des muscles, des graisses et du crâne. Pour la mesure de la circonférence crânienne, un mètre ruban peut être utilisé tandis que la mesure de la circonférence brachiale se fait à l'aide du bracelet MUAC (Mid Upper Arm Circumference) ou la bande de Shakir (Saari *et al.*, 2011). Les paramètres anthropométriques tels que le poids, l'âge et la taille permettent de déterminer les indices nutritionnels poids-pour-taille, poids-pour-âge et taille-pour-âge qui renseignent sur l'état nutritionnel.

I.2. Les indices anthropométriques et évaluation du statut nutritionnel chez les enfants de moins de 5 ans

1.2.1. Les indices anthropométriques

Il s'agit des indices taille pour âge, taille pour poids et poids pour âge :

1. Indice taille pour âge (T/A)

Il sert à comparer la taille de l'enfant à la taille de référence pour son âge selon l'OMS. Il permet d'identifier les retards ou les avancés de croissance en taille. C'est un indicateur temporel qui permet d'apprécier les répercussions des déficits sur la croissance de la taille. Cet indice semble être le plus sensible aux variations à long terme de l'état nutritionnel. L'indice taille/âge est présenté comme indicateur d'un retard de croissance statural (malnutrition chronique). Au Cameroun, près de 29% d'enfants de moins de 5 ans sont plus petits que leur âge. Les enfants dont le rapport taille/âge se situe à plus de deux écart type en dessous de la médiane taille/âge de la population de référence souffrent de malnutrition chronique ; ceux qui sont à plus de trois écart types souffrent de malnutrition chronique sévère (**EDSC, 2018**).

2. Indice poids pour taille (P/T)

Il permet de comparer le poids de l'enfant au poids de référence pour sa taille selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Cet indice apprécie le degré de maigreur ou d'obésité, en d'autres termes, l'évolution harmonieuse entre le poids et la taille. Il permet de diagnostiquer facilement la malnutrition aiguë ou émaciation, contemporaine à la mesure, sans se préoccuper d'une estimation correcte de l'âge ni des antécédents nutritionnels. Une baisse de cet indice traduit souvent une perte rapide de poids suite à une diminution des apports alimentaires. Il est considéré comme un indicateur de la malnutrition aiguë ou de la maigreur (**EDS, 2018**).

3. Indice poids pour âge (P/A)

Le poids-pour-âge est un indice combiné de la taille-pour-âge et du poids-pour-taille. Il prend en compte, à la fois, la sous-nutrition aiguë et chronique. Les enfants dont le Z-score pour le poids-pour-âge se situe en dessous de moins 2 écarts type (-2ET) de la médiane de la population de référence sont considérés comme présentant une insuffisance pondérale. Les enfants dont le Z-score pour le poids-pour-âge se situe en dessous de moins 3 écarts type (-3ET) de la médiane sont considérés comme présentant une insuffisance pondérale sévère. Au Cameroun, 11% d'enfants souffrent d'insuffisance pondérale. (**INS, 2020**).

4. Périmètre brachial/périmètre crânien (PB/PC)

L'indice $\frac{PB}{PC}$ permet de mesurer l'état de dénutrition global. En effet, lorsque $\frac{PB}{PC} \geq 0,31$ cela signifie que l'état nutritionnel est normal. Lorsque $\frac{PB}{PC} = [0,26 - 0,30]$ l'enfant est en état de dénutrition modérée et lorsque $\frac{PB}{PC} < 0,25$ l'enfant est en état de dénutrition sévère (**WHO**,

2006). Chacun de ces trois indices poids pour taille, poids pour âge et taille pour âge peuvent être évalué par trois modes de calculs différents : en pourcentage par rapport à la médiane, en Z-score ou en percentiles.

I.2.2. Evaluation de l'état nutritionnel

Pour évaluer l'état nutritionnel chez les enfants, plusieurs auteurs tels que Gomez, Waterlow et l'OMS ont développé les normes de classification à l'aide des mesures anthropométriques.

❖ Classification de la malnutrition selon Gomez (Gomez *et al.*, 1956)

En 1956, Gomez a quantifié la malnutrition en modérée et sévère en se basant sur les 3 indices exprimés en pourcentage. Le Tableau 1 présente la classification des états de malnutrition selon Gomez. Le score de Gomez a pour indice poids-pour-âge. Si cet indice est faible, l'enfant présente un poids trop bas pour un âge donné. On considère comme normal un indice compris entre 90-100%, comme dénutrition légère ou au grade 1 un enfant dont l'indice est compris entre 75 et 89%, en état de dénutrition modérée ou grade 2 un enfant dont l'indice est compris entre 60 et 74% et sévère ou grade 3 lorsque l'indice est inférieur à 60%. Cet indice apporte les arguments en faveur d'une dénutrition actuelle mais ne permet pas de savoir si elle est ancienne ou récente (Dardenne, 1986).

Tableau 1: Classification de la malnutrition selon Gomez

Pourcentage de la médiane	Classification
> 90	Normal
75-89	Grade I
60-74	Grade II
> 60	Grade III

❖ Classification de la malnutrition selon Waterlow (Waterlow *et al.*, 1977)

Il a utilisé les mêmes indices exprimés en pourcentage pour classifier la malnutrition chez l'enfant. Les scores compris entre 85-90% et 70-80% représente la malnutrition modérée respectivement pour les indices Taille/âge et Poids/âge. Un enfant dont le score Poids/âge est inférieur à 70% est sévèrement malnutri. Le Tableau 2 nous montre la classification de la malnutrition selon Waterlow.

Tableau 2: Classification de la malnutrition selon Waterlow

Taille/taille idéale	Poids/poids idéal	Classification
> 80	> 70	Normal
< 80	< 70	Malnutrition aigue
> 90	> 80	Malnutrition chronique
< 90	< 80	Malnutrition sévère

Les indices de Gomez et de Waterlow étant très anciens pour la détermination du statut nutritionnel, l’OMS a mis sur pieds les nouvelles normes pour la mesure du statut nutritionnel qui ont été utilisées dans le cadre de ce travail. Il s’agit des Z-scores des indices taille-pour-âge, poids-pour-âge et poids-pour-taille car il tient mieux compte de la dispersion observée dans la population de référence. Le tableau présente la classification de la malnutrition selon l’organisation mondiale de la santé (WHO, 2006).

❖ **Classification de la malnutrition selon l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**

Les indices de Gomez et de Waterlow étant très ancienne pour la détermination de l’état nutritionnel, l’OMS a mis sur pieds les nouvelles normes pour la mesure du statut nutritionnel qui ont été utilisé dans le cadre de cette étude. Il s’agit des Z-Scores des indices taille-pour-âge, poids-pour-âge et poids-pour-taille tels que présenté au Tableau 3. En effet, le Z-score rend compte de la différence de mesure observée et la valeur médiane de la population de référence, cette valeur est exprimée en prenant comme unité de mesure l’écart type de la distribution (OMS, 2006). Le Z-Score est déterminé par la formule suivante :

$$Z\ score = \frac{\text{valeur mesurée} - \text{valeur moyenne}}{\text{Ecart type de la moyenne}}$$

Tableau 3: Classification de la malnutrition selon l’Organisation Mondiale de la Santé

Classification (En Z-score)	MAS	MAM	MCS	MCM0	IPS	IPM	SP	OB
Poids/taille	<-3ET						>+2ET	>+2ET
Taille/Age			<-3ET	<-2ET				
Poids/Age					<-3ET	<-2ET		

MAS : malnutrition aigüe sévère ; MAM : malnutrition aigüe modérée ; MCS : malnutrition chronique sévère ; MCM : malnutrition chronique modérée ; IPS : insuffisance pondérale sévère ; IPM : insuffisance pondérale modérée ; SP : surpoids ; OB : obésité ; ET : écart type

I.3. Généralités sur l'anémie

I.3.1 Définition de l'anémie

L'anémie se définit comme étant une diminution du nombre de globules rouges, ou d'hémoglobines en dessous d'un niveau plancher, en affectant la capacité du sang à transporter l'oxygène dans l'organisme (OMS, 2017). Elle est encore définie comme étant un indicateur nutritionnel d'un état de santé déficient et est caractérisée par une concentration en hémoglobine inférieure à 110 g/L chez les enfants de moins de 5ans, 120 g/L chez les femmes et 130 g/L chez les hommes (Kumera *et al.*, 2018). La détermination de l'anémie se fait à partir de la teneur en hémoglobine (g/dL). Elle est divisée en trois classes selon le niveau de sévérité chez les enfants âgés entre 6-59 mois tels que présenté par le Tableau 4.

Tableau 4: Valeurs de références de l'anémie selon le niveau de sévérité chez les enfants âgés entre 6-59 mois (OMS, 2008)

Paramètres	Absence d'anémie	Anémie légère	Anémie modérée	Anémie sévère
Teneur en Hb (g/dL)	>11	10-10,9	7-9,9	< 7

I.3.2. Classification de l'anémie

Plusieurs formes d'anémies ont été répertoriées jusqu'à ce jour et classées selon le mécanisme physiologique et selon la numération formule sanguine :

i. Le mécanisme physiologique

Nous avons :

- L'anémie centrale : encore appelée anémie arégénérative, elle conduit à la diminution de la production des globules rouges dans la moelle osseuse et entraînent les carences en fer, en vitamines B9 et B12 (Dogoni, 2014)

- L'anémie périphérique : elle survient par perte périphérique excessive et est régénérative. Elle entraîne la destruction des globules rouges dans le sang circulant conduisant à des hémorragies ou à l'hémolyse. Cette dernière est un phénomène irréversible comprenant les causes extra-corpusculaires dans les cas des maladies auto-immunes, paludisme, médicament et toxines d'une part, et les causes corpusculaires d'autres parts qui sont dues à des anomalies liés à l'hémoglobine (drépanocytose, thalassémie) (Dogoni, 2014)

ii. La Numération Formule Sanguine (NFS)

Nous distinguons :

- L'anémie microcytaire : est l'anémie au cours de laquelle on a une diminution du Volume Globulaire Moyen (V.G.M) < 80 femto litres (fL), de la T.C.M.H (Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine) < 27 picogrammes (pg)/cellule et de la Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (C.C.M.H) < 32 g/dL ;
- L'anémie normocytaire : elle est caractérisée par un V.G.M normal ([80-100] fL), T.C.M.H et C.C.M.H normales ([27-32] pg et [32-36] dL respectivement).
- L'anémie macrocytaire : qui est caractérisée par une augmentation du V.G.M, et les taux de C.C.M.H et de T.C.M.H normaux (**Dogoni, 2014**).

I.3.3. Prévalence de l'anémie

L'anémie est un problème de santé publique dans le monde en général et dans les pays en voie de développement en particulier car on y retrouve des prévalences au-dessus de 20%. Les groupes de populations les plus vulnérables sont les enfants de moins de 5 ans, les femmes enceintes et allaitantes, et les femmes en âge de procréer. Les enfants de moins de 5 ans sont susceptibles d'avoir une anémie à cause de la demande élevée en fer liée à leur croissance rapide (**Stevens et al., 2022**), la prévalence varie donc dans cette tranche d'âge en fonction des facteurs alimentaires et sociodémographiques tels que l'allaitement maternel inapproprié, l'initiation précoce à l'alimentation de complément, une diversité alimentaire inappropriée, et le niveau d'éducation de la mère (**Woldie et al., 2015**).

- Dans le monde, l'anémie affecte 25% de la population globale (**Harika et al., 2017**). On estime qu'environ 269 millions d'enfants âgés de 6 à 59 mois sont touchés par l'anémie à travers le monde. De plus, des estimations de 2019 ont montré que près de 40% d'enfants de 6 à 59 mois souffrent d'anémie (**OMS, 2023**). La Figure 1 présente les proportions des enfants en âge préscolaire touchés par l'anémie dans le monde en 2019. Nous observons que la plupart des pays d'Afrique et de l'Asie de l'Est sont sévèrement touchés par celle-ci (ont des prévalences supérieures à 40%)

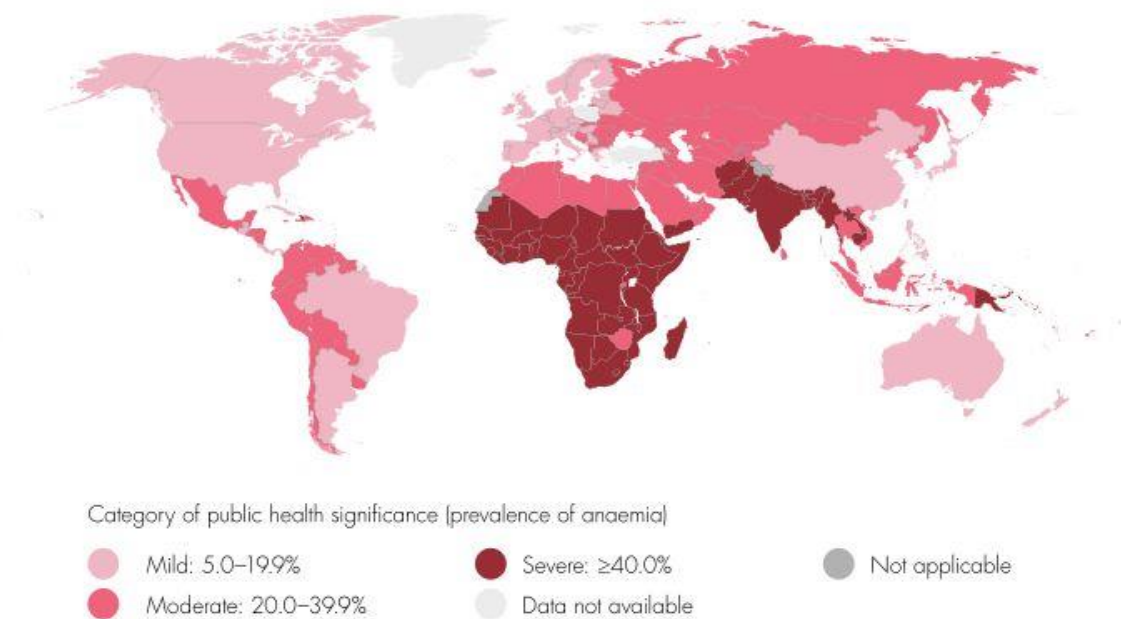


Figure 1: Prévalence de l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans dans le monde (OMS, 2023)

➤ En Afrique : La prévalence de l'anémie en Afrique reste très élevée. Les rapports de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) montrent qu'environ 103 millions d'enfants de moins de 5 ans sont touchés par l'anémie (OMS, 2023). Les régions de l'Afrique subsaharienne et centrale en sont les plus touchées. En Afrique subsaharienne, une collection des données d'Enquêtes Démographiques de Santé (EDSC) indique que plus de 72% des enfants âgés de 6 mois à 5ans souffrent d'anémie.

➤ Sur le plan national : Selon le rapport EDS-V (Enquête Démographique de Santé) 2018 moins environ 57 % des enfants de 6-59 mois sont atteints d'anémie, près de trois enfants sur dix le sont sous la forme modérée (29 %) et 2 % sous la forme sévère alors que 26% sont sous la forme légère. La prévalence de l'anémie chez les enfants de 6-59 mois varie de manière irrégulière selon l'âge, d'un maximum de 77 % dans le groupe d'âges 9-11 mois à un minimum de 47 % chez les enfants de 48-59 mois. Toutefois elle reste élevée (EDSC, 2018).

➤ A Yaoundé : Selon le rapport EDSC-V (Enquête Démographique de Santé) 2018 près de 43% d'enfants en âge préscolaire sont atteints d'anémie (EDSC, 2018). Les valeurs en hémoglobine chez les enfants de moins de 5 ans et les adultes sont présentées dans le tableau 5 suivant en fonction de la sévérité, ce qui classe la ville de Yaoundé comme une ville où l'anémie est un problème de santé publique.

Tableau 5: Niveau de sévérité de l'anémie selon l'Organisation Mondiale de la Santé

Sévérité de l'anémie	Enfants de moins de 5 ans	Femmes	Hommes
Anémie	Hb <110 g/L	Hb <120 g/L	Hb <130 g/L
Anémie légère	Hb 100-109 g/L	Hb 110-119g/L	Hb 110-129 g/L
Anémie modérée	Hb 70-99 g/L	Hb 80-109 g/L	Hb 80-109 g/L
Anémie sévère	Hb <70 g/L	Hb <80 g/L	Hb <80 g/L
Absence d'anémie	110 g/L ou plus	120 g/L ou plus	130 g/L ou plus

I.4. Manifestations et causes de l'anémie

I.4.1. Manifestations cliniques et biochimiques de l'anémie

➤ Manifestations cliniques

Les patients anémiques présentent les signes cliniques comme la fatigue, l'évanouissement, l'essoufflement, une capacité de travail physique réduite, les maux de tête, l'acouphène (tintement d'oreille), la nausée, le manque d'appétit, la pâleur (peau et muqueuses), les œdèmes dans les cas chroniques et graves, l'irritabilité, la sensibilité accrue au froid, l'asthme, la perte de cheveux et fragilité de ongles (**Powers et Buchanan, 2019**). Au cours de l'anémie, on assiste également à un déséquilibre de plusieurs paramètres biologiques.

➤ Manifestations biochimiques

Les manifestations biochimiques sont multiples :

- ✓ Une diminution du taux d'hémoglobine : lorsque le taux de globules rouges diminue, la quantité d'hémoglobine baisse aussi par conséquent il y'a réduction du taux de Volume Globulaire Moyen (VGM) et de la Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (CCMH). Les tissus ne reçoivent plus un oxygène suffisant et le corps est affaibli.
- ✓ Une réduction du taux d'hématocrite : l'hématocrite est le volume occupé par les globules rouges circulant dans le sang. En cas de baisse anormale de globules rouges, l'hématocrite a tendance à être également modifié.
- ✓ L'augmentation du taux de transferrine: la transferrine est une protéine plasmatique qui assure le transport du fer vers les cellules cibles. Au cours d'une anémie ferriprive par exemple, la faible teneur en fer signifie qu'il y'a moins de fer lié à la transferrine, ce qui

permet une circulation élevée de transferrine de fer non lié dans l'organisme (**Thomas, 2011**)

I.4.Types d'anémie

L'anémie se produit en cas de réduction du nombre des globules rouges ou de concentration de l'hémoglobine. Il existe plusieurs types d'anémie, chacune ayant une cause différente :

➤ Anémie mégaloblastique: l'anémie macrocytaire mégaloblastique est une forme fréquente d'anémie qui pourrait être relevée d'une carence en vitamine B12. Cette dernière est une vitamine hydrosoluble désignée par le terme cobalamine. Elle est apportée par la consommation d'aliments d'origine animale (**Guillain, 2013**).

➤ Anémie hémolytique : elle apparaît lorsque la durée de vie des globules rouges est diminuée car ils sont détruits de façon prématurée (hémolyse). Dans de rares cas, cette maladie est causée par une infection notamment chez l'enfant ou la prise d'un médicament (**Gloria, 2024**).

➤ Anémie par carence en fer : elle correspond à une teneur en hémoglobine dans le sang inférieur à la normale, généralement dû à une carence en fer. Les enfants d'âge préscolaire figurent parmi les groupes les plus vulnérables (**Ouedraogo et al., 2023**).

➤ Drépanocytose: il s'agit d'une maladie génétique à transmission autosomique récessive conduisant à la fabrication d'une hémoglobine normale par mutation du gène bêta de l'hémoglobine. Cette pathologie présente un risque accru de carence en acide folique ou vitamine B9 et en cobalamine ou vitamine B12 (**Tsakeu et al., 2019**).

➤ Anémie aplasique : c'est un trouble dans lequel les cellules de la moelle osseuse qui se développent en cellules sanguines sont détruites. Cela se traduit par une réduction du nombre de globules rouges, de globules blancs et ou de plaquettes (**Carolyn et al., 2022**)

I.4.2. Causes de l'anémie

L'étiologie de l'anémie est multifactorielle, nous pouvons citer

- La carence martiale : encore appelée carence en fer, provoquée par un déficit prolongé consécutif à un apport alimentaire insuffisant en fer, par les besoins accrus pendant la croissance, la faible absorption du fer par l'organisme, l'absence de supplémentation en fer chez la femme pendant la période d'allaitement maternel exclusif. Elle résulte également d'une faible disponibilité des sources alimentaires riches en fer suite à un statut socioéconomique pauvre

pendant la petite enfance, durant la grossesse et par des pertes accrues du fait des menstruations (Akalu *et al.*, 2021). C'est la principale cause d'anémie dans le monde (INS, 2018).

- Les carences en acide folique (vitamine B9) et en cobalamine (vitamine B12) d'une part conduit à une anémie car elles ont un rôle spécifique dans la synthèse de l'hémoglobine et ou dans la production des érythrocytes et d'autres parts les carences en vitamine A et C (Loukas *et al.*, 2016 ; Engle-Stone *et al.*, 2017).

- Les causes génétiques notamment la drépanocytose, la thalassémie (OMS, 2017).

- Le paludisme : il entraîne à l'anémie ferriprive en provoquant une hémolyse intravasculaire avec une perte subséquente de fer dans l'urine. Le paludisme provoque également une réponse immunitaire qui supprime l'érythropoïétine ainsi que des effets directs sur l'érythropoïèse (Miller, 2013).

De tout ceci, il ressort que l'anémie résulte de la diminution considérable du taux d'hémoglobines ou de globules rouges dans le sang circulant et a pour principale cause la carence en fer. Il est important de comprendre la biosynthèse de ces cellules.

I.5. Hématopoïèse

I.5.1 Définition

L'hématopoïèse est un ensemble de mécanismes physiologique assurant la production des cellules sanguines (Inusa *et al.*, 2019). Les globules rouges sont importants durant toutes les étapes de la vie : embryonnaire, fœtale, néonatale, adolescence et adulte. Chez l'adulte les globules rouges subissent plusieurs étapes de différenciations. Au cours de ce processus de différenciation par étape, les progénitures érythroïdes répondent aux besoins quotidiens de 2×10^{11} nouveaux érythrocytes (Buza- Vidas *et al.*, 2007). La cellule souche hématopoïétique subit plusieurs étapes de prolifération, de maturation et de différenciation dans la moelle osseuse pour produire les cellules sanguines matures qui sont réparties en trois catégories : les érythrocytes (globules rouges), les plaquettes et les leucocytes (globules blancs) (Dzierzak *et Philipsen*, 2013). La Figure 2 nous présente la formation des cellules sanguines à partir de la cellule souche pluripotente.

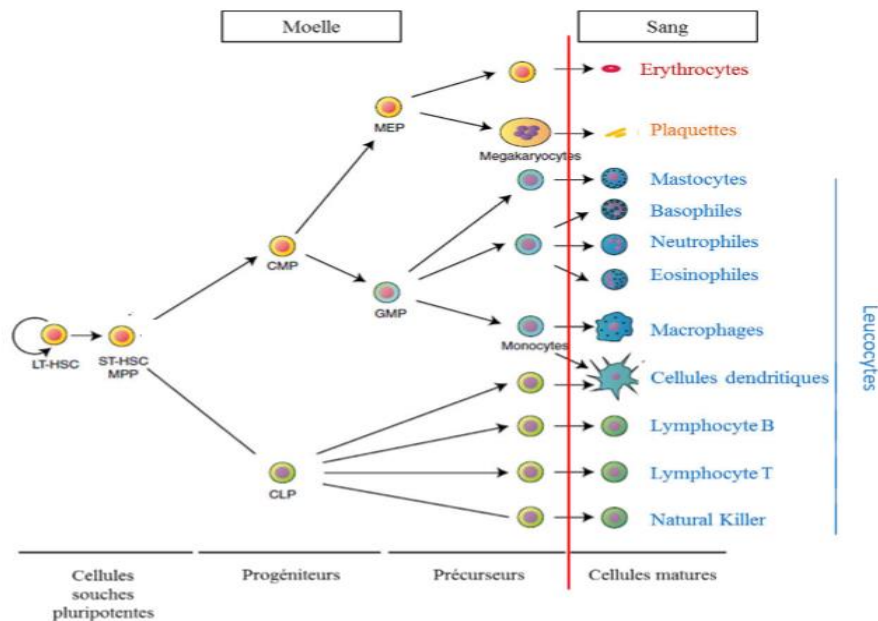


Figure 2: Hématopoïèse: Vue générale (Dzierzak et Philipsen, 2013)

CLP : progéniteur lymphoïde commun ; MPP : progéniteur multipotent ; CSH : cellules souches hématopoïétiques ; CMP : progéniteur myéloïde commun ; MEP : progéniteur érythro-mégacaryocytaire ; GMP : progéniteur granulo-macrophagique.

I.5.2. Biosynthèse de l'hémoglobine

L'hémoglobine est une protéine formée de l'union entre 4 molécules d'hèmes et de chaînes de globine. La globine (partie protéique de l'hémoglobine) est formée de 4 chaînes polypeptidiques α et β , identiques deux à deux contenant chacune un hème. L'hème issu de l'union d'une molécule de protoporphyrine et d'un atome de fer divalent, est situé au centre de la molécule, fixé sur les 4 azotes des noyaux pyrroles de la protoporphyrine. Sa fonction principale est le transport de l'oxygène (O_2) des poumons vers les tissus (Ferraguti, 2010). La Figure 3 nous présente la structure de l'hémoglobine.

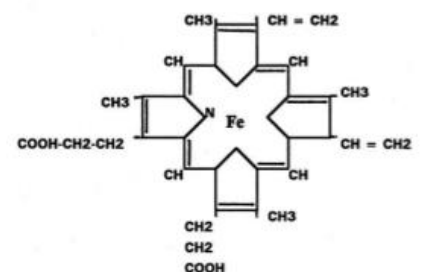
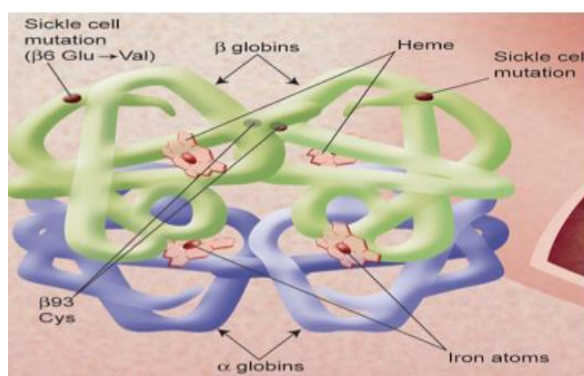


Figure 3: Structure de l'hémoglobine (Alan et al., 2008)

Mécanisme de la biosynthèse de l'hème

L'hème ou ferroprotoporphyrine IX est composé d'une molécule de protoporphyrine IX associée à un atome de fer II. Cinq classes d'hème existent : a, b, c, d, et d1. L'hème b est la plus connue et entre dans la constitution de l'hémoglobine (Tsiftoglou *et al.*, 2006). La moelle osseuse et le foie sont les principaux producteurs d'hème, qui est utilisé essentiellement pour la synthèse de l'hémoglobine par les érythrocytes de la moelle osseuse et des cytochromes P450 par les cellules du foie (Anderson *et al.*, 2010). Le mécanisme de biosynthèse de l'hème tel que décrit par Rittenberg et Neuberger entre 1946 et 1955 se déroule en 8 étapes. Parmi ces étapes, cinq étapes ont lieu dans la mitochondrie et trois dans le cytosol (Neuberger, 1953 ; Shemin et Rittenberg, 1945).

Etape 1 : condensation de la glycine et du succinyl-COA pour former le dioxyde de carbone et l'acide delta aminolevulinique. Cette réaction se déroule dans la mitochondrie et est catalysée par ALA-synthase (ALAS). L'ALA est ensuite transporté à travers les 2 membranes mitochondriales vers le cytosol.

Etape 2 : condensation de deux molécules d'ALA dans le cytosol pour former le monopyrrole porphobilinogène (PBG), la réaction est catalysée par la porphobilinogène synthase.

Etape 3 : Quatre molécules de porphobilinogène sont reliées par l'hydroxyméthylbilane pour former l'hydroxyméthylbilane tétrapyrrole.

Etape 4 : l'hydroxyméthylbilane est converti (cyclisé), en Uroporphyrinogène III par l'uroporphyrinogène synthase (UROS). Une fraction de l'hydroxyméthylbilane échappe à l'action de UROS et une cyclisation spontanée se produit conduisant à la production de l'isomère I de l'uroporphyrinogène.

Etape 5 : au cours de cette étape, quatre chaînes carboxyliques de l'uroporphyrinogène III et de l'uroporphyrinogène I sont décarboxylées par l'uroporphyrinogène III décarboxylase (UROD) pour former la coproporphyrinogène III et la coproporphyrinogène I.

Etape 6 : le coproporphyrinogène III à la différence de son isomère I est reconnu par les récepteurs mitochondriaux pour entrer dans l'espace inter-mitochondriale. La coproporphyrinogène III est oxydée par la coproporphyrinogène III oxydase (CPO), puis subit une double décarboxylation : celle du coproporphyrinogène III en hardéroporphyrinogène puis celle de celle de ce dernier en protoporphyrinogène IX.

Etape 7 : la protoporphyrinogène IX entre dans la membrane interne de la mitochondrie ou elle est oxydée en protoporphyrine IX. Cette réaction est catalysée par la protoporphyrinogène oxydase (PPOX).

Etape 8 : le fer ferreux Fe^{2+} est inséré sur la protoporphyrine IX par la ferrochelatase (FECH) pour former l'hème. L'hème une fois synthétisé doit être incorporé dans les hémoprotéines pour éviter sa toxicité. La Figure 4 présente un résumé de la voie de biosynthèse de l'hème

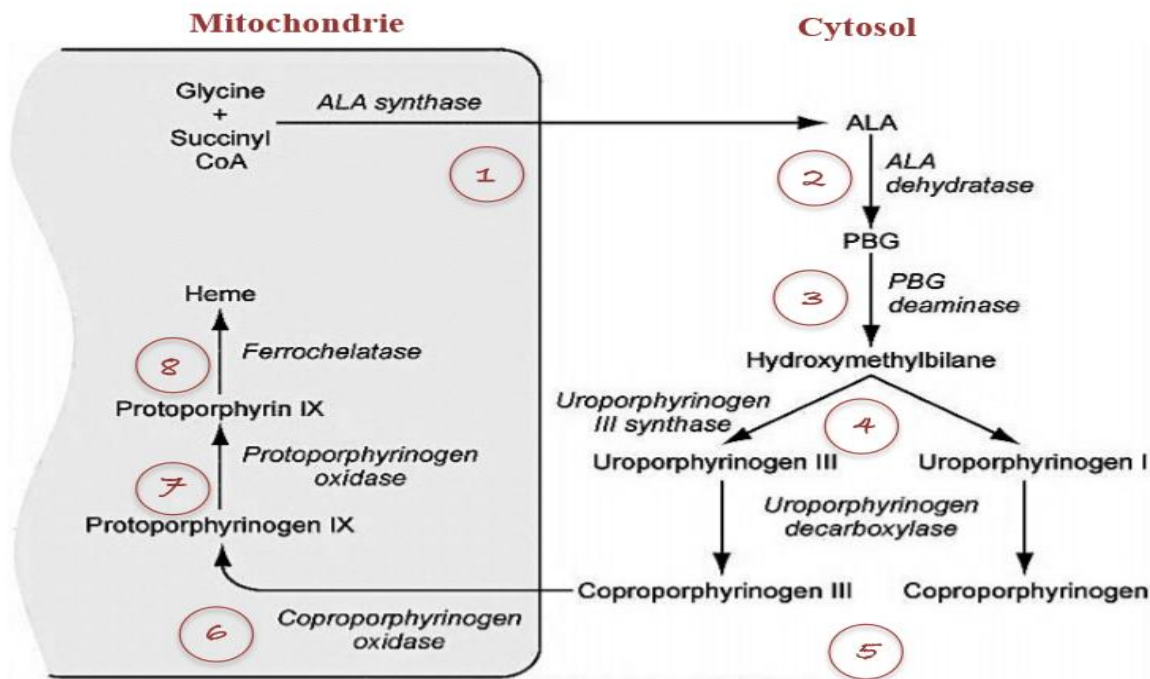


Figure 4: Voie de biosynthèse de l'hème (RIO, 2016)

I.6. Métabolisme du fer

Le fer est un minéral qui se trouve à l'état de traces dans l'organisme. Son importance pour l'homme est primordiale, car c'est un micronutriment vital pour l'existence humaine.

I.6.1. Notions de base sur le fer

Le fer est un oligo-élément qui entre dans la composition de l'hémoglobine et de la myoglobine des muscles, et de nombreuses réactions enzymatiques nécessaires à la respiration des cellules, ou il intervient comme cofacteur de nombreuses déshydrogénases (Doudi et Atia, 2015). Il est présent dans l'organisme, soit sous forme héminique (Fe^{2+}), directement absorbable par l'organisme ou sous forme non héminique (Fe^{3+}), et il est réparti dans de nombreux tissus en fonction des réactions biologiques auxquelles il participe.

❖ Aliments riches en fer

L'alimentation joue un rôle important dans l'apport de fer. Seule la fraction de fer consommé est réellement absorbée, elle varie selon l'aliment (Allais, 2011). Le tableau 6 nous présente quelques aliments riches en fer. Il apparaît que les aliments d'origine animale sont de véritables sources fer.

Tableau 6: Quantité de fer pour 100g d'un aliment (Allais, 2011)

Aliments	Pour 100g
Foie	10 à 30 mg
Viandes rouges	2 à 4 mg
Viandes blanches	1 à 2 mg
Œufs	3 mg
Fruits secs	5 à 7mg
Légumineuses (fèves, pois chiches)	6 à 8mg
Légumes à feuillages verts (persils, épinards)	2 à 8 mg
Céréales à grains entiers (grains de sésame, farine blé complète)	5 à 6 mg

I.6.2. Absorption du fer

L'absorption digestive du fer est maximale au niveau du duodénum et du haut jéjunum. Elle est assurée par les entérocytes et représente le principal facteur déterminant le capital martial de l'organisme (Beaumont C, 2009).

- **Absorption du fer héminique** : Le fer héminique est retrouvé uniquement dans les aliments d'origine animale, principalement la viande, le poisson, la volaille et les œufs (Gulec *et al.*, 2014). Dans l'organisme, il est présent sous forme de complexe (Fe^{2+}/Hb ou $Fe^{2+}/myoglobine$). Dès le passage du pylore, la baisse du pH va favoriser la formation d'hydroxydes de fer, macromolécules très absorbables. Les protéases digestives aboutissent donc à la scission de l'hémoglobine et de la myoglobine respectivement en hème et globine. La globine libère des acides aminés qui favorisent la solubilisation de l'hème. Les entérocytes absorbent l'hème grâce à la Heme Carrier Protéine 1 (HCP1). Dans le cytosol de l'entérocyte, l'hème subit l'action d'un hème oxygénase libérant le Fe^{2+} , qui rejoint le pool cytoplasmique labile (Hooda *et al.*, 2014).
- **Absorption du fer non héminique** : Le fer non héminique se trouve dans les aliments végétaux et se présente dans l'organisme sous forme de fer Fe^{3+} . Le faible pH dans l'estomac, les groupements thiols des peptides issus de la protéolyse digestive ainsi que la

présence d'acide ascorbique (vit C), réduisent les ions Fe^{3+} en Fe^{2+} , améliorant la solubilité et l'absorption (**Gulec *et al.*, 2014**). Le cytochrome b duodéal (Dcytb) localisé sur la membrane de la bordure en brosse des entérocytes est une Ferri réductase qui accepte les électrons intracellulaires de l'oxydation de la vit C en acide déhydroascorbique et les utilise pour catalyser la réduction du Fe^{3+} en Fe^{2+} (**Luo *et al.*, 2014**). Suite à ce processus les ions Fe^{2+} sont transportés dans les entérocytes duodénaux via le DMT1 (Divalent Metal Transporter 1). Le fer est soit stocké dans la ferritine cellulaire ou transporté directement en direction opposé de la muqueuse. Dans la dernière phase de l'absorption du fer, le Fe^{2+} est libéré dans la circulation portal du côté basolatéral de la cellule et exporté par la ferroportine. Le fer enterocytaire exporté a besoin de l'héphaestine, un multi-cuivre homologue de la céruloplasmine (CP), qui oxyde le Fe^{2+} en Fe^{3+} pour le chargement sur la transferrine. Cet efflux de fer est inhibé par l'hormone peptidique hepcidine fixé sur la ferroportine et conduisant à la dégradation du complexe ferroportine-hepcidine (**Donker *et al.*, 2014**).

- **Incorporation du fer circulant** : Il provient pour 5% de l'absorption intestinale (entérocytes), pour 95% du recyclage du fer provenant des érythrocytes sénescents. Il est dirigé principalement vers le compartiment médullaire ou il est utilisé pour la synthèse de l'hémoglobine, pour le reste, vers les autres sites d'utilisations (myoglobine) et des sites de stockage (macrophages et hépatocytes). A l'état normal, le fer est transporté dans le plasma sous forme liée à la transferrine dont la capacité est normalement utilisée à environ 30. La Figure 5 nous présente le mécanisme d'absorption et de recyclage du fer dans l'organisme.

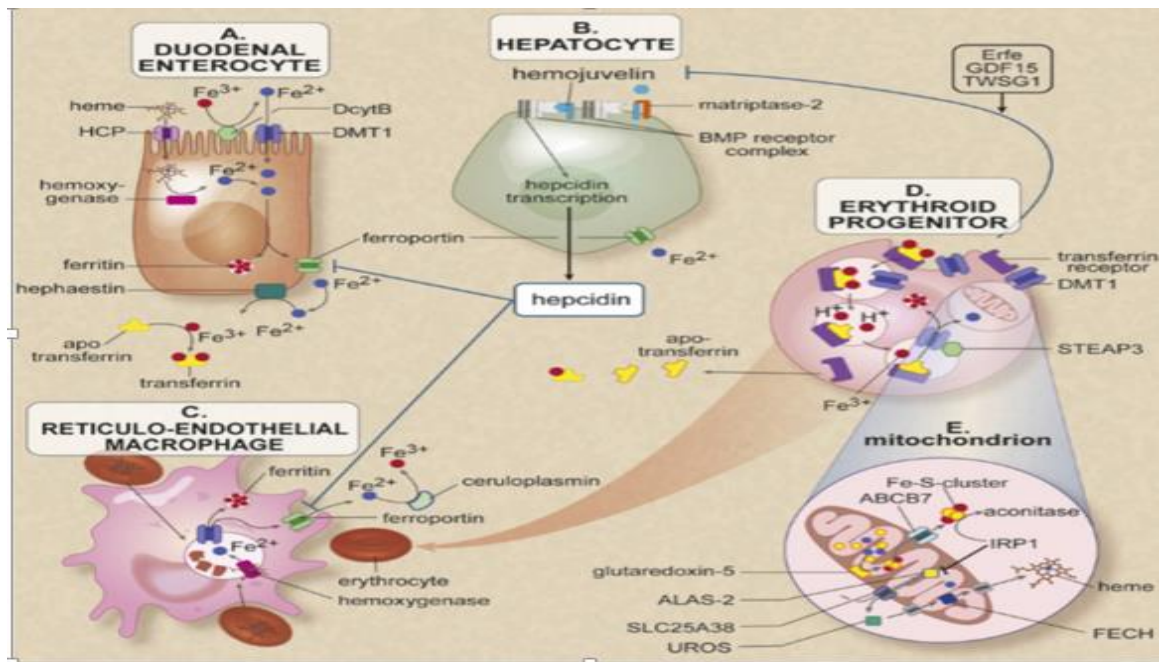


Figure 5: Mécanisme de l'absorption et recyclage du fer (Donker *et al.*, 2014)

I.6.3 Besoins journaliers ou recommandés

Les besoins en fer sont variables au cours de la vie sont plus important chez l'enfant et l'adolescent en raison de l'augmentation de la masse sanguine. L'apport journalier recommandé en fer pour les enfants en bas âge est de 1mg de fer/Kg de poids corporel/jour, 10 à 12 mg/ jour pour les adolescents et 15mg/ jour chez les femmes en âge de procréer, 30mg/ jour chez les femmes enceintes et 10 mg/ Jour chez les hommes adultes et les femmes post-ménopausales (Doudi et Atia, 2015).

I.6.4. Régulation du métabolisme du fer

La régulation des entrées selon les besoins occupe une place centrale dans le métabolisme du fer (Cattan, 2004) qui doit donc être strictement contrôlé pour éviter l'apparition de situations pathologiques (Mckie *et al.*, 2001). L'hepcidine agit en se liant à la ferroprotéine pour induire son ubiquitination au niveau de la membrane basolatéral des entérocytes duodénaux, ainsi qu'à partir de la membrane plasmique des macrophages, des hépatocytes et du placenta (Qiao *et al.*, 2012). Dans le cas de l'intestin, le fer est bloqué à l'intérieur des entérocytes et peut être moins absorbé dans la circulation. En ce qui concerne les macrophages, le fer absorbé dans les macrophages par érythrophagocytose reste piégé à l'intérieur des cellules, puisque sa libération dans la circulation sanguine par la ferroportine 1 (FPN1) est inhibée ((Yiannikourides et Latunde-Dada, 2019). La régulation du métabolisme du fer se résume comme suit :

- Une diminution des taux plasmatiques d'hepcidine à la suite de la réduction des réserves en fer dans l'organisme l'exigence pour l'érythropoïèse ou une hypoxie, favorise l'absorption du fer alimentaire et la libération du fer par les macrophages
- En revanche, une augmentation des niveaux plasmatiques d'hepcidines en réponse à la surcharge en fer ou de l'inflammation inhibe l'absorption du fer alimentaire et la libération du fer par les macrophages. Elle est responsable d'une anémie ferriprive (**Yiannikourides et Latunde-Dada, 2019**). Le métabolisme du fer se déroule comme présenté dans la Figure 6.

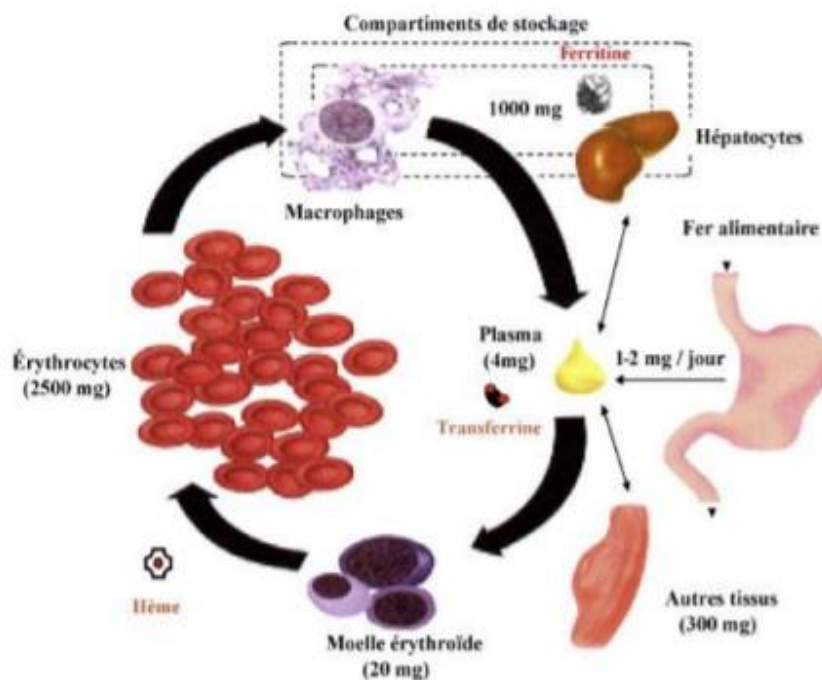


Figure 6: Métabolisme du fer chez l'homme (Montalembert *et al.*, 2012)

I.6.5 Activateurs et inhibiteurs de l'absorption du fer dans l'organisme

Plusieurs composés connus comme des chélateurs ou ligands se lieraient avec le fer soit pour freiner ou accélérer son absorption

1) Les facteurs favorisant l'absorption du fer

Parmi les aliments favorisant l'absorption du fer, nous avons :

- Les acides tels que l'acide ascorbique ou vitamine C avec les acides citriques et lactiques : ils agissent en tant qu'agent réducteur et forment un chélate avec du fer non hémique à un pH acide. Ce chélate reste soluble dans l'intestin grêle et ainsi peut améliorer l'absorption intestinale du fer non hémique

- Le facteur MFP (Meat, Fish, Poultry) : est un peptide retrouvé dans la viande, le poisson, et la volaille. Celui-ci améliore l'absorption du fer non héminique présent dans le même repas.
- Certains sucres comme le fructose et le sorbitol (**Bouhmou, 2015**)

2) Les facteurs inhibant l'absorption du fer

Plusieurs facteurs inhibent l'absorption du fer : il s'agit des polyphénols entre autres les tanins (présents dans le thé et le café), des acides oxaliques (retrouvés dans le thé et dans les légumes), des phytates (présents dans les céréales et les légumes), des nutriments (tels que le calcium, des sels de phosphate et de calcium, du zinc, du manganèse et du nickel). Dans le thé et le café on trouve des concentrations assez élevées de polyphénols. Une fois ingérés avec une source de fer, ces composés phénoliques peuvent diminuer l'absorption de fer à plus de 60 %. La consommation du café avant ou après un repas, peut réduire l'absorption du fer de 40 % (**Bouhmou, 2015**). Aussi il faut noter que le statut en fer d'une personne affecte également l'absorption du fer. Effectivement, l'absorption du fer est étroitement liée au niveau du fer stocké dans l'organisme. L'absorption, par exemple, peut aller de 10 % (pour une personne avec un statut normal de fer) jusqu'à 35 % environ (pour des personnes qui sont carencées en fer) (**Djuikwo et al., 2011**).

I.6.6. Excrétion du fer

L'homéostasie du fer dans l'organisme est conditionnée par la différence entre les apports et les pertes. En effet, l'organisme ne possède pas de voies physiologiques d'excrétion du fer excédentaire et par conséquent ne peut être évitée que par un contrôle à la fin de l'absorption intestinale et du recyclage macrophagique. En cas de menstrues. En outre, il peut être éliminé par les voies digestive (exfoliation des cellules intestinales), cutanée, urinaire et biliaire. Les déficits journaliers sont très faibles, de l'ordre de 1 à 2 mg/j. Ils compensent la quantité de fer absorbée. Il apparaît donc que le métabolisme du fer s'effectue en un véritable circuit fermé (**Troadec et al., 2006**)

I.7. Diagnostics, conséquences et stratégies de lutte contre l'anémie

I.7.1. Diagnostics de l'anémie

L'anémie peut être diagnostiquée à l'aide des méthodes suivantes (**OMS, 2017**) :

- **Antécédents du patient** : Tous les éléments de l'anamnèse peuvent aider à élaborer le raisonnement diagnostique, détection des symptômes cliniques de l'anémie, l'étude de l'alimentation habituelle ;

- **Examen physique** : examen des muqueuses (bouche, conjonctivite) paumes et ongles des mains. La pâleur conjonctivale est particulièrement plus significative d'une anémie sévère.
- **Etude de laboratoire** : Le diagnostic d'une anémie sévère, comme pour toute anémie est confirmé biologiquement par l'examen fondamental qu'est la numération formule sanguine (NFS) ;
- **Analyse d'urine** : mesure de l'excrétion du fer.

I.7.2. Conséquences de l'anémie

Les effets de l'anémie sont multiples et néfastes pour la santé des populations, nous avons :

- La fatigue et la faiblesse : au cours d'une anémie, la quantité d'oxygène dans l'organisme est réduite ce qui peut entraîner la fatigue, la faiblesse d'où la difficulté à effectuer une activité.
- Essoufflement : En cas d'hypoxie (absence d'oxygène dans l'organisme), le corps peut essayer de compenser en accélérant la respiration, ce qui peut causer de l'essoufflement (**OMS, 2017**).
- L'anémie entraîne une faible oxygénation des tissus cervicaux ce qui peut conduire à l'altération du développement mental, moteur et cognitif chez l'enfant de moins de 5 ans. Nous notons que l'anémie est caractérisée par une concentration en hémoglobine inférieure à 110 g/L chez les enfants de moins de 5ans, 120 g/L chez les femmes et 130 g/L chez les hommes (**Safaa et al., 2021**). Elle réduit les performances scolaires, l'activité physique, comportementale et la fonction immunitaire contre les maladies et peut s'avérer irréversible malgré les thérapies particulièrement chez les enfants de moins de 2 ans (**Akotal et al., 2021**). Dans les cas sévères, l'anémie chez les enfants les expose à des insuffisances cardiaques et à la mort. L'anémie a d'importants effets délétères sur la santé, et elle freine aussi le développement social et économique (**UNICEF, 2018**).

Plusieurs stratégies sont utilisées pour prévenir l'anémie. Elles doivent être adaptées au contexte social, économique ou aux habitudes alimentaires des populations pour de meilleurs résultats (**Kana et al., 2015**). Une bonne stratégie de prévention peut à moyen et long terme permettre la réduction significative de la fréquence de la carence en fer et donc de ses conséquences comme observées dans plusieurs pays (**Ngeuleu, 2011**). C'est Ainsi que plusieurs méthodes ont vu le jour pour lutter contre l'anémie.

I.7.3. Prévention et lutte contre l'anémie

Pour lutter contre ce problème de santé publique, les méthodes suivantes sont appliquées :

➤ **Au niveau international**

Les recommandations de l’OMS pour prévenir, combattre et traiter l’anémie (OMS, 2017) sont :

- Une supplémentation en fer et en acide folique est recommandée en période de menstruation dans les zones où la prévalence de l’anémie atteint ou dépasse 20% chez la femme.
- Au cours du postpartum, une supplémentation de fer seul, ou en association avec l’acide folique pendant les trois mois au moins, pour réduire le risque d’anémie en améliorant le bilan martial de la mère ;
- L’enrichissement du riz, de l’huile, de la farine de blé et de maïs par défaut de fer, d’acide folique et d’autres micronutriments est conseillé dans les zones où se sont des produits de consommations courantes ;
- Il convient de protéger, de promouvoir et d’encourager l’allaitement au sein exclusif des nourrissons pendant les 6 premiers mois de la vie.

Face à ces différentes recommandations de l’OMS, les pays de l’Afrique Sub-saharienne ont développé des stratégies en accord avec les réalités.

➤ **Au niveau national**

• Selon le rapport EDSC, les apports en fer sont globalement insuffisants dans l’alimentation des femmes, influençant l’état de santé de leur enfant, tant pendant la grossesse qu’en période d’allaitement (EDSC, 2018). Les mesures prises par le gouvernement sont entre autres : la vaccination, le partage de moustiquaires imprégnées, la fortification des aliments en vitamine A, C et les vitamines du groupe B (EDSC, 2018). Les populations ont recours à d’autres méthodes pour lutter contre l’anémie à savoir la consommation des décoctions, des infusions et des macérations jugées antianémiques comme le cas de *Manihot esculenta* et *Graptophyllum pictum* (Yimga, 2023). On note aussi la consommation des boissons à base des denrées alimentaires c’est le cas de l’association de la papaye, de la betterave et de l’ananas pour la formulation d’une boisson antianémique (Mananga *et al.*, 2021). On note également l’éducation nutritionnelle axée sur la nécessité d’éviter les inhibiteurs de l’absorption de fer dans l’alimentation et d’accroître la consommation d’activateurs de l’absorption de fer dans l’alimentation et la promotion de la consommation des fruits et légumes (Mananga *et al.*, 2021).

Contexte de l’étude

Au Cameroun, la malnutrition affecte surtout les groupes vulnérables que sont les enfants de moins de 5 ans, les femmes enceintes et allaitantes. Des études récentes (Nzefa *et*

al., 2019 ; Azike et al., 2019 ; Kaptso et al., 2021 ; Mananga et al., 2022) réalisées sur l'identification des facteurs de risques du retard de croissance, de l'émaciation, de l'insuffisance pondérale et de l'anémie des enfants de 6 à 59 mois dans plusieurs régions au Cameroun révèlent des prévalences alarmantes et des efforts supplémentaires sont nécessaire pour réduire le seuil futur. En outre, on constate que la plupart de ces études ont été effectuées en zones rurales et/ou périurbaines, il existe par conséquent très peu d'études en milieu urbain en général et dans la ville de Yaoundé en particuliers d'où l'intérêt de cette étude. En effet, les données récentes révèlent que près de 43% des enfants souffrent d'anémie à Yaoundé (**EDSC, 2018**). La ville de Yaoundé abrite plus de 2 873 567 d'habitants et est le chef-lieu de la région du Centre. Encore appelé capitale politique, elle est le siège des institutions et est constituée de 7 arrondissements. Le climat y est de type subéquatorial. Les populations de la ville de Yaoundé viennent de tous les horizons du pays et par conséquent, tous les groupes ethniques du Cameroun s'y retrouvent. On y retrouve également de fortes communautés étrangères (Nigéria, Sénégal, Mali). Elle détient 24,4% des emplois permanentes ce qui correspond à 155 236 emplois (**INS, 2020**).



MATERIEL ET METHODES

Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES

II.1 Cadre de l'étude

Ce travail s'est déroulé à l'Hôpital de District d'Efoulan. Efoulan est un quartier du Sud de la ville de Yaoundé au Cameroun situé dans l'arrondissement de Yaoundé 3, il est limité à l'Est par les quartiers Nsam et Dakar, au Nord par la mission catholique de Mvolyé, au Sud par Obobogo et à l'Ouest par le quartier Nsimeyong. Efoulan regorge en grande partie les populations autochtones Ewondo. Les peuples venus d'ailleurs s'y sont installés au fil des années. En 2022, il comptait 252501 habitants avec une densité de 3702 hab /Km². Efoulan abrite également un hôpital public, l'hôpital de district d'Efoulan qui abrite en son sein un bon centre pédiatrique. La Figure 7 présente la cartographie de la ville de Yaoundé.

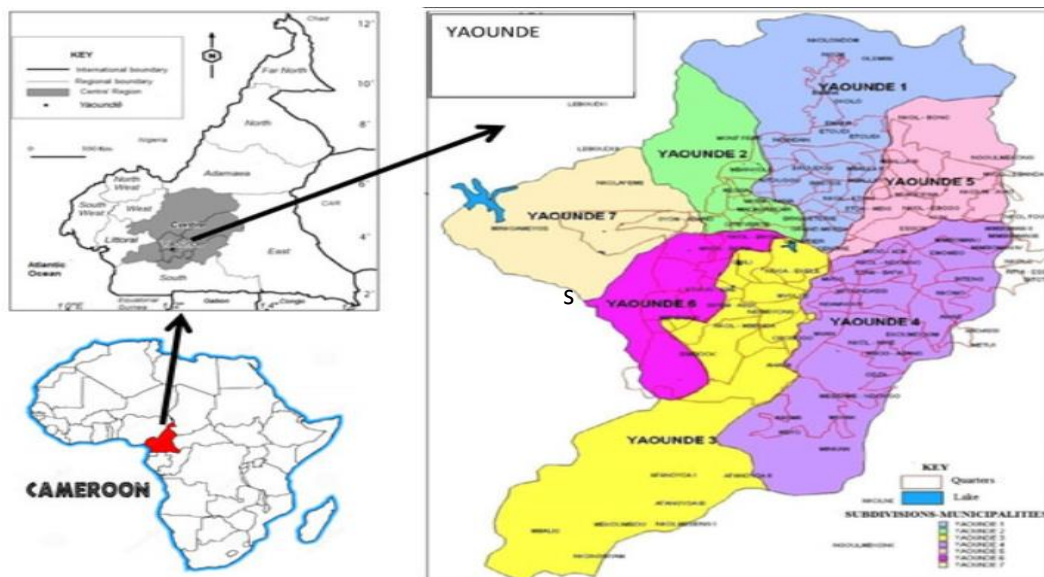


Figure 7 : Carte géographique de la ville de Yaoundé (Gambi, 2013)

II.2. Considérations éthiques et administratives

Tous les travaux menés dans cette étude ont été examinés et approuvés par le Comité Régional d'Ethique pour la Recherche en Santé Humaine du Centre sous le numéro **CE0087/CRERSHC/2023** (annexe 5) et le comité mixte d'examen institutionnel pour la bioéthique humaine et animale de l'université de Yaoundé 1 sous le numéro de clairance éthique N° **BTC-JIRB2024-122** (annexe 6). Une autorisation administrative de collecte de données avec une durée déterminée a été délivrée par le Directeur de l'Hôpital de District d'Efoulan (annexe 7). De plus, les informations ont été recueillies avec le consentement et la liberté des mères ou nourrices. Ainsi, l'accent était mis sur la liberté des mères d'enfants de participer ou d'arrêter leur participation ou celle de leur enfant à tout moment de l'étude sans préjudice pour

eux-mêmes. L'enquête a été effectuée dans le strict respect de la confidentialité, l'anonymat et l'intégrité physique et morale des participants.

II.3. Type d'étude et population d'étude

Il s'agissait d'une étude de type transversale et descriptive. Elle s'est déroulée sur une période de 3 mois allant du 15 Mai au 15 Août 2023. Sur le terrain, l'équipe était constituée des interviewers, du superviseur et des infirmiers. Les prélèvements sanguins ont été effectués par les infirmiers. Les mesures anthropométriques, l'administration du questionnaire par les enquêteurs. Le dépouillement des questionnaires, la saisie et le traitement des données de l'enquête ont été réalisés par les membres de l'équipe. Notre étude avait pour population-source les mères d'enfants et pour population cible les enfants âgés entre 6 et 59 mois hospitalisés et/ou venant en consultation de routine à l'hôpital. Le choix des enfants pour l'enquête était basé sur quelques critères à savoir :

II.4. Critères de sélection de la population d'étude

Les critères de sélection de la population d'étude sont les suivantes :

Critère d'inclusion

- ✓ Etre âgé de 6 à 59 mois
- ✓ Résidant à Yaoundé depuis au moins 6 mois venant en consultation à l'hôpital de District d'Efoulan
- ✓ Les enfants dont les parents ont donné le consentement

Critère de non inclusion

- ✓ Enfants âgés de moins de 6 mois ou de plus de 59 mois
- ✓ Les enfants dont les mères n'accepteront pas de participer à l'étude (manque de consentement).

II.5. Taille d'échantillon

La taille d'échantillon a été calculée à partir de la formule du logiciel Open Epi ci-dessous :

$$n = [DEFF * Np (1-p)] / [d^2 / z^2 1-\alpha * (N-1) + p * (1-P)]$$

N= Taille de population (pour facteur de correction de population fini ou fpc) (N) :1000000

Fréquence % hypothétique de facteur de résultat dans une population(p) : 43% +/-5

Limites de confiance comme % de 100 (absolu +/- % (d) : 5%

Facteur de calcul (pour enquêtes de groupes-DEFF) :

P= prévalence de l'anémie chez les enfants de 6 -59 mois à Yaoundé= 43% (EDSC, 2018),

Q= 1-P.

A partir de cette formule, **377 couples mères-enfants** au moins devraient être inclus dans cette étude. Parallèlement à l'enquête nutritionnelle, un échantillon d'au moins 20% de l'effectif total des enfants a été utilisé pour le prélèvement des échantillons sanguins afin de réaliser des analyses hématologiques et biochimiques dans le but d'évaluer les différents dommages au niveau métaboliques causés par la dénutrition et l'anémie.

II.6. Méthodes

L'étude a été menée à l'aide d'un questionnaire, un prélèvement sanguin et la prise des paramètres anthropométriques.

II.6.1. Questionnaire

Les mères ayant donné leur consentement éclairé répondu à un questionnaire portant sur 3 parties :

- ✚ Partie 1: Statut socioéconomique et démographique du ménage.
- ✚ Partie 2: L'enquête alimentaire par les habitudes alimentaires, la fréquence de consommation alimentaires de l'enfant et le rappel de 24h.
- ✚ Partie 3: Les mesures anthropométriques des enfants.

A l'issue de cette collecte, quelques conseils ont été prodigués aux mères concernant les bonnes pratiques alimentaires. Une fiche de prélèvement sanguin a été administrée aux mères volontaires pour la collecte des données et les mesures anthropométriques des enfants ont été prises.

II.6.1.1. Mesures anthropométriques des enfants

Les mesures anthropométriques chez l'enfant ont été l'âge, le poids, la taille et le périmètre brachial.

- Age : l'âge des enfants a été relevé à partir du carnet de consultation ou de vaccination de l'enfant puis noté dans le questionnaire correspondant.
- Poids (mesuré en kg) : le poids des enfants qui ne se tenaient pas encore debout a été mesuré à l'aide d'un pèse bébé de marque SECA745. Après avoir vérifié si l'aiguille du pèse bébé était à 0, les vêtements lourds et les chaussures de l'enfant ont été ôtés. Ce dernier était placé dans le plateau de l'appareil et le poids était lu lorsque l'aiguille arrêta de bouger (pour

les moins de 2 ans). Pour les enfants de 24 à 59 mois qui se tenaient déjà debout, les vêtements lourds et les chaussures étaient ôtées et le poids était mesuré à l'aide d'une balance pèse-personne de marque MSG-150KG Medisana/Henrotech (Nolla *et al.*, 2014).

- Taille (mesuré en cm) : les enfants étaient déchaussés et les bonnets étaient ôtés puis ils étaient placés en position verticale ou couchés sur une table (pour les enfants entre 6 et 24 mois) ou placés debout sur une toise (pour ceux qui avaient entre 24 et 59 mois pouvant se tenir debout). La taille était mesurée au centimètre près (Castel *et al.*, 2015).

- Périmètre brachial (mesuré en cm) : le périmètre du bras a été mesuré à l'aide du bracelet de mesure du périmètre brachial au centimètre près (MUAC : Mid Upper Arm Circumference). Après que la manche du vêtement eut été retroussée sur le bras à mesurer (bras gauche), le bracelet a été enroulé autour de ce bras et le périmètre du bras a été lu et noté dans la fiche d'enquête (Pouliat *et al.*, 2017).

II.6.1.2. Evaluation du statut nutritionnel

Le recueil de l'âge, du poids et de la taille nous ont permis de déterminer les indices anthropométriques notamment : le poids-pour-taille (P/T), le poids-pour-âge (P/A) et la taille-pour-âge (T/A). Ces indices ont été déterminés à partir du logiciel WHO Anthro 2015. La classification des enfants selon les indices était la suivante :

- P/A : cet indice nous a permis de déterminer le pourcentage des enfants ayant un poids insuffisant (P/A au-dessus de -2 ET) et un poids gravement insuffisant (P/A au-dessous de -3 ET).

- T/A : cet indice nous a permis de déterminer le pourcentage d'enfants atteints de retard de croissance (T/A au-dessus de -2 ET) et de retard important de croissance (T/A au-dessous de -3 ET).

- P/T : cet indice nous a permis de déterminer le pourcentage d'enfants émaciés (P/T au-dessous de -2 ET), gravement émaciés (P/T au-dessus de -3 ET), ayant un risque possible de surpoids (P/T au-dessus de +1 ET), ayant un surpoids (P/T au-dessus de +2 ET) et obèses (P/T au-dessus de +3 ET).

II.6.1.3. Enquête alimentaire

Une enquête alimentaire basée sur la méthode du rappel des dernières 24h et la fréquence de consommation alimentaire des enfants a été déterminée.

- **Le rappel des dernières 24h**

Il avait pour but de recueillir les informations sur les aliments consommés à la veille par les enfants. Il s'agissait pour la mère de lister tous les repas y compris les grignotages qu'elle a donnés à son enfant le jour précédent l'interview. La liste de ces repas était répartie en matin, midi et soir, puis notée dans la fiche d'enquête.

➤ **Fréquence de consommation alimentaire**

Elle réfère au nombre de fois où un individu consomme un type d'aliment (fruit, légume, céréales) par unité de temps indépendamment de la quantité consommée.

II.6.2. Prélèvement des échantillons de sang

Les échantillons de sang ont été obtenus par ponction veineuse préférentiellement au niveau du pli du coude. Le prélèvement a été effectué par un personnel de santé qualifié avec un matériel stérile suivant un protocole de prélèvement usuel de la structure sanitaire. Le matériel était constitué entre autre d'un plateau, des gants médicaux, des seringues à usage unique, du coton, de l'alcool et des tubes secs et EDTA (Ethylène Diamine Tétra-Acétyle). Après avoir posé le garrot avant la veine choisie, nous avons procédé à l'asepsie de la zone à prélever avec du tampon imbibé d'alcool à 70% et à la ponction de la veine visible (choisie) après aspiration du sang dans la seringue et otage du garrot, il était question de retirer avec précaution l'aiguille de la veine après avoir posé un coton sec. Les tubes étaient remplis par ordre d'abord le tube sec puis le tube EDTA et l'aiguille souillée était mis dans la boîte à sécurité. Une fois recueillis, les échantillons de sang contenus dans les tubes secs (bouchons rouges) ont été centrifugés à l'aide d'une centrifugeuse (Centrifugeuse Hettlich) à 3500 tours/minute pendant 5 min. Les sérums obtenus ont été aliquotés dans les cryotubes pour la détermination de l'albumine sérique, du fer sérique et la Protéine C Réactive. Les échantillons de sang recueillis dans les tubes EDTA ont servi à la déterminer la numération formule sanguine.

II.7. Analyses biochimiques et hématologiques

II.7.1 Dosage hématologique

II.7.1.1 Numération Formule Sanguine (NFS)

La numération formule sanguine ou hémogramme est une technique de mesure permettant l'analyse quantitative et qualitative des éléments figurés du sang à savoir les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes (**Bernard *et al.*, 1998**). Les techniques de numération des cellules sanguines se fondent sur le comptage direct, au microscope, des globules obtenus dans un volume déterminé de liquide, dilué suivant une proportion connue. L'hémogramme est de

plus en plus réalisé par des automates. Dans le cas de cette étude, l'automate de type MINDRAY BC-20s a été utilisé. Cependant la numération des éléments figurés du sang a été effectuée par détection volumétrique des particules par variation de l'impédance dont le principe est le suivant :

- **Principe**

Il repose sur la transformation du volume des particules en signal électrique. Les particules à compter passent à travers le pertuis d'un tube plongeant dans la suspension cellulaire. De parts et d'autres de ce pertuis, sont placées deux électrodes entre lesquelles est appliqué un courant continu d'intensité constante. Le liquide est aspiré dans le tube à travers ce pertuis, chaque particule qui le traverse déplace son propre volume d'électrolyte et crée une augmentation d'impédance du circuit dont il résulte une augmentation de différence de potentiel (**Podron, 1990**).

- **Appareillages**

L'appareillage était constitué d'un mélangeur de sang et d'un analyseur automatique piloté par ordinateur (MINDRAW BS 20s).

- **Mode opératoire**

Une fois les échantillons de sang collectés, ils ont été placés sur un mélangeur de sang pendant 5 minutes afin de rendre complètement le sang homogène puis analysés tour à tour. Par la suite, les données du participant ont été enregistrées (nom, prénom, âge, sexe, date de prélèvement) sur l'appareil, ensuite nous avons fait aspirer l'échantillon par le biais du conducteur de l'appareil et nous avons lu les résultats deux minutes après. L'hémogramme donne les informations sur les globules rouges, globules blancs, les hémoglobines, hémocrites, volume globulaire moyen, teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine et sur la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.

II.7.2. Analyses biochimiques

II.7.2.1. Dosage de la Protéine C Réactive

La protéine C Réactive a été dosée par la méthode immunoturbidimétrique

- **Principe**

La protéine C-réactive (CRP) sérique contenue dans l'échantillon provoque une agglutination des particules de latex couvertes par les anticorps anti-protéine C-réactives humains.

L'agglutination des particules de latex est proportionnelle à la concentration en CRP et peut être quantifiée par immunoturbidimétrie.

- **Matériel et réactifs**

Le matériel était constitué des équipements de base de laboratoire à savoir les micropipettes et les cryotubes, des lames pour agglutination réutilisable et des pipettes à usage unique. S'agissant des réactifs, le chlorure de sodium à une concentration de 9 g/L et le KIT de CRP Latex, de la marque Biolabo ont été utilisés à cet effet. Celui-ci était constitué de trois flacons de réactifs. Le réactif 1 contenait le CRP-Latex qui est une suspension de particules de polystyrène recouvertes d'anticorps anti-CRP (origine chèvre). Le réactif 2 ou contrôle positif, était composé de sérum humain contenant de la CRP. Quant au réactif 3 ou contrôle négatif, il était constitué de sérum humain exempt de CRP.

- **Mode opératoire :**

Le dosage de la Protéine C Réactive a été effectué en deux étapes premièrement par la méthode qualitative et ensuite par la méthode semi-quantitative.

- **Méthode qualitative**

Une fois l'aliquote obtenu, les réactifs ont été ramenés chacun à la température ambiante. Une goutte de contrôle négatif a été déposée sur un cercle de la lame, également, une goutte de contrôle positif a été déposée sur un cercle de la lame. Par la suite, nous avons déposé à l'aide d'une pipette à usage unique, une goutte de sérum sur un autre cercle de la lame de test, ensuite une goutte (50 µl) de réactif Latex a été ajoutée à côté de chacune des gouttes de contrôles et du spécimen, puis mélangée à l'aide d'une pipette et répartie sur la totalité de la surface du cercle de test. Finalement, nous avons remué doucement la lame pendant 2 minutes et observé l'agglutination dans les cercles de test.

Les différents stades infectieux ont été définis :

- **POSITIF** (≥ 6 g/dl) en présence d'agglutination ;
- **NEGATIF** (< 6 g/dl) en absence d'agglutination (**Engle-Stone *et al.*, 2013**).

Pour les résultats positifs, nous avons procédé à une analyse semi quantitative.

- **Méthode semi quantitative**

Le test semi-quantitatif a été effectué selon le même mode opératoire que le test qualitatif en réalisant des dilutions du spécimen dans NaCl 9 h/L comme illustré dans le Tableau 7.

Tableau 7: Méthode semi-quantitative

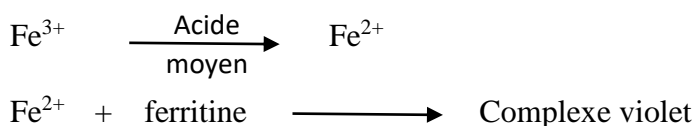
Dilutions	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32
NaCl 9g/l	50 µL	50 µL	50 µL	50 µL	50 µL
Echantillon (µL)	50	50	50	50	50
Transfert	50	50	50	50	50
Spécimen dilué	50 µL	50 µL	50 µL	50 µL	50 µL
Réactif 1	50 µL	50 µL	50 µL	50 µL	50 µL
6×N° de la dilution	6×2	6×4	6×8	6×16	6×32
Résultats CRP (mg/l)	12	24	48	96	192

II.7.2.2. Dosage du fer sérique

Le principe du dosage du fer sérique est le suivant :

- **Principe**

Le fer lié à la transferrine est relâché en acide moyen et les ions ferriques réduits en ions ferreux. Les ions Fe^{2+} réagissent avec la ferritine pour former un complexe violet dont l'absorbance mesurée à 600 nm (580-620), est directement proportionnelle à la quantité de fer présent dans l'échantillon.



- **Appareillages et Réactifs**

L'appareillage de ce dosage était composé d'un spectrophotomètre, d'un agitateur électrique et d'un minuteur. Le matériel quant à lui était constitué des micropipettes et des tubes à essais. Le KIT SBio iron & TIBC a été utilisé à cet effet. Il est composé de trois réactifs, il s'agit du tampon fer à une concentration de 150 ml, du réactif de fer coloré à une concentration de 8ml et de la solution standard (100 µg/dL). Les réactifs étaient composés de tampon acétate 100 mmol, de l'hydroxyde de sodium chlorure d'ammonium 225mmol, de la Ferrozine 15mmol, des détergents et conservateurs, d'une solution de fer 50µg/L et du carbonate de magnésium.

- **Mode opératoire**

Le dosage du fer sérique s'est déroulé de la manière suivante :

Une fois l'aliquote obtenu, respectivement 500 µl, 25 µl, et 100 µl de réactif 1, réactif 2 et de sérum ont été tour à tour prélevés et introduits dans un tube à essai. Nous avons ensuite mélangé le tout et incubé à température ambiante. A l'issue de 5 minutes, l'absorbance a été lue à 570 nm.

- **Expression des résultats**

$$\text{Teneur en fer } (\mu\text{g/dL}) = \frac{\text{Abs.T} - (\text{Abs.SB} + \text{Abs.B})}{\text{Abs.S} - \text{Abs B}} \times 100$$

Abs.T : Absorbance du test
 Abs.SB : Absorbance de l'échantillon blanc
 Abs.B : Absorbance du blanc
 Abs.S : Absorbance du standard

- **Valeurs usuelles**

- Hommes : 60 - 160 µg/dl

- Femmes : 35 - 145 µg/dl

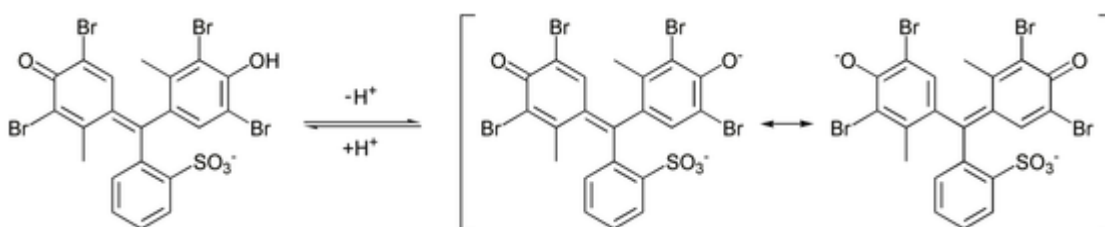
- Néonates: 150 - 220 µg/dl

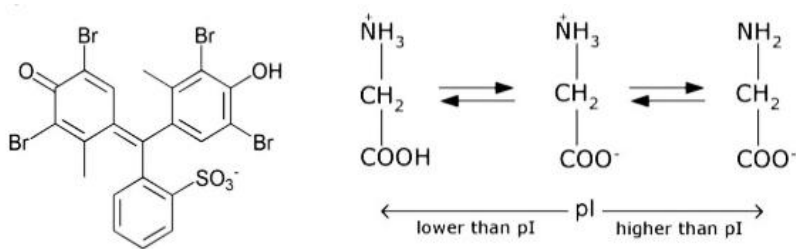
II.7.2.3. Dosage de l'albumine sérique

L'albumine a été dosée par le bromocrésol pourpre (**Doumas et al. 1972**).

- **Principe**

En milieu tamponné à pH 4,2 le vert de bromocrésol est chargé négativement alors que l'albumine (Pi : point isoélectrique) est chargée positivement. Le vert de bromocrésol se combine à l'albumine pour former un complexe coloré dont l'absorbance mesurée à 630 nm (620-640) est proportionnelle à la concentration en albumine dans le spécimen. L'équation de réaction est la suivante :





- **Appareillage et réactifs**

Le matériel était constitué des équipements de base du laboratoire notamment les micropipettes, les tubes à essais. L'appareillage comprenait un minuteur, un spectrophotomètre (Biolabo Diagnostics). Le KIT Albumine Méthode BCG de la marque Biolabo avait été utilisé. Il est formé de deux réactifs. Le réactif 1 contenant de l'acide succinique, le vert de bromocrésol (BCG), l'Hydroxyde de sodium, le polyoxyéthylène monolauryl éther aux concentrations 83mmol/L, 167 mmol/L, 50 mmol/l, et 1g/L respectivement et du conservateur. Le réactif 2 ou étalon était composé d'albumine bovine 50 g/L (725 μ mol/L).

- **Mode opératoire**

Une fois l'aliquote obtenu, les réactifs ont été ramené à température ambiante. A l'aide d'une micropipette, approximativement 1000 μ l de réactif 1 et 5 μ l de sérum ont été prélevé et introduit dans un tube à essai préalablement étiqueté, puis bien mélangés. La teneur en albumine (g/l) a été lue à 630 nm contre le blanc 3 min après. La valeur de l'albumine était ainsi notée dans la fiche d'enquête.

- **Expression des résultats**

Le calcul de la teneur en albumine a été obtenu par la formule suivante :

$$\text{Albumine } \left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right) = \frac{\text{Absorbance (échantillon)}}{\text{Absorbance (étalon)}} \times \text{concentration étalon (g/L)}$$

L'étalon ici est l'albumine bovine de concentration 50 g/L (725 μ mol/L)

- **Les valeurs usuelles :**

- 0 à 4 jours : 28-44 g/L
- 4 jours à 14 ans : 38-54 g/L

Les données recueillies ont été rapporté aux mères d'enfant en toute confidentialité et ont servi d'analyses ultérieures pour l'obtention des résultats ci-après.

II.8. Analyses statistiques

Les paramètres anthropométriques ont été analysés à l'aide du logiciel WHO ANTHRO 2015 pour le calcul des Z-scores et la détermination des indices nutritionnels poids-pour-âge, poids-pour-taille et taille-pour-âge. Nos données ont été analysées à l'aide du logiciel IBM-SPSS 25.0 (IBM, Chicago USA) pour Windows. Les variables qualitatives ont été résumées en termes d'effectif et de fréquence. Les variables quantitatives ont été décrites par leur moyenne \pm écart type ou par leur médiane (25^{ième} - 75^{ième} percentiles). Le score de diversité alimentaire des enfants a été calculé selon la construction de **Moursi *et al.* (2008)**. Le calcul des prévalences a été décrit par leurs intervalles de confiance. Le test Chi 2 de Pearson ou la probabilité exacte de Fisher a été utilisé pour la comparaison des proportions. Les variables quantitatives ont été comparées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney. La régression linéaire simple a été utilisée pour rechercher les déterminants de la dénutrition et de l'anémie. Une différence a été considérée comme significative si $p < 0,05$. Le logiciel Microsoft Office Excel 2016 a été utilisé pour les représentations graphiques.

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre III : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1. Description générale de la population d'étude

a) Caractéristiques des mères

❖ Répartition des mères en fonction de l'âge

La Figure 8 présente la répartition des mères des enfants de 6 à 59 mois en fonction de leur âge. Il en ressort que la majorité des mères (58,2%) avaient un âge compris entre 25-34 ans et les autres avaient un âge soit inférieur à 25 ans, soit supérieur à 34 ans.

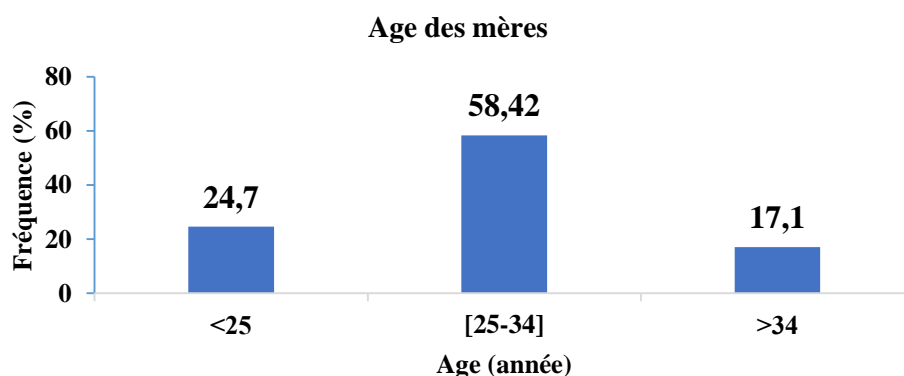


Figure 8: Répartition des mères selon l'âge

❖ Distribution des mères en fonction du niveau d'instruction

La Figure 9 présente la répartition du niveau d'instruction des mères. Il apparaît que toutes les mères ont été scolarisées. Spécifiquement 5,8% des mères avaient un niveau d'étude primaire, 31,8% avaient fait des études secondaires et 62,5% avaient fait les études supérieures.

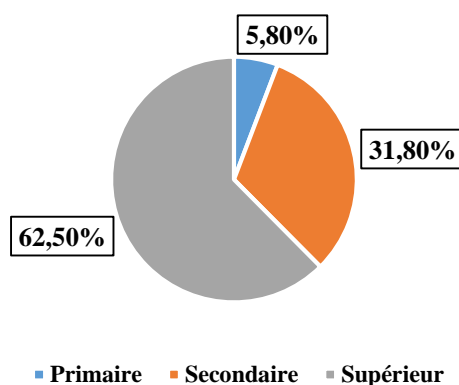


Figure 9: Répartition des mères selon le niveau d'instruction

❖ Répartition des mères selon les professions

Concernant l'occupation des mères, il se dégage de la Figure 10 que 48,9% des mères étaient sans emplois (comprenant 25,5% d'élèves/étudiantes et 23,4% de ménagères), alors que 51,1% avaient un emploi (parmi lesquelles 36,1% exerçaient dans le secteur public et 15% exerçaient dans le secteur informel).

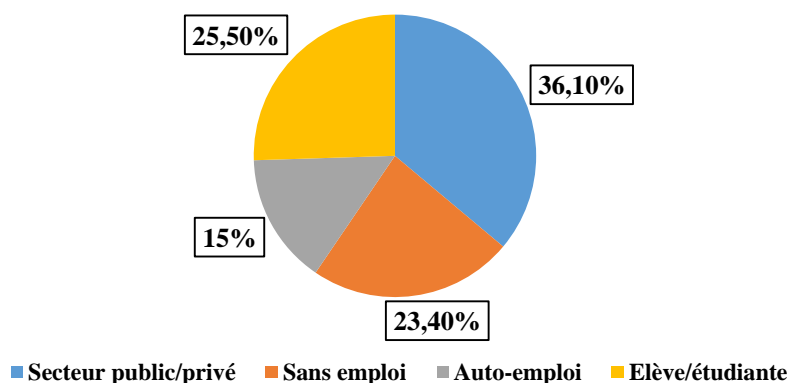


Figure 10: Distribution des mères selon la profession

❖ Répartition des mères selon les l'ethnie

La Figure 11 met en évidence la répartition des mères selon les groupes ethniques. Il apparaît que 61,58% des mères étaient Bantous (Beti, Bassa, Maka, Douala) parmi lesquelles 39,5% originaires de la région du Centre. De plus, 30,52% des mères étaient semi-bantous (majoritairement bamiléké).

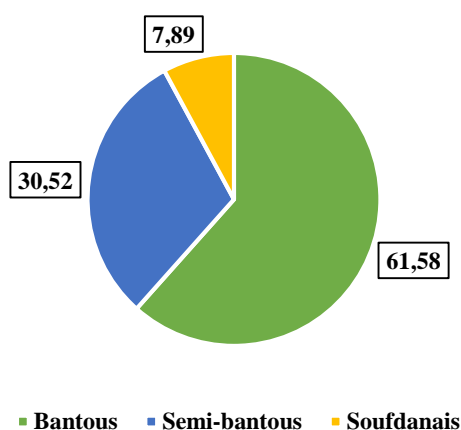


Figure 11: Distribution des mères selon l'ethnie

❖ Répartition des mères selon le nombre d'enfants

La Figure 12 présente le nombre d'enfant par femme. Nous notons que 58,9% de femmes ont plus d'un enfant et 41,1% des mères étaient primipares.

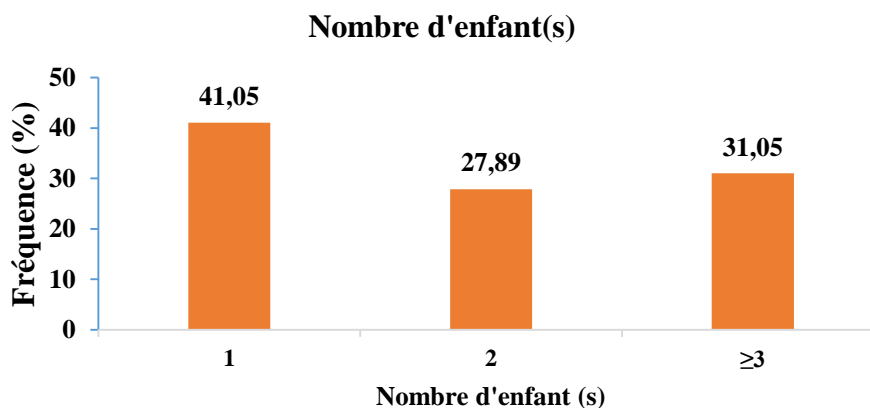


Figure 12: Répartition des mères selon le nombre d'enfant

b) Caractéristiques des enfants

❖ Répartition des enfants en fonction de l'âge

La Figure 13 présente la répartition des enfants selon leurs âges. La moyenne d'âge était de 19 mois. Ainsi les fréquences d'âge étaient de 43,4% pour les enfants de 6 à 11 mois, 32,6% pour ceux âgés de 12 à 23 mois et de 23,9% pour les enfants de 24 à 59 mois.

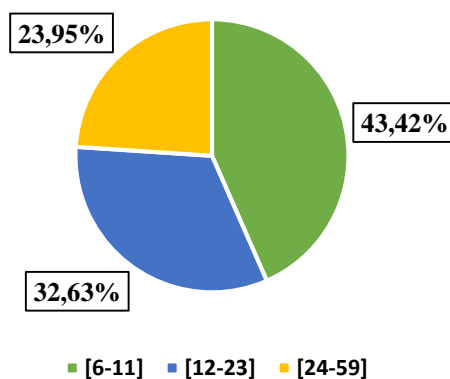


Figure 13: Répartition des enfants selon l'âge (mois)

❖ Répartition des enfants en fonction du sexe

La répartition des enfants en fonction du sexe est présentée dans la Figure 14. Il apparaît que les enfants étaient majoritairement de sexe féminin (51,3%).

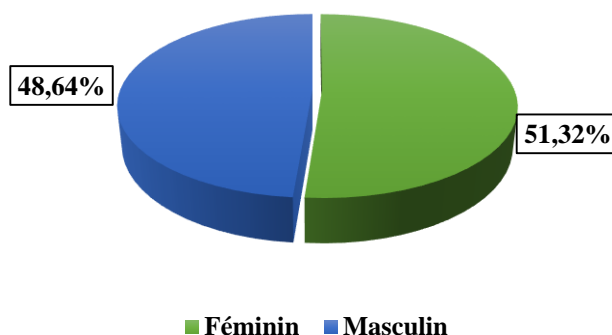


Figure 14: Répartition des enfants selon le sexe

❖ Répartition des enfants selon le rang de naissance

La Figure 15 ci-contre présente la répartition des enfants selon le rang de naissance. On observe que 41,1% d'enfants étaient premiers nés.

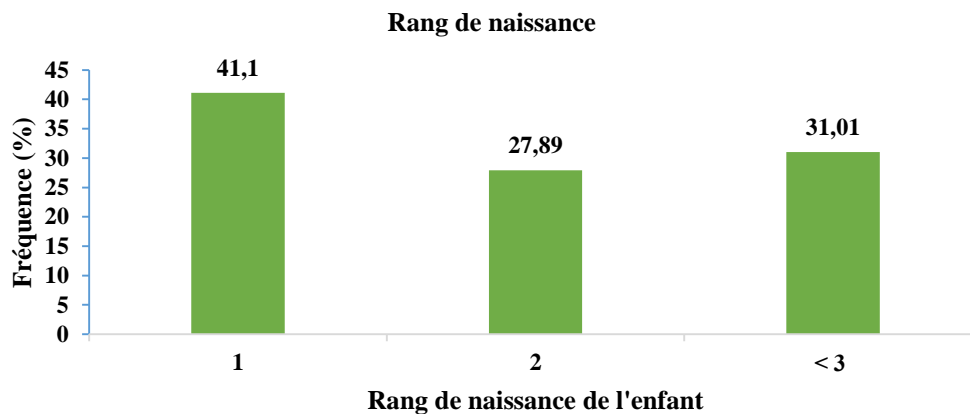


Figure 15: Répartition des enfants selon le rang de naissance

III.1.1. Habitudes alimentaires des enfants

❖ Mise précoce au sein

La Figure 16 présente le pourcentage d'enfants allaités dès la première heure de naissance. Il apparaît que 73,68% des enfants ont été immédiatement mis au sein à l'heure qui a suivi la naissance.

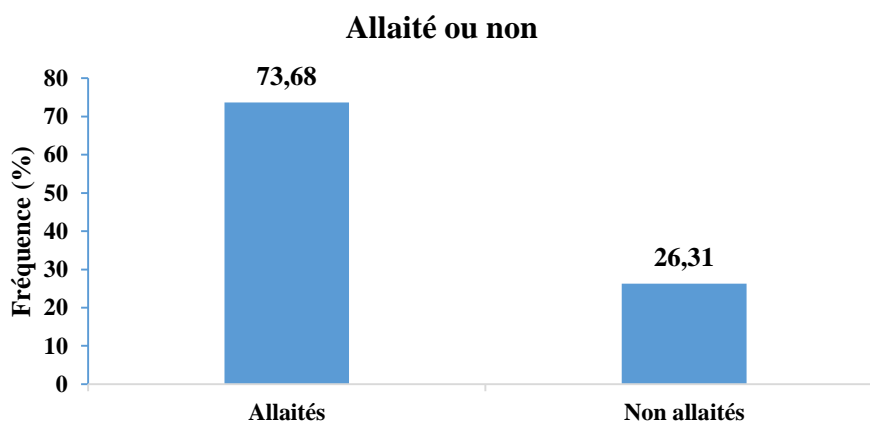


Figure 16: Répartition des enfants allaités à la première heure après l'accouchement

❖ **Fréquence journalière d'allaitement**

La Figure 17 nous présente la fréquence journalière d'allaitement selon l'âge. On constate que la fréquence d'allaitement diminue avec l'âge. Les enfants allaités plus de trois fois par jour étaient pour la plupart âgés entre 6-12 mois (51,95%). Aucun enfant âgé entre 13-24 mois n'était allaité plus de deux fois par jour. On remarque également que 36,31% d'enfants de 6 à 13 mois et 95,72% d'enfants de 13 à 24 mois étaient déjà sevrés.

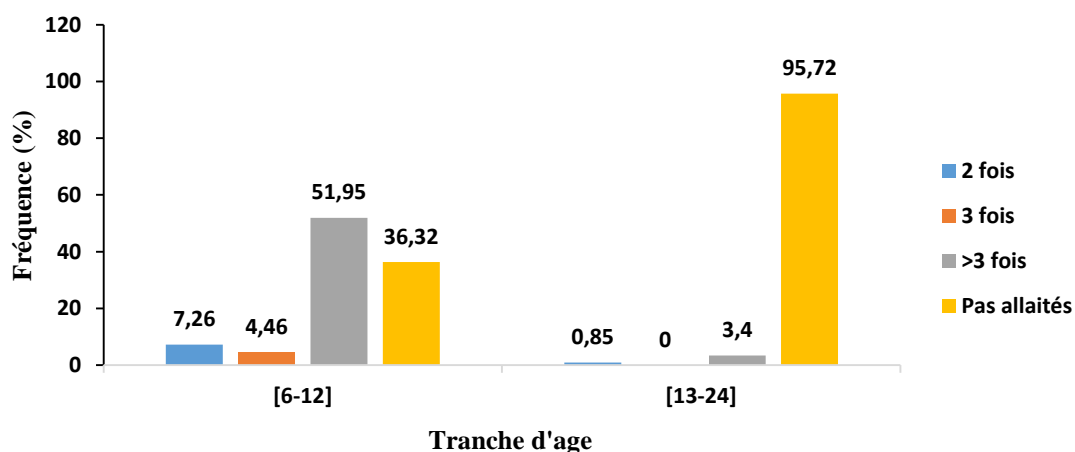


Figure 17: Fréquence d'allaitement journalière de l'enfant en fonction de l'âge

❖ **Répartition des enfants en fonction de l'âge d'introduction aux aliments de compléments**

Le Tableau 8 nous présente l'âge d'introduction des aliments de complément et les raisons évoquées par les mères. On remarque que 63,95% d'enfants âgés de moins de 6 mois recevaient des aliments autres que le lait maternel. Cependant, près de 11,84% d'enfants avaient débuté

l'alimentation de complément au-delà de 6 mois. Les principales raisons de l'introduction précoce aux aliments de compléments évoquées par les mères étaient les occupations professionnelles parmi lesquelles la fin du congé de maternité (56,1%) et le refus du lait maternel par l'enfant (28,35%).

Tableau 8: Introduction des aliments de compléments

Paramètres	Effectifs	Pourcentage (%)
Age d'introduction des aliments de compléments		
[0-5 mois]	243	63,95
6 mois	92	24,21
> 6 mois	45	11,84
Raisons évoquées par les mères		
Raisons professionnelles	137	56,1
Refus de lait par l'enfant	69	28,35

❖ **Mode d'alimentation de l'enfant**

Les résultats de la Figure 18 montrent que 7,36% d'enfants recevaient exclusivement le lait maternel. Egalement, près de 59,78% d'enfant de moins de 6 mois recevaient déjà en plus du lait maternel autres aliments. On remarque aussi que 36,31% et 92,24% d'enfants de 6-12 mois et de 13-24 mois n'étaient plus allaités. Tous les enfants de 25-59 mois consommaient les repas familiaux

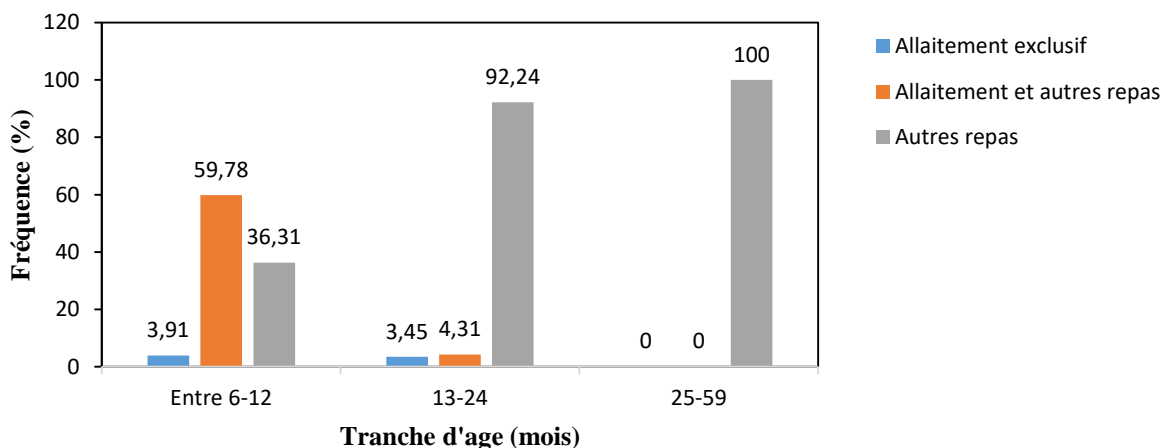


Figure 18: Mode d'alimentation des enfants selon l'âge

Les Tableaux 9 et 10 nous présentent les pratiques de l'allaitement maternel des mères. Il ressort que plus d'un tiers (79,47%) des enfants avaient reçu le lait maternel à la naissance.

La plupart des enfants (63,95%) avaient commencé l'alimentation de complément avant l'âge de 6 mois. Presque tous les enfants consommaient les fruits (92,15%) parmi lesquels 94,92% mangeaient un fruit par jour et 6,21% au moins deux fruits par jours. En ce qui concerne la consommation d'aliments d'origine animales, 81,05% d'enfants mangeaient les œufs alors que 91,81% d'enfants avaient de la viande ou du poisson dans leurs repas.

Tableau 9: Les indicateurs de l'alimentation de complément

Variables	N (%)
Premier aliment consommé à la naissance	
Lait maternel	302(79,47)
Eau	19(5)
Lait artificiel	54(14,21)
Autres	5(1,36)
Age d'introduction des aliments de complément	
Naissance -5 mois	242(63,95)
6 mois	92(24,21)
Plus de 6 mois	45(11,84)

Tableau 10: Les habitudes alimentaires des enfants

Variables	N(%)
Consommation des fruits	354(92,15)
Fréquence de consommation/jour	
1 fois	336(94,92)
≥2 fois	22(6,21)
Consommation des œufs	308(81,05)
Fréquence de consommation/semaine	
1 fois	133(43,18)
2-4 fois	133(43,18)
≥ 5fois	42(13,37)

Consommation de la viande, poisson	349(91,84)
Fréquence de consommation /semaine	
1-3 fois	278(79,65)
≥4fois	71(20,34)

❖ Score de diversité alimentaire des enfants

Le Tableau 11 montre la répartition des enfants par le score de diversité alimentaire. Il ressort de ce Tableau que 25,16% des enfants avaient un score de diversité alimentaire faible (score 1-2) et 21,29% avaient un score de diversité élevé (score : 5-7).

Tableau 11: Répartition des enfants par score de diversité alimentaire

Score	Effectif (n)	Fréquence (%)
1-2	89	25,16
3-4	188	53,55
5-7	75	21,29
Total	352	100

❖ Rappel des dernières 24h

Le rappel de 24h nous a permis de déterminer les pratiques alimentaires des enfants enquêtés. Le Tableau 12 nous montre les aliments de compléments couramment consommés par les enfants. Il apparaît que les enfants sont principalement nourris aux aliments tels que les céréales (31,08), les produits laitiers (17,25%) suivie des aliments d'origine animale (15,97).

Tableau 12: Aliments de compléments couramment consommés par les enfants

Groupes d'aliment	Types d'aliments	Effectifs	Fréquences
Céréales, racines et tubercules	Riz, bouillie,	186	31,08
Viandes, poissons, œuf	Œufs, poisson, viande de bœuf, poulet	111	15,97
Légumineuse noix et graine	Arachide, haricot	65	9,35
Groupes d'aliment	Types d'aliments	Effectifs	Fréquences

Lait et produits laitiers	Lait artificiel, yaourt, fromage	120	17,25
Fruits et légumes	Orange, pastèque, banane	73	10,5
Produits sucrés	Biscuits, bonbon, jus	75	10,8
Corps gras	Beurre, mayonnaise	39	5,61

III.1.2 Statut nutritionnel des enfants

III.1. 2.1 Paramètres et indices anthropométriques

Les Tableaux 13 et 14 présentent les médianes des mesures et indices anthropométriques des enfants enquêtés en fonction du sexe et de l'âge. Il apparaît que l'âge médian des enfants enquêtés était de 13 (9-23) mois, la taille médiane était de 80,2 (75-90) cm, le poids médian de 10 (8,8-13) kg. Il en ressort également que les valeurs médianes des indices poids pour âge, taille pour âge et poids pour taille étaient respectivement de 0,33 (-0,68-1,15) ; 1,43 (0,49-2,99) ; -0,63 (-1,8-0,47). En ce qui concerne les sous-groupes de la population, il apparaît que l'âge moyen des filles était de $18,02 \pm 13,43$ mois et celui des garçons était de $19,33 \pm 15,13$ mois. La taille moyenne chez les filles était de $83,01 \pm 11,76$ cm tandis que chez les garçons elle était de $84,92 \pm 12,92$ cm et aucune différence significative ($P < 0,05$) n'était observée. De même, il n'y avait pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les moyennes des poids des filles (10,76 kg) et des garçons (11,06 kg). Une différence significative était observée au niveau des indices Poids-pour-âge et taille-pour-âge. Les moyennes étaient de $0,42 \pm 1,61$ et $0,39 \pm 1,5$ respectivement chez les filles et les garçons pour l'indice Poids-pour-âge et de $1,73 \pm 2,41$ et $1,54 \pm 1,88$ respectivement chez les filles et les garçons pour l'indice Taille-pour-Age. L'indice Poids-pour-taille était de $-0,48 \pm 2,05$ chez les filles et de $-0,9 \pm 1,84$ chez les garçons. Concernant les moyennes des âges et mesures et indices anthropométriques des enfants enquêtés en fonction de l'âge, il ressort que la médiane d'âge dans la tranche de 6 à 11 mois était de 8(6-9) mois, celle de la tranche de 12 à 23 mois était de 16(14-18) mois et celle de la tranche de 24 à 59 mois était de 36(32-52) mois. La taille médiane des enfants de 6 à 11 mois était de 75 (71-78) cm, celle des enfants de 12 à 23 mois était de 84(78-88,38) cm et celle des enfants de 24 à 59 mois était de 80,2 (75-90). De plus, le poids médian des enfants de 0 à 6 mois était de 9(8-10) kg alors que celui des enfants de 11 à 23 mois était de 10(9-12) kg. En ce qui concerne les indices anthropométriques, les valeurs des indices poids pour âge, taille pour âge et poids pour taille étaient respectivement de 0,55(-0,23-1,33) ; 2,26(0,9-3,44) et -0,48 (-

1,69-0,45) pour la tranche de 6 à 11 mois et 0,17(-0,81-1,35), 1,32 (-0,13-2,99) et -1,02(-2,15-0,62) pour la tranche de 12 à 23 mois.

Tableau 13: Médiane des mesures anthropométriques des enfants enquêtés en fonction du sexe

Paramètres	Sexe		Total
	Médiane (25 ^{ième} – 75 ^{ième} percentiles)		
	Masculin (n=185)	Féminin (n=195)	N=380
Age (mois)	14(9-24)	12(9-23)	13(9-23)
Taille (cm)	82(75-90,4)	79(74,2-90)	80,2(75-90)
Poids (Kg)	10(8,85-13)	10(8,8-13)	10(8,8-13)
Poids/Age	0,1(-7,75-0,91)	0,49(-0,35-1,33)	0,33(-0,68 - 1,15)
Taille/Age	1,43(0,14-2,82)	1,43(0,49-2,99)	1,43(0,3-2,96)
Poids/Taille	-0,91(-1,84-0,39)	-0,52(-1,79-0,64)	-0,63(-1,8 – 0,47)
Périmètre brachial	14(13,2-15)	14(13-14,8)	14(13,1-15)

Les résultats sont exprimés sous forme de Médiane (25^{ième} -75^{ième} percentiles)

Tableau 14: Médiane des mesures et indices anthropométriques des enfants enquêtés en fonction des tranches d'âge

Paramètres	Sexe			Total
	Médiane (25 ^{ième} – 75 ^{ième} percentiles)			
	[6-11] (n=165)	[12-23](n= 124)	[2459](n=91)	N=380
Age (mois)	8 (6-9)	16 (14-18)	36 (32-52)	13 (9-23)
Taille (cm)	75 (71-78)	84 (78-88,38)	99 (94-109)	80,2 (75-90)
Poids(Kg)	9 (8-10)	10 (9-12)	14 (13-17)	10 (8,8-13)
Poids/Age	0,55 (-0,23-1,33)	0,17 (-0,81-1,35)	0,06 (-0,88-0,61)	0,33 (-0,68 - 1,15)
Taille/Age	2,26(0,9-3,44)	1,32 (-0,13-2,99)	0,77 (-0,27-1,46)	1,43 (0,3-2,96)
Poids/Taille	-0,48 (-1,69-0,45)	-1,02 (-2,15-0,62)	-1 (-1,81-0,24)	-0,63 (-1,8 – 0,47)

Périmètre brachial	14 (13,2-14)	13,9 (13-14,5)	14,5 (13,7- 16)	14 (13,1-15)
-------------------------------	--------------	----------------	--------------------	--------------

Les résultats sont exprimés sous forme de Médiane (25^{ième} -75^{ième} percentiles).

III.1.2.1. Statut nutritionnel des enfants enquêtés

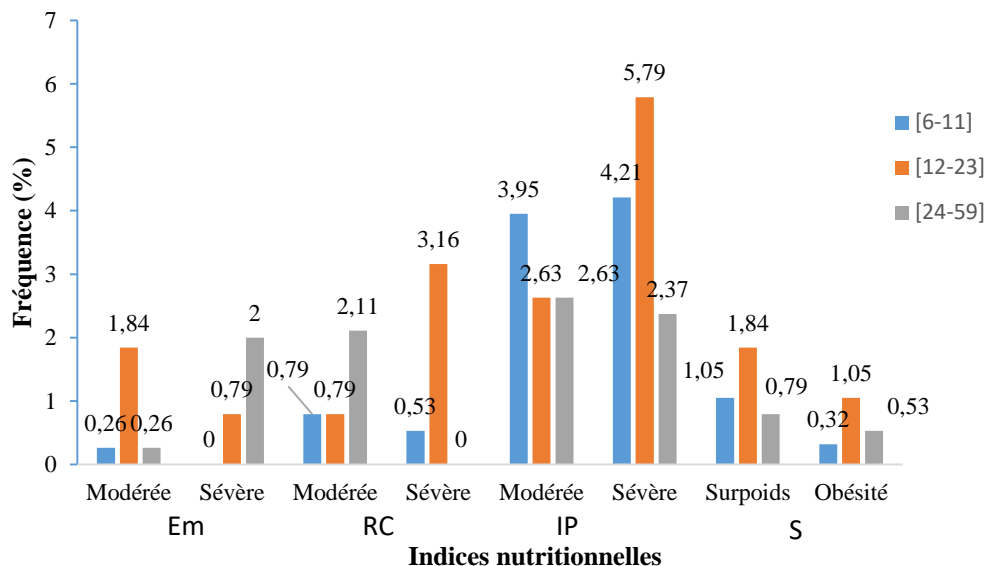
Les prévalences (intervalle de confiance à 95%) des indices nutritionnels des enfants enquêtés en fonction du sexe sont présentées dans le Tableau 15. Il en ressort que 21,58% (17,5 ; 25,7%) d'enfants étaient émaciés dont 12,37% à l'état sévère. Aussi, 3,68% (1,8 ; 5,6%) des enfants étaient en surpoids et 2,89% (1,2 ; 1,7%) étaient obèses. Près de 3,68% (1,8 ; 5,6%) de retard de croissance parmi lesquels 1,32% à l'état sévère. Nos résultats ont montré que 7,37% (4,8 ; 10,0%) des enfants souffraient d'insuffisance pondérale avec 3,68% à l'état sévère. Par ailleurs, 10,53% des garçons contre 11,05% de filles étaient émaciés, 1,05% de garçons contre 2,63% de filles avaient un retard de croissance et 4,47% de garçons contre 2,90% de filles étaient en insuffisance pondérale.

Tableau 15: Prévalence des indices nutritionnels selon le sexe

Statut nutritionnel		Masculin (n=185) N(%)	Féminin (n=195) N(%)	Total (n=380) N(%)
Emaciation (P/T)	Modéré	13 (3,42)	22(5,79)	35(9,21)
	Sévère	27(7,11)	20(5,26)	47(12,37)
	Total	40(10,53)	42(11,05)	82(21,58)
Retard de croissance (T/A)	Modéré	4(1,05)	5(1,32)	9(2,37)
	Sévère	0(0)	5(1,32)	5(1,32)
	Total	4(1,05)	10(2,63)	14(3,68)
Insuffisance pondérale (P/A)	Modéré	8(2,11)	6(1,58)	14(3,68)
	Sévère	9(2,37)	5(1,32)	14(3,68)
	Total	17(4,47)	11(2,90)	28(7,37)
Surnutrition (P/T)	Surpoids	7(1,84)	7(1,84)	14(3,68)
	Obésité	0(0)	11(2,89)	11(2,89)
	Total	7(1,84)	18(4,74)	25(6,58)
Développement normal		117(30,79)	114(30,00)	231(60,79)

Les résultats sont exprimés sous forme effectif (pourcentage)

La Figure 19 présente la répartition des différentes formes de malnutrition des enfants en fonction de l'âge. Il se dégage que 8,14% d'enfants de 6 à 11 mois étaient émaciés dont 4,21% à l'état sévère, 8,42% d'enfants de 12 à 23 mois plus spécifiquement 5,79% à l'état sévère d'émaciation et 5% d'enfants de 24 à 59 mois parmi lesquels 2,37% à l'état sévère d'émaciation. Concernant le retard de croissance, nous avons observé que près de 0,26% d'enfants de 6 à 11 mois et 2,63% d'enfants de 12 à 23 mois étaient affectés. De plus, il apparaît que 2,26% d'enfant de 24 à 59 avaient un retard de croissance. Au sujet de l'insuffisance pondérale, nous notons que 1,32% d'enfants de 6 à 11 mois, 3,95% d'enfants de 12 à 23 mois et 2,11% d'enfants de 24 à 59 mois en souffraient. Également, 1,37% d'enfants de 6 à 11 mois étaient en surpoids. On note que 1,84% et 1,05% des enfants âgés de 12 à 23 mois étaient respectivement en surpoids et obèses. Egalement, 1,32% d'enfants de 24 à 59 mois étaient atteints de surnutrition.



Em : émaciation, RC : retard de croissance, IP : insuffisance pondérale, S : surnutrition

Figure 19: Prévalence des formes de malnutrition en fonction des tranches d'âge en mois

III.1.3. Paramètres cliniques

Il ressort du Tableau 16 que les taux d'albumine et de d'hémoglobine sont anormaux dans la population d'étude.

Tableau 16: Moyenne et écart types des paramètres biochimiques et hématologiques

Paramètres	Valeurs normales	Garçons	Filles	Populations
Albumine sérique (g/L)	3,5-5	3,5±1,24	3,32±1,99	3,41±1,09
Protéine C réactive (mg/L)	<6	32,58±52	31,02±24	31,38± 5,18
Fer sérique (mg/L)	0,21-2,4	3,06±2,35	3,23±3,09	3,14±2,28
Hémoglobine (g/dL)	> 11	11,31±1,25	10,50±2,45	10,92±1,97
Hématies (10 ⁶ /μL)	3,5-5,2	4,23±0,55	3,84±1,02	4,04±0,84
Hématocrites (%)	35-49	31,77±2,86	27,89±7,71	29,85±6,13
VGM (fL)	80-100	71,96±7,74	71,97±5,99	71,97±6,13
TCMH (pg)	27-34	26,62±2,72	28,20±5,39	27,40±4,30
CCMH (g/dL)	31-37	38,88±10,04	38,97±9	38,93±9,50
Leucocytes (%)	20-60	13,76±27,21	11,80±2,45	12,79±2,5
Lymphocytes	1000-5000	26,70±21,46	3387±2130	3024±2156
Plaquettes (10 ³ /μL)	150-400	623±121	300±234	463±89

VGM : volume globulaire moyen ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine. Résultats exprimés sous forme de moyenne ±écart type.

III.1.3.1. Albumine sérique

La Figure 20 ci-dessous nous présente la répartition du taux d'albumine chez les enfants selon le sexe. Il apparait que 53,92% de ces enfants avaient une hypo albuminémie (albumine sérique < 3,5 g/L) parmi lesquelles 61,4% de filles et 46,7% de garçons. Approximativement 6% d'enfants avaient une hyper albuminémie (albumine sérique >5 g/L), il s'agissait uniquement des garçons. Alors que 39,2% d'enfants avaient un une teneur en albumine sérique normale (albumine sérique compris entre 3,5-5g/L) notamment 40% de garçons et 38,6% de filles.

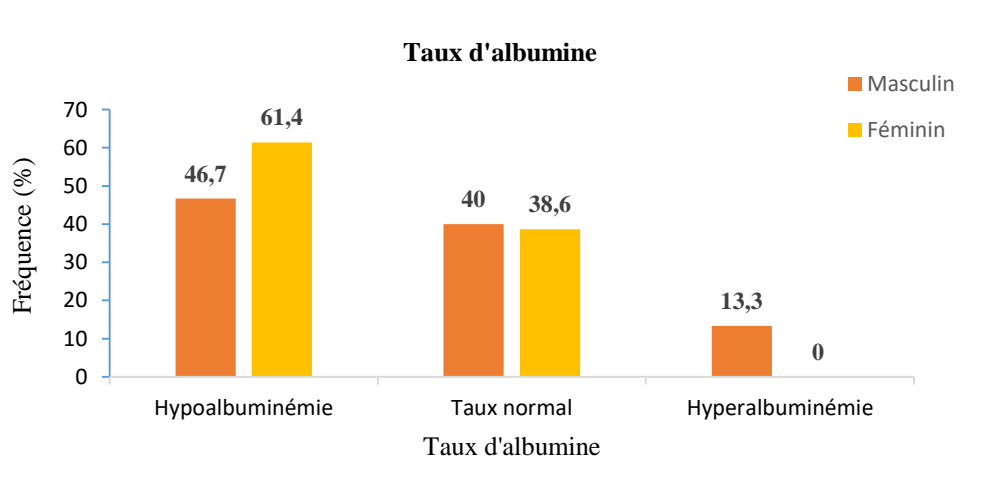


Figure 20: Répartition des enfants selon le taux en albumine sérique

III.1.3.2. Protéine C Réactive

La prévalence des infections aiguës ou de l'inflammation a été déterminée par l'analyse d'un marqueur biologique, la Protéine C Réactive (PCR). La concentration en PCR est positive ou négative lorsque la concentration est supérieure ou inférieure à 6 mg/L respectivement. La Figure 21 nous montre la répartition du taux de protéine C Réactive des enfants selon le sexe. Il ressort que 28,09% d'enfants présentaient une CRP négative contre 71,91% présentant un taux de protéine C Réactive positive. Egalement, 35,6% de garçons présentaient une inflammation (PCR sérique >6 mg/L) contre 79,5% de filles. Approximativement 35,6% de garçons n'avaient aucune infection aiguë (PCR sérique <6 mg/L) contre 20,5% de filles. La teneur en CRP n'est pas significativement associée au sexe de l'enfant (P-value=9,236). La Figure 21 montre la représentation statistique qui en découle.

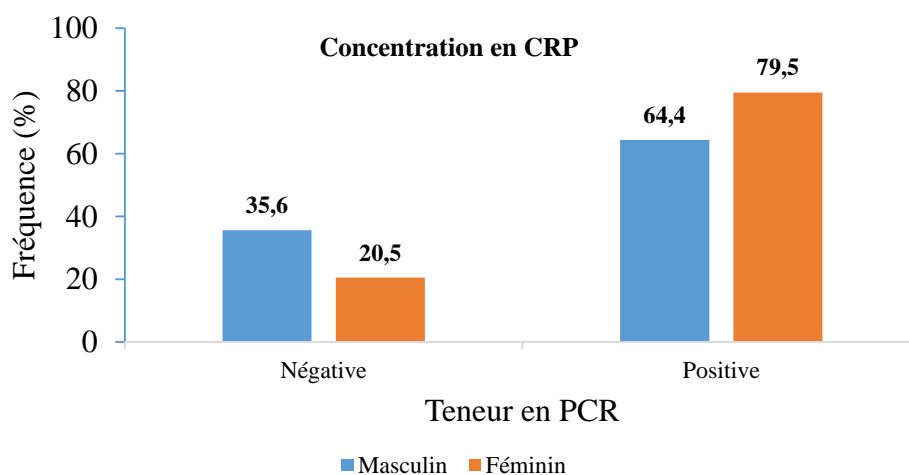


Figure 21: Teneur en Protéine C Réactive des enfants enquêtés

III.1.3.3. Fer sérique

La Figure 22 ci-dessous nous présente la distribution du taux de fer sérique des enfants selon le sexe. Il apparaît que 16% des enfants avaient un taux de fer sérique faible (taux de fer sérique <0,21 mg/L), 20% avaient un taux normal (fer sérique entre 0,21-2,4mg/L)) et 53% avaient un taux élevé en fer sérique (concentration en fer sérique >2,4 mg/L). La représentation statistique est présentée par la figure ci-dessous.

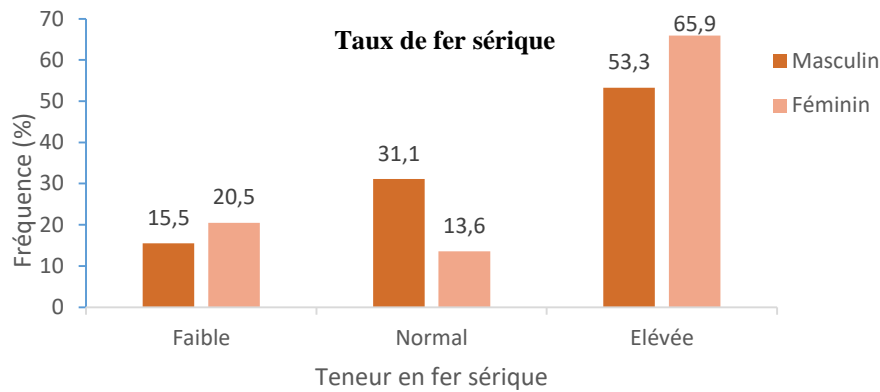


Figure 22: Teneur fer sérique des enquêtés

III.1.3.4. Numération formule sanguine

Les Tableaux 17 et 18 nous présentent les résultats de la teneur en hémoglobine chez les enfants en fonction des tranches et du sexe. Il en ressort que 37,08% d'enfants avaient un taux d'hémoglobine inférieur à 11g/dL. Concernant les tranches d'âges respectivement 18,5%, 32,4% et 64% d'enfants de 6 à 11 mois, 12 à 23 mois et de 24 à 59 mois avaient une concentration en hémoglobine inférieur à 11 g/L. Concernant les sous-groupes de la population, les filles (33,2%) étaient plus à risque que les garçons (31,1%).

Tableau 17: Distribution des enfants en fonction de la concentration en hémoglobine

Taux de Hb (g/dL)	Hb>11	9<Hb<11	7<Hb<9	Hb<7
6-11 mois	22(24,72%)	5(5,62%)	0(0%)	0(0%)
12-23 mois	25(28,09%)	8(8,99%)	4(4,49%)	0(0%)
24-59 mois	9(10,11%)	6(6,74%)	3(3,37%)	7(7,87%)
Total	56(62,92%)	19(21,34%)	7(7,87%)	7(7,87%)

N=effectif, % = pourcentage.

Tableau 18: Distribution de la teneur en hémoglobine des enfants selon le sexe

Taux de Hb (g/dL)	Hb>11 g/Dl	9<Hb<11	7<Hb<9	Hb<7
Féminin	25(56,8%)	8(8,2%)	4(9,1%)	7(7,87%)
Masculin	31(34,83%)	11(12,36%)	3(3,71%)	0(0%)
Total	56(62,92%)	19(21,34%)	7(7,87%)	7(7,87%)

N = effectif, % = pourcentage.

III.1.4. Prévalence de l'anémie

La Figure 23 nous présente la prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire à Yaoundé. Il apparaît que 62,92 % avaient un taux d'hémoglobine normal. Par ailleurs, approximativement 37,08% d'enfants étaient anémiés. De manière spécifique, 21,23% présentaient l'anémie sous la forme légère, tandis que 7,89% et 7,89% sous forme modérée et sévère respectivement.

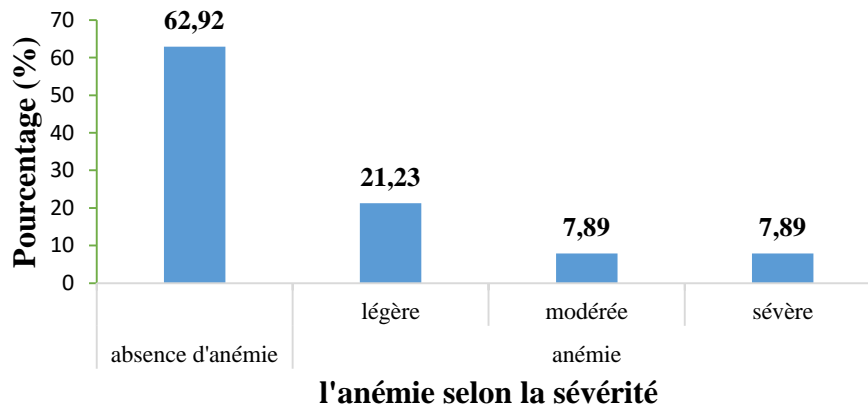


Figure 23: Prévalence de l'anémie des enfants selon la sévérité

❖ Statut nutritionnel des enfants malades

La Figure 24 présente le statut nutritionnel des enfants malades (N=89). On observe que 48,31% d'enfants malades étaient malnutris parmi lesquels 7,87%, 10,11%, 13,48% et 16,86% étaient respectivement en retard de croissance, en insuffisance pondérale, émaciés et en surnutrition.

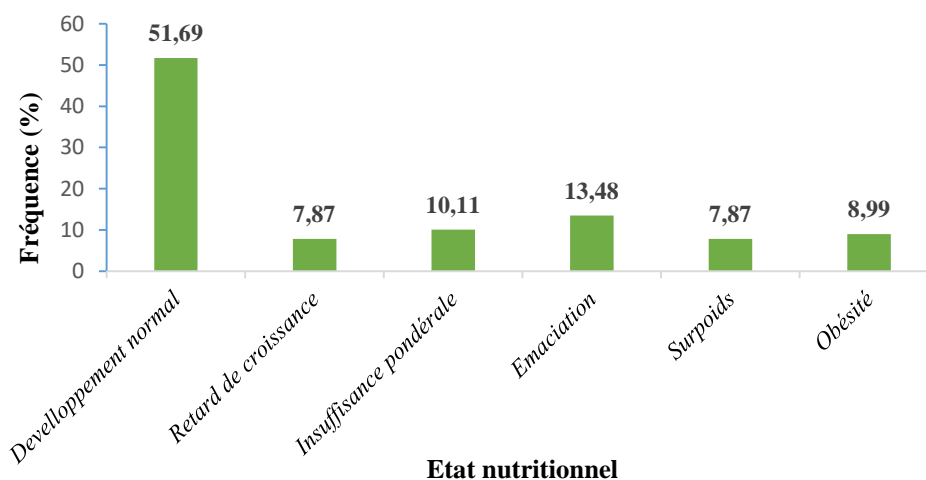


Figure 24: Statut nutritionnel des enfants malades

III.1.5. Déterminants du statut nutritionnel et de l'anémie

III.1.5.1. Corrélation anémie et indices anthropométriques

Les résultats de l'analyse présentée dans le Tableau 19 montrent que le poids-pour-âge ($P=0,923$) et poids-pour-taille ($P= 0,234$) n'étaient pas associés à l'anémie. Par ailleurs, il y'avait une association significative entre l'indice taille-pour-âge ($P= 0,008$) et l'anémie.

Tableau 19: Corrélation entre l'anémie, la teneur en albumine et le statut nutritionnel

Variabiles	Coefficient de corrélation (r)	P-value
Anémie et poids-pour-âge	0,01	0,923
Anémie et taille-pour-âge	0,280	0,008
Anémie et poids pour taille	-1,27	0,234
Albumine et poids-pour-âge	0,043	0,691
Albumine et taille-pour-âge	0,159	0,136
Albumine et poids-pour-taille	0,878	0,00

III.1.5.2. Association entre les caractéristiques sociodémographiques et le statut nutritionnel

Les associations entre les paramètres sociodémographiques et le statut nutritionnel sont présentés dans le Tableau 20. On observe que la profession et le niveau d'étude de la mère étaient significativement associés aux indices anthropométriques poids-pour-âge ($p=0,001$), taille-pour-âge ($p=0,001$). Cependant le poids-pour-taille n'était pas associée à aucun paramètre sociodémographique.

Tableau 20: Analyse bi-variée des indices nutritionnels et des paramètres sociodémographiques

Données sociodémographiques	Poids-pour-taille	P	Poids-pour-âge	P	Taille-pour-âge	P	Périmètre brachial	P
Profession								
Employé	22(5,79)	0,19	5(1,32)	0,001	3(0,79)	0,04	14(3,68)	0,03
Sans emploi	23(6,05)		9(2,37)		5(1,32)		11(2,89)	
Auto-emploi	19(5)		11(2,89)		6(1,58)		10(2,63)	
Niveau d'étude								
Primaire	4(1,05)	0,19	5(1,32)	0,001	3(0,79)	0,001	5(1,32)	0,01
Secondaire	33(8,68)		9(2,37)		9(2,37)		16(4,11)	
Supérieur	45(11,84)		14(3,68)		2(0,53)		29(7,64)	

III.1.5.3. Corrélation entre l'anémie et les paramètres biochimiques

Il se dégage du Tableau 21 l'analyse bi-variée entre l'anémie et les paramètres biochimiques. On observe que la protéine C Réactive (P= 0,034) et le fer sérique (P<0.001) étaient significativement liés à l'anémie. Par ailleurs, la teneur en albumine sérique (P= 0.091) n'était pas associée à l'anémie.

Tableau 21: Analyse bi-variée entre l'anémie et les paramètres biochimiques

Facteurs	OR ajusté	IC à 95%	P-value
Anémie-Protéine C Réactive	0.273	[0.0744; 0.856]	0.035
Anémie-fer sérique	5.78	[2.21; 16.5]	<0.001
Anémie-albumine sérique	0.391	[0.123; 1.12]	0.091

III.2. DISCUSSION

Cette étude réalisée dans la région du Centre Cameroun précisément dans l'arrondissement de Yaoundé 3 a mis en relief l'état des lieux du statut nutritionnel et de la prévalence de l'anémie chez les enfants âgés de 6 à 59 mois. Les résultats de notre étude montrent que 24,7% des mères étaient âgées de moins de 25 ans. Cela s'expliquerait par le fait que les femmes en milieu urbain privilégient leurs études et leur carrière professionnelle au détriment de fonder une famille. Notre résultat se rapproche de 21,02% obtenu par **Fouejio et al.**, (2022) lors de son étude qui portait sur le comportement alimentaire courant et le statut nutritionnel des enfants âgés de 0 à 24 mois dans la ville de Douala (Cameroun). Il ressort de notre étude que 51,1% des mères avaient un emploi rémunéré. En effet, Yaoundé étant une zone urbaine et la capitale politique du Cameroun, le coup de vie est élevé, ce qui amène les femmes à chercher des activités rémunérées pour subvenir aux besoins de leur famille. Notre résultat est inférieur à celui de **Mvogo et al.** (2018) qui a obtenu 90% des mères ayant un emploi lors de son enquête sur les femmes-mères dans la ville de Yaoundé. Selon plusieurs auteurs, l'occupation de la mère a un impact sur le statut nutritionnel de l'enfant par ce que la disponibilité de la mère est un indicateur essentiel pour un bon suivi de l'allaitement maternel et de transition alimentaire chez l'enfant (**Trèche, 2008**). Dans notre étude, les enfants étaient gardés la plupart du temps par la ménagère ou par d'autres personnes moins expérimentées sur les pratiques alimentaires et les conditions d'hygiène appropriés concernant l'alimentation du nourrisson et du jeune enfant ce qui influençait considérablement sur les habitudes alimentaires de l'enfant.

Pour ce qui est du niveau d'étude des mères, il apparaît que toutes les mères étaient instruites, la plupart d'entre-elles avaient un niveau d'étude supérieur (62,4%). Ceci s'expliquerait par le fait qu'en milieu urbain, les femmes sont davantage encouragées à poursuivre leurs études et à développer leurs compétences en raison de l'accès facilité à l'éducation et aux opportunités économiques offertes contrairement aux zones rurales ou périurbains où les normes culturelles incitent les jeunes filles à se marier et à fonder une famille dès son plus jeune âge. Notre résultat est supérieur à celui de **Christine et al.** (2016) obtenus dans une étude réalisée au Malawi où près de 22,9% de mères avaient fait les études supérieures. Les résultats de l'analyse statistique démontrent qu'une association significative ($P < 0,05$) entre le niveau d'étude des mères et les indices taille-pour-âge ($p\text{-value} = 0,00$) et poids-pour-âge. De même, **Lawal et al.** (2010) ont montré une association positive entre le niveau d'instruction et les indices nutritionnels. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, le niveau d'étude supérieur

est un facteur prédisposant la mère à l'application des bonnes pratiques alimentaires et d'allaitement maternel. De plus, avec le taux d'instruction élevé, les mères d'enfants ont à priori la capacité intellectuelle leur permettant de bien alimenter leur enfant.

Concernant le nombre d'enfants, il se dégage que 68,95% des mères avaient au plus deux enfants. Près de 41,1% des mères étaient primipares. Ceci peut s'expliquer par le fait que la plupart (89,4%) des mères dans cette étude étaient jeunes (avaient moins de 34 ans). De plus, elles sont concentrées sur leurs études ou par la recherche de la stabilité financière contrairement aux zones rurales où le nombre d'enfants par couple est un signe de richesses et une main d'œuvre pour les travaux champêtres. Le résultat obtenu est inférieur à celui de **Mananga et al. (2022)** où seulement 28,7% de mères étaient primipares lors de son étude sur les connaissances, attitudes, pratiques alimentaires et statut nutritionnel des enfants de 0 à 24 mois dans l'arrondissement d'Eséka au Centre Cameroun. Ce résultat pourrait expliquer la forte prévalence de la malnutrition aigüe observée. En effet, une mère qui a plusieurs enfants a une meilleure expérience sur les bonnes pratiques alimentaires chez l'enfant comparé à une primipare (**INS, 2020**). De plus, le rang de naissance de l'enfant est significativement associé à l'émaciation. Les premiers et deuxième nés des familles sont plus à risque d'émaciation que leur cadet, probablement parce que les mères n'ont pas encore d'expérience sur les pratiques alimentaires et ne savent quand et comment le leur administrer (**Nzefa et al., 2019**).

Au sujet de l'allaitement maternel, il apparaît que 26,3% d'enfants n'avaient pas été mis au sein immédiatement après la naissance. Notre résultat est inférieur à celui de **Mananga et al. (2022)** qui a obtenu 52,5% d'enfants qui n'avaient pas allaité à l'heure qui avait suivi l'accouchement. Les principales raisons évoquées par les mères étaient l'absence de lait maternel à la naissance (15,5%) et enfin le refus du lait maternel par l'enfant (12,35%). L'allaitement maternel exclusif les 6 premiers mois suivi de l'initiation à l'alimentation de complément sont fondamentaux pour la survie des enfants, leur croissance et leur développement (**Fekadu et al., 2015**).

Notre étude montre que les pratiques alimentaires effectuées par les mères étaient inappropriées. Seulement 12,1% d'enfants ont été allaités exclusivement pendant les 6 premiers mois. Ce faible pourcentage d'allaitement maternel exclusif les 6 premiers mois de vie est en dessous de celui obtenu par les enquêtes démographiques de la statistique au Cameroun en 2018 où 20% des mères pratiquaient l'allaitement maternel exclusif (**EDSC, 2018**). Selon **Aichatou et al. (2021)**, l'occupation de la mère constitue souvent l'une des principales causes de

diversification alimentaire précoce des enfants. En effet, plus de la moitié des mères avaient un emploi rémunéré (51,1%). Elles ont tendance à commencer la diversification alimentaire avant la fin du congé de maternité afin que l'enfant soit déjà habitué à des aliments autres que le lait maternel. Ce comportement alimentaire met en exergue le fait que les mères ne soient pas suffisamment informées sur l'utilité des tire-laits permettant à l'enfant de consommer le lait maternel même en son absence. L'occupation des mères est un facteur de risque de la malnutrition pour leur enfant car il réduit la disponibilité des mères et le suivi de leur enfant bien qu'il favorise l'épanouissement financier du ménage. Par conséquent l'enfant est suivi par des personnes avec aucune expérience et qui n'ont pas de connaissances sur les bonnes pratiques alimentaires et les conditions d'hygiène. De nombreuses études en Inde (**Saito et al., 1997**) ont montré une forte corrélation ($P=0,01$) entre l'occupation de la mère et la malnutrition de l'enfant. Le lait maternel demeure une importante source de nutriments pour le jeune enfant malgré l'introduction des aliments de compléments. Il apporte entre un tiers et un demi des besoins caloriques chez l'enfant pendant les deux premières années de vies et procure des facteurs de protection (**Lynda et al., 2020**).

L'introduction précoce à l'alimentation de complément est une pratique fréquente au Cameroun (**Kaptso et al., 2021**). Dans ce travail, 63,95% des mères interviewer avaient déjà initié les enfants à l'alimentation de complément avant l'âge de 6 mois. Selon **Turck et al. (2013)**, l'introduction précoce des aliments solides aux enfants est un facteur de risque aux infections et au sevrage précoce. Nos résultats sont similaires à ceux de **Woldie et al. (2015)** lors de son étude sur les facteurs associés à l'anémie chez les enfants âgés de 6 à 23 mois au nord de l'Ethiopie où respectivement 64% et 20,5% des enfants avaient reçu les aliments de complément précocement et au moment inopportun. Le répondant de cette étude est en désaccord avec les résultats d'autres localités en Afrique du Sud (**Mushapi et al., 2012**) et au Népal (**Subedi et al., 2012**) où 77% et 90% de mères ont commencé l'alimentation de complément à 6 mois respectivement. Par ailleurs, l'évaluation du score de diversité alimentaire a montré que 25,16% des enfants avaient une diversité alimentaire faible. Notre résultat est inférieur à 80% obtenu par **Yessoufou et al. (2014)** dans son étude sur la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans dans la plaine du Nord-ouest au Benin. Selon plusieurs auteurs, l'alimentation des enfants de moins de 5 ans est composée essentiellement de bouillies de céréales et accompagnées parfois de légumineuses (arachide et soja) et la consommation des produits laitiers, de la viande, du poisson, des fruits et légumes riches en vitamine A est très rare. Tout ceci nous permet de penser que la malnutrition (émaciation, retard de croissance et

insuffisance pondérale) observée chez les enfants de moins de 5 ans serait due au non-respect de l'allaitement maternel exclusif pendant 6 mois, à une mauvaise pratique de sevrage et de la consommation par ces enfants d'un plat familial pauvre en substances nutritives (**Yessoufou et al., 2014**).

Concernant les groupes d'aliments les plus consommés, il en ressort que le groupe des céréales, laits et produits laitiers étaient les plus consommés, représentés majoritairement par les aliments tels que la bouillie et le riz. Ceci s'expliquerait par le fait que les céréales tels que le riz et le maïs font partie des aliments les plus accessibles sur le marché en termes de coût et la quantité et sont également très appréciés par les enfants pour leurs saveurs délicieuses. Notre résultat est inférieur à 98,9% obtenu par **Martin et al. (2019)** dans son étude sur le profil alimentaire et exposition à la malnutrition aigüe chez les enfants de moins de cinq ans dans le département du Mayo-Danay au Cameroun. En effet cette différence observée est due au fait que la région du Nord est un grand pôle de production des céréales principalement le mil, le maïs et le sorgho également des tubercules comme les ignames et les pommes de terres (**Martin et al., 2019**). Par ailleurs les pratiques alimentaires inappropriées pourraient exposer les enfants à un risque accru de malnutrition sous toutes ces formes les plus visibles (**Samena et al., 2023**).

L'émaciation est une forme de dénutrition aigüe caractérisée par un rapport poids/taille faible par rapport à la normale, elle augmente les risques d'infections et de mortalité infantile et diminue leur performances scolaires (**Abdulahi et al., 2022**). Dans la présente étude, la prévalence de l'émaciation est de 21,58%. Elle se rapproche de 25% et de 21,3% obtenue dans la région du Sahel au Burkina Faso et à Douala Cameroun respectivement (**Paré et al., 2019 ; Fouejio et al., 2022**). Selon les études de **Chekol et al. (2022)**, la forte prévalence de l'émaciation peut s'expliquer par le fait qu'un apport alimentaire inapproprié conduit à un statut nutritionnel inadéquat et réduit la réponse immunitaire. Il augmente les risques de morbidité chez l'enfant et favorise la malnutrition aigüe. Les données de notre étude démontrent la répartition inégale du poids-pour-taille selon le genre. Les garçons étaient sévèrement émaciés (14,6%) comparés aux filles (10,3%).

La prévalence du retard de croissance est de 3,68%. La répartition selon les tranches d'âge nous montre que la prévalence chez les enfants de 6 à 11 mois était de 0% impliquant que les enfants de cette tranche d'âge ont un taux de croissance similaire à celui recommandé par l'OMS. Le retard de croissance est une forme de malnutrition qui s'effectue sur une longue durée. Les enfants de cette tranche d'âge viennent d'être sevrés pour la plupart et donc disposent

encore des réserves de l'allaitement maternel. La prévalence du retard de croissance observé dans cette étude est relativement faible. Elle serait due aux bonnes pratiques d'hygiène et les connaissances nutritionnelles des mères enquêtées. Bien que l'étiologie du retard de croissance soit complexe, une nutrition inadéquate aussi bien que les infections sont les principaux facteurs impliquant la réduction du rapport taille pour âge chez l'enfant. Encore appelé dénutrition chronique, le retard de croissance serait lié à de multiples problèmes de santé et a des répercussions de l'enfance jusqu'à l'âge adulte (**Kana et al., 2013**). Les enfants avec un retard de croissance sont 0,280 fois plus à risque d'anémie. Ce résultat est inférieur à celui réalisé en Ethiopie (2,7 fois) (**Woldie et al., 2015**). Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les enfants malnutris sont généralement anémiés. La faible teneur en hémoglobine empêche l'effet de croissance (**Howard, 2007**), et la coexistence des carences en micronutriments et du retard de croissance augmente le développement de l'anémie par une association synergique.

En ce qui concerne l'insuffisance pondérale, la prévalence dans la population générale était de 7,37%. Ce résultat se rapproche de celui obtenu dans une étude réalisée à Lomé au Togo de 7,5% (**Yessoufou et al., 2015**) et est inférieur à celui obtenu par (**Kaptso et al., 2021**), 11,7% à Buea Cameroun. On constate que la proportion des enfants de la tranche d'âge allant de 12-23 mois était plus élevée (12,2%) que les tranches d'âge de 24-59 mois (8,8%) et 6-11 mois (3%). Le pourcentage de l'insuffisance pondérale sévère selon le genre était plus élevé chez les garçons (32,12%) que chez les filles (17,85%). Ce serait due au fait que les garçons à cette période de l'étude auraient été à un stade de morbidité. Il existe une association significative ($P=0,038$) entre le nombre d'enfants des mères et le poids-pour-âge. De plus, plusieurs études ont montré que les enfants sont à risque de malnutrition lorsqu'ils vivent dans les ménages comprenant plus de 5 membres (**Kana et al., 2015**). En effet, plus la famille est grande, plus le nombre de portions ou de repas est réduit.

De manière générale, les états de surpoids et d'obésité étaient faibles dans la population (3,68% de surpoids et 2,89% d'obésité). Les prévalences de la surnutrition étaient plus élevées chez les enfants de 12 à 23 mois, 8,1% et 6,5% respectivement. Les prévalences de surpoids étaient similaires chez les filles (3,8%) et chez les garçons (3,6%), Aucun garçon n'était obèse. Nos résultats sont supérieurs à 3,49% de surnutrition dont 1,05% d'obésité obtenu par (**Mananga et al., 2022**) dans l'arrondissement d'Eséka région du Centre Cameroun. La surnutrition observée pourrait être causée par l'excès d'apport calorique dans les aliments de complément (**Bouziane et al., 2019**). En effet, la maman n'étant pas disponible à recours pour la plupart à des farines infantiles ou les bouillies dont la composition est douteuse et

généralement riche en glucides. En plus, l'état de surnutrition est plus observé en zone urbaine où l'alimentation est riche en nutriments par rapport aux zones rurales (**Tchoubi et al., 2015**). Ceci pourrait expliquer les prévalences moyennement élevées de surpoids et d'obésité dans cette étude.

En ce qui concerne l'anémie, 37,08% des enfants étaient anémiés. Ce résultat est faible à 57% obtenu par l'EDS-Cameroun en 2018 (**EDSC, 2018**), à 66% au Cameroun (**Kana et al., 2015**), 65.5% à Wolaita en Ethiopie (**Alemayehu et al., 2019**) et 66.6% et à Wag Himra en Ethiopie (**Woldie et al., 2015**). L'amélioration peut être expliquée par l'application des mesures prises par l'OMS d'une part et par le gouvernement camerounais d'autres part notamment la supplémentation en fer des enfants de 6 à 24 mois à la dose de 2 mg/kg/jour dans les zones où la prévalence de l'anémie dans cette tranche d'âge dépassait 40% et la fortification des aliments en vitamine A, C et les vitamines du groupe B (**EDSC, 2018**). Ce résultat se rapproche de celui enregistré par une étude réalisée à Douala Cameroun (35,1%) (**Fouejio et al., 2022**) et inférieure à celles réalisées en milieu rural notamment à Bangang /Ouest Cameroun (66%) (**Kana et al., 2015**) et à Wolaita en Ethiopie (65,5%) (**Alemayehu et al., 2019**). La répartition des tranches d'âge montre que la prévalence de l'anémie augmente avec l'âge. En effet, les enfants de 24 à 59 mois étaient plus anémiques (64%) que ceux de 12 à 23 mois (32,43%) et ceux de 6 à 11 mois (18,52%). Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les réserves en fer issues de la grossesse et de l'allaitement sont épuisées. Le statut en fer des jeunes enfants dépend alors de leur alimentation qui malheureusement en contient peu (**Adébo et al., 2018**). S'agissant du sexe, les filles étaient plus anémiques (43,18%) que les garçons (31,11%). Fort de ces résultats, nous pouvons dire que la prévalence de l'anémie à Yaoundé reste élevée et demeure un problème de santé publique.

La détermination de l'albumine sérique dans cette étude montre que 39,33% d'enfants présentaient un taux d'albumine normal. Cependant, plus de la moitié des enfants (53,92%) avaient une hypo albuminémie parmi lesquelles 46,7% de garçons et 61,4% de filles. La diminution du taux d'albumine a également été démontré par (**Diouf et al. 2000**) et (**Simpore et al., 2009**) chez les enfants souffrant de malnutrition sévère et (**Yapi et al., 2010**) chez les enfants de moins de 5 ans souffrant de malnutrition aiguë modérée. En général, du point de vue nutritionnel, l'hypo albuminémie résulte d'un apport calorique insuffisant (**Bach-Ngohou et al., 2004**). De même, les prétraitements alimentaires peuvent affectés la valeur nutritionnelle, la digestibilité et la disponibilité des protéines (**Jacob et al., 2003**), ce qui peut également justifier la faible concentration en hémoglobine dans le sang. D'autres parts, la faible

concentration en albumine serait due à une inflammation initiée par la sécrétion de l'interleukine 1 entraînant l'augmentation de la Protéine C Réactive (**Yapi et al., 2010**). Par ailleurs il ressort de cette étude que 28,09% d'enfants présentaient une CRP négative contre 71,91% présentant un taux de protéine C Réactive positive (PCR>6mg/L). Ce résultat confirme la baisse du taux d'albumine observée chez les enfants.

En définitive, il ressort que le statut nutritionnel des enfants d'âge préscolaire de l'arrondissement de Yaoundé 3 reste à améliorer. La prévalence de l'anémie demeure un problème de santé publique chez ces enfants. Il serait judicieux d'entreprendre de larges campagnes de sensibilisations des personnes en charge des enfants sur les bonnes pratiques alimentaires et les bonnes règles d'hygiène.



**CONCLUSION, RECOMMANDATION ET
PERSPECTIVES**

CONCLUSION

Au terme de cette étude dont le but était d'évaluer l'état nutritionnel et la prévalence de l'anémie des enfants de 6-59 mois dans la ville de Yaoundé, il ressort que :

- La prévalence de la malnutrition était élevée chez les enfants âgés de 6 à 59 mois et la situation nutritionnelle dans cette ville était critique pour l'émaciation (21,58%), faible pour l'insuffisance pondérale (7,37%) et précaire pour le retard de croissance (3,68%).
- La prévalence de l'anémie était un problème de santé publique (37,08%) chez les enfants d'âge préscolaire de l'arrondissement de Yaoundé 3.
- Le rang de naissance de l'enfant, le niveau d'étude et l'occupation de la mère étaient des facteurs déterminant du statut nutritionnel alors que le retard de croissance et l'hypoalbuminémie prédisposaient l'enfant à l'anémie.

RECOMMANDATION

Nous recommandons aux mères :

- ❖ De maîtriser ou de se former à la manière d'exprimer le lait maternel et de le conserver lors de la reprise de leur profession.

PERSPECTIVES

Pour la suite de ce travail, nous envisageons :

- ❖ D'évaluer la composition nutritionnelle des plats consommés par ces enfants ainsi que les portions ;
- ❖ Déterminer les marqueurs du statut en fer ;
- ❖ Etendre l'étude dans d'autres arrondissements de la ville de Yaoundé.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adebo A., Yessoufou A., Behanzin J., Kabanoude A., Abèbi Y. (2018).** Anémie chez les enfants de moins de 5 ans reçus en consultation au service de pédiatrie de l'Hôpital de Zone d'Abomey-Calavi/So-Ava (Sud du Bénin). *Journal of Applied Biosciences*. 123(1):12373-12378.
- Azike C., Goura A., Bit'a L., Chebe A., Bit'a A., Nguéack J. et Ateudjieu J., (2019).** Pratiques alimentaires des mères et malnutrition infantile dans le district de santé de Pitoa : Etude cas-témoin (Mothers' Feeding Practices and Child Malnutrition in the Pitoa Health District:Case-control Study). *Budapest International Research in Exact Sciences*.1(4) : 144-155.
- Carolyn E., Evelyn D., Melanie K. et Yves P. (2022).** La prévention et la prise des complications aiguës de l'anémie falciforme. *Paediatrics & Child Health*. 27(1), 56-62.
- Beaumont C. (2009).** Actualités du métabolisme du fer. *Revue Médecine Interne*. 30(4): 307-S310.
- Tsakeu N., Kingue T., Penda C., Akoumba M., Epossé C. et Namme L. (2019).** Profil clinique et hématologique des drépanocytaires déficitaires en vitamine B9 et/ ou B12 dans la ville de Douala. *Health Science Diseases*. 20(3) : 1-5.
- Bouhamama S. (2020).** Evaluation de la consommation alimentaire ainsi que du statut nutritionnel et de quelques paramètres sanguins chez les enfants obèses. *Dspace*. (2) 1167-1201.
- Bouhmou A. (2015).** Aspects épidémiologiques et étiologiques de l'anémie. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah – Faculté de médecine et de pharmacie FES. 137p.
- Bouziane K., Hadj A., Hamous A., Benadouda S., Dida N. et Boureghda I.(2019).** Fréquence de la malnutrition et prévalence de la carence martiale chez les nourrissons de l'ouest Algérien. *Nutrition clinique et métabolisme*. 33(1) : 94-95.
- Cattan D. (2004).** Régulation de l'absorption du fer : données nouvelles. *Hépatologie*, 1(2), 82-97.
- Thomas O.(2011).** L'hepcidine : hormone clé du métabolisme du fer : fonctions et perspectives (thèse d'exercice en pharmacie). Université de Strasbourg

Chekol Y., Arefaynie M., Kassa A., Alene D. et Ngusie H. (2022). Determinants of wasting among children aged 6–59 months in North-East Ethiopia: A community-based case-control study. *BMJ open*, 12(8):

Dailey-chwalibog G., Freemark M., Robertfroid D., Kemokai I., Mostak M. et Alim A. (2020). Signification clinique du diagnostic anthropométrique de la malnutrition aigüe sévère (MAS) de l'enfant : résultats préliminaires de l'étude multicentrique. *Nutrition clinique et métabolisme*. 34(1) : 86-87.

Diouf S., Diallo A., Camara B., Diagne I., Tall A., Signate A., Mareira C., Sall MG., Sarr M. et Fall M. (2000). La Malnutrition protéino-calorique chez les enfants de moins de 5 ans en zone rurale sénégalaise (Khombole). *Médecine d'Afrique noire*. 47(5) ; 225 - 228.

Djuikwo N., Ejoh R., Gouado I., Mbofung C. and Tanumihardjo. (2011). Determination of major carotenoids in processed tropical leafy vegetables indigenous to Africa. *Food and Nutrition Science*. 2: 793-802.

Dogoni O. (2014). Etude épidémiologie, clinique et thérapeutique de l'anémie sur grossesse au csref de kadiolo. (Thèse de doctorat). Université des sciences des techniques et des technologiques de Bamako - Faculté de médecine, et d'odonto-stomatologie. 93p.

Doudi D. et Atia N. (2015). Evaluation du métabolisme de fer, de cuivre et de stress oxydatif chez des femmes enceintes dans la région d'El-OUED. (Mémoire de master). Université echahid hamma lakhdar d'el-oued - Faculté des sciences de la nature et de la vie département de biologie cellulaire et moléculaire. 106p.

Doumas B. et Biggs H. (1972). Determination of serum albumin, standard method of clinical chemistry. *Acad press*. 7(1972): 175-188.

Dzierzak, E., and Philipsen, S., 2013. Erythropoiesis: Development and differentiation. *Cold Spring Harb Perspect Med*.3(4): 1-12.

EDSC (2018). Enquête Démographique et de Santé du Cameroun.739P.

Ferraguti L. (2010). Apports en fer par l'alimentation dans la carence martiale : conseils et rôle du pharmacien d'officine. Thèse d'exercice : pharmacie. Université européenne de Bretagne 135P.

Fouejio F., Marlyne-Joséphine M., Demasse M., Nolla N., Mimboé F., Nyangono B and Kana S. (2022). Current Food Behaviours and Nutritional Status of Children Aged 6 to 24 Months in Douala (Cameroon). *East African Scholars Journal of Medical Sciences*.5(11): 282-284.

Gloria F et Gerber. (2024). Revue générale des anémies hémolytiques. *MD, Johns Horkins School of Medecine, Division of hématology*.

Gomez F., Galvan R., Franh S. and Vasquez J. (1956). Mortality in third degree malnutrition. *J Trop Pediatr*. 2: 77-83.

Gulec S., Gregory J. et James C. (2014). Mechanistic and regulatory aspects of intestinal iron absorption. *American Physiological Society*.P 9-13.

Institut national de la santé (INS) et ICF (2020). Enquête Démographique et de Santé du Cameroun 2018. Yaoundé, Cameroun et Rockville, Maryland, USA : INS et ICF. 739P.

Kana S., Mananga M., Tetanye E., Gouado I. (2015). Risk factors of anemia among young children in rural Cameroon. *International journal of current microbiology and Applied Sciences*.pp.925-935.

Kaptso K., Tchabo W., Nkongho E., Asoba N. and Amungwa F. (2021). Assesment of feeding habits and nutritional status of infants admitted in Kumba hospital (South-West region, Cameroon). *European Journal of Nutrition Food Safety*. 13(3):1-19.

Kumera G., Haile K., Abebe N., Marie T. and Eshete T. (2018). Anemia and its association with coffee consumption and hookworm infection among pregnant women attending antenatal care at Debre Markos Referral Hospital, Northwest Ethiopia. *PLoS ONE*. 13(11): 02068- 02080.

Lynda M., Meriem H., Nadjah B. et Encadreur A. (2020). Propriétés probiotiques des bactéries lactiques du lait maternel et de la flore intestinale des nourrissons. *Université de Jijel*. 118p.

Mananga M-J., Hamadou M., Edoun E., Kotue T. and Fokou E. (2022). Anti-anémic potential of beetroot (*Beta Vulgaris*), pineapple (*Ananas comosus*) and papaya (*Carica papaya*) juice in phenylhydrazine treated Wistar rats. *American Journal of Pharmacy and Health Research*. 10(09) : 2321-3647.

Mananga M-J., Kameni T., Meka J-L., Fokou E. and Kana S. (2022). Knowledge, attitude, feeding practices and nutritional status of infants and young children in Eseka District, Cameroon. *Journal of food research*. 11(4):40-52.

Mananga M-J., Nolla N., Hamadou M., Edoun E., Eyili J., Fowe M. and Fokou E. (2023). Nutritionnal and physicochemical characteristics of natural fruit juice formulated from papaya (*Carica papaya*), pineapple (*Ananas comosus*) and beetroot (*Beta vulgaris*). *African Journal of Biotechnology*. 22(9).183-191.

Martin S., Andre B., Bita G., Dongho D., Bruna D., Sieleunou I., Nembongwe N. et Sylvie G. (2019). Food Profiles and Exposure to Acute Malnutrition among Children Under-five in the Department of Mayo-Danay, Cameroon. *Journal of food and nutrition research*. (7): 759-765.

Mckie A., Barrow D., Latunde-Dada G. (2001). An iron-regulated ferric reductase associated with the absorption of dietary iron. *Science*, 291(5509): 1755-1759.

Mékoné N., Ndoumba N., Hadjjatou D., Epée N., Tony N., Kamo H. et Koki N. (2024). Aspects épidémiologiques, cliniques, biologiques et évolutifs de l'anémie sévère chez l'enfant à Yaoundé. *Health Sciences & Disease*. 24(4) :108-112.

Montalembert M., Bresson J., Brouzes C., Ruemmele F et BeaumontC. (2012). Exploration d'une anémie microcytaire chez l'enfant. *Elsevier masson*. 10P.

Montalembert M., Bresson J-L., Brouzes C., Ruemmele F-M., Puy H. et Beaumont C. (2012). Exploration d'une anémie microcytaire chez l'enfant. *Archives Pédiatrie Organe Office*. 19(3) :295-304.

Moursi M., Martin M., Prevel Y., Eymart-Delpeuch S., Capon G. and Maire B. (2008). Assesment of child feeding practices using a summary index : stability over time and association with child growth in urban Madagascar. *Annual journal for Clinical Nutrition*. 87: 1472-1473.

Mvogo R. (2018). Contrôle qualité des aliments de compléments industriels à base de céréales consommés par les enfants dans la ville de Yaoundé. Mémoire de Master. Université de Yaoundé 1. 110p.

Ngeuleu A. (2011). Profil clinique et therapeutique des anemiés par carence en fer: prise en charge par le service d'hématologie du chu mohammed VI. (Thèse de doctorat). Université cadi ayyad faculté de médecine et de pharmacie. Maroc. 140p.

Nolla N., Kana M., Mananga M. and Gouado I. (2021). Nutrition Education of Mothers and Zinc Supplementation among Children in the Rural Community, Cameroon. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 13(1) ; 59-69.

Nolla N., Kana M., Mananga M. and Gouado I. (2021). Nutrition Education of Mothers and Zinc Supplementation among Children in the Rural Community, Cameroon. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 13(1) ; 59-69.

Nora B., Lahcène N. et Corine C. (2018). Antropometrie nutritionnelle. *CC DahelMekhancha*. 84(142) : 193.194.

Nzefa L., Francisca M., et Christofer Ä. (2019). Undernutrition among children under five in the Bandja village of Cameroon, Africa. *South African Journal of Clinical Nutrition 2019*. 32(2) ;46–50.

Omri M., Ounaissa A., Ben B. et Abid A. (2016). Évaluation du statut nutritionnel du sujet âgé diabétique suivi à l'hôpital de jour. *Nutrition clinique et métabolisme*. 30(3) : 226-293.

OMS (2006). Principes directeurs pour l'alimentation des enfants âgés entre 6 et 12 mois qui ne sont pas allaités au sein. OMS, Genève. 42p.

OMS (2017). Cible mondiale de nutrition : note d'orientation sur l'émaciation. OMS, Genève. 8p.

OMS (2017). Note d'orientation sur l'anémie [*Global nutrition targets 2025 : anaemia policy brief*]. Genève : (WHO/NMH/NHD/14.4). Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Cibles mondiales de nutrition 2025.

OMS (2018). Cadre mondial du suivi de la nutrition : guide pratique pour le suivi des avancées par rapport aux cibles mondiales 2025. Genève.

OMS (2020). Questions fréquentes : allaitement et Covid-19 à l'intention des agents de santé. Organisation mondiale de la santé.

OMS (2023). Accelerating anaemia reduction : a comprehensive Framework for action. 46P

Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2017). Note d'orientation sur l'anémie [*Global nutrition targets 2025 : anaemia policy brief*]. Genève: (WHO/NMH/NHD/14.4). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Cibles mondiales de nutrition 2025.

Pantopoulos K., Kumar S., Tartakoff A. and Devireddy L. (2012). Mechanisms of mammalian iron homeostasis. *Biochemistry*. 51(29) :5705-5724.

Paré C., Dahourou D., Kaboré A., Sana A., Kinda R., Ouaro B., Dahany M., Hien H and Méda N. (2019). Prevalence of wasting and associated factors among 6 to 23 months old children in the Sahel Region of Burkina Faso. *Panfrican Medical Journal*. P1-10

Powers J. and Buchanan G. (2019). Disorders of Iron Metabolism: New Diagnostic and Treatment Approaches to Iron Deficiency. *Hematology/Oncology Clinics*. 33(3): 393-408.

Qiao B., Sugianto P., Fung E., Del-castillo-Rueda A., Moran-Jimenez M., Ganz T. and Nemeth E. (2012). Hepcidin-Induced Endocytosis of ferroportin is dependent on ferroportin ubiquitination. *Cell Metabolism*. 15(6):918-924.

Saari A., Sankilampi U., Hannila M., Kiviniemi V., Kesseli K. and Dunkel L. (2011). New finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years. *Annals of medicine*, 43 : 235-48.

Safaa A., Amany M. et Abdellatif A. (2021). Étude comparative de l'effet anti-anémique de certains compléments alimentaires naturels sur des rats. *Journal international des sciences alimentaires et de la biotechnologie*. 21-29.

Samena H., Rasamoelison R., Ramananirina M., Rakotomahefa Na. et Robinson A. (2023). Pratique de la diversification alimentaire chez les nourrissons à Antananarivo, Madagascar : Relation avec leur état nutritionnel. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 36(3) : 107-113.

SMART (2022). Enquete Smart, couplé à la SENS (Standardized Expanded Nutrition Survey) dans quatre régions prioritaires (Nord, Extreme-nord, Adamaoua et Est) du Cameroun). 105P

Tchoubi S., Tambekou J., Noubiap J., Lem S., Nkoum A. et Sobngwi E. (2015). Prévalence and risk factors of overweight and obesity among children aged 6-59 months in Cameroon: A multistage, stratified cluster sampling nationwide survey. *PloSone*. 3 ; 10(12).

Trèche S. (2008). Rôle et importance des microorganismes pour le développement de voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles dans les pays du Sud. In

1er congrès de l'entreprenariat agroalimentaire, du 09 au 11 décembre 2008 à port prince, Haïti, 8 : 1-16.

Troade M-B., Lainé F., Daniel V., Rochcongar P. et Cabilic F. (2006). Dailey regulation of serum and urinary hepcidin is not influenced by submaximal cycling exercise in humans with normal iron metabolism. *European Journal Applied Physiology*. 106 (3):436-443.

Turk D., Vidailhet M., Bocquet A., Bresson J., Briend A., Chouraqui J. et Darmaun D. (2013). Allaitement maternel : les bénéfices pour la santé de l'enfant et de sa mère. *Archives de pédiatrie* (20): 29-48.

Waterlow J., Buzinar., Keller W., Lane J., Nichaman M. and Tanner J. (1977). The presentation and use of weight and height for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. *Bull World Health Organ*. 55: 489-498.

Yessoufou G., Ahokpe M., Behanzin J., Kountori R., Senou M. et Sezan A. (2014). Prévalence de la malnutrition aigüe chez les enfants de moins de cinq ans dans la plaine de Pendjari au Nord-ouest du Bénin. *Journal pour la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (Togo)*. 16(3) : 69-78.

Yimka K. (2023). Potentiel Antianémique des boissons obtenues à base des feuilles de *Mucuna pruriens* et *Graptophyllum pictum* consommées dans le village Bantoum I. Mémoire de Master en Biochimie, Université de Yaoundé 1. P1-102.



ANNEXES

ANNEXES

Annexe1 : Fiche d'enquête

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES DE LA
VIE – SANTE ET ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE EN
SCIENCES DE LA VIE

FACULTE DES SCIENCES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

*CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING SCHOOL
OF LIFE SCIENCE-
HEALTH AND ENVIRONMENT*

*DOCTORATE TRAINING UNIT OF LIFE
SCIENCE*

FACULTY OF SCIENCE

N°

Date.....

FICHE D'ENQUETE

I. PREAMBULE

Cher(s)(es) participants(es), je me nomme **SANMEGNI Alvine** étudiante en Master 2 à l'Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, Département de Biochimie Co-encadrée par le Docteur **Marlyne-Joséphine MANANGA** et par le Professeur **AZANTSA KINGUE Boris** respectivement Chargé de Cours et Maître de Conférences de ce même département.

Nos travaux de recherche portent sur le thème : << **Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire de la ville de Yaoundé** >>. Les données collectées au cours de cette enquête nous permettront d'une part, de déterminer les mesures anthropométriques et d'autre part, de déterminer le taux des marqueurs biochimiques et hématologiques de l'anémie et du statut nutritionnel des enfants âgés de 6-59 mois de la ville de Yaoundé. Pour atteindre nos objectifs, nous avons besoin des informations que nous croyons pouvoir trouver auprès de vous. Nous vous garantissons la stricte confidentialité de vos informations et vous remercions d'avance pour votre participation et votre sincérité.

Si vous le souhaitez, donnez-nous votre contact afin que nous vous invitons à la restitution des résultats de ce travail de recherche.
(Tel...../.....)

II. IDENTIFICATION DE LA MERE OU DE LA NOURRICE

1. Age : < 25 25-34 > 34
2. Région d'origine : Adamaoua Centre Est Extrême-Nord Littoral
Ouest Nord Nord-Ouest Sud-Ouest Sud
3. Profession de la mère :
4. Niveau d'instruction de la mère : Aucun Primaire Secondaire Supérieur
5. Nombre d'enfants :

III. IDENTIFICATION DE L'ENFANT

- Age (mois) :
- Sexe : Masculin Féminin
- Rang de naissance :
- Nombre de vaccin depuis la naissance.....

IV. HABITUDES ALIMENTAIRES DE L'ENFANT

1. L'enfant est-il sevré ? Oui Non
Si oui, à quel mois et comment s'est fait son sevrage ?.....
Si non, précisez la fréquence d'allaitement journalier.....
Mode d'alimentation de l'enfant : Allaitement exclusif Allaitement et eau seulement
Allaitement et autre repas Autres repas seul
2. L'enfant a-t-il été allaité dès les premières heures de naissance ? Oui Non

3. Quel était le premier aliment consommé de l'enfant à sa naissance : Lait maternel
L'eau La bouillie Autres :
4. Depuis combien de temps l'enfant n'a pas été malade ?
.....
5. A quel âge (mois) est-ce que l'enfant a commencé à prendre d'autres aliments que le lait maternel ?
6. Y'a-t-il des repas spéciaux pour l'enfant ou mange-t-il le repas familial ? Oui Non
Si oui précisé repas spéciaux :
7. Quelle est la fréquence journalière d'alimentation de l'enfant ?
8. Comment sont repartis ses repas ? Matin Midi Soir
9. Consomme-t-il des fruits ? Oui Non
Si oui lesquels ?
10. Consomme-t-il souvent les œufs ? Oui Non
Fréquence ?.....
11. Consomme-t-il souvent de la viande ou du poisson ? Oui Non
Fréquence ?.....
12. Quel type d'eau consomme votre enfant ? Minérale Source Pluie Forage
13. Comment nourrissez-vous l'enfant ? Avec la main A l'aide d'une cuillère
14. Quel est le plat préféré de l'enfant ?
15. Que faites-vous quand l'enfant refuse de manger ?

V. ENQUETE ALIMENTAIRE

1. RAPPELS DES DERNIERES 24h

Jour de la semaine.....

MOMENT DE LA JOURNEE	REPAS
Petit déjeuner (7h_9h) N'oubliez pas les boissons	
Grignotage 1 (9h-11h) N'oubliez pas les boissons	
Déjeuner (11h-14h) N'oubliez pas les boissons	
Grignotage 2 (14h-17h) N'oubliez pas les boissons	
Dîner (17h- 20h) N'oubliez pas les boissons	
Super (plus de 20h) N'oubliez pas les boissons	

VI. PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES DE L'ENFANT (A ne pas remplir)

Taille (cm).....

Poids (Kg).....

Périmètre brachial (cm)

VII. ASPECT CLINIQUE

16. L'enfant dort il sous une moustiquaire imprégnée ? Oui Non

17. Avez-vous déjà passé le test de Numération Formule Sanguine à votre enfant ? Oui
Non

18. Si oui, l'enfant était-il anémié ? Oui Non

19. L'enfant est-il sous traitement médicamenteux ? Oui Non

Si oui lequel ?.....

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION

Annexe 2 : Notice d'information des participants

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES DE LA VIE – SANTE
ET ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE EN SCIENCES DE LA VIE

FACULTE DES SCIENCES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTRE FOR RESEARCH AND TRAINING SCHOOL
OF LIFE SCIENCE-
HEALTH AND ENVIRONMENT

DOCTORATE TRAINING UNIT OF LIFE SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

Notice d'informations des participants

TITRE : “ Statut nutritionnel et prévalence de l’anémie chez les enfants d’âge préscolaire de la ville de Yaoundé”

Investigateur Principal : SANMEGNI Alvine (étudiante en Master 2 Biochimie, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I).

Tél : 695701069 / 657713629 ; **Email** : alvinesanmegni@gmail.com

Encadrants : Marlyne-Joséphine MANANGA (Chargé de Cours à l’Université de Yaoundé 1) et AZANTSA KINGUE Boris (Maitre de Conférences à l’Université de Yaoundé1).

1- But de l’étude

Cette recherche a pour but de déterminer le statut nutritionnel et la prévalence de l’anémie chez les enfants d’âge préscolaire de la ville de Yaoundé.

2- Procédure

La procédure suivante devra être respectée :

- Une fiche d’identification vous sera remise et il y aura un entretien entre vous et l’investigateur
- Les mesures anthropométriques seront prises (poids, taille, périmètre brachial) ;
- Une petite quantité de sang (3 ml) sera prélevée dans un tube contenant de l’EDTA par ponction veineuse à votre pli du coude par un personnel qualifié, après nettoyage préalable de l’endroit par l’alcool. Le sang collecté sera acheminé au Laboratoire d’Hématologie de l’hôpital de District d’Efoulan où le test de Formule Numération

Sanguine, le dosage du fer, de la ferritine et de la transferrine sérique, de l'albumine et de la protéine C réactive seront effectués.

3- Participation

La participation à l'étude est volontaire. Vous êtes libre d'accepter ou de refuser. Une fois engagée dans l'étude, vous pouvez à tout moment la quitter sans être contraint d'y rester.

4- Bénéfice éventuel

Notre étude nous permettra d'avoir de nouvelles données sur la prévalence de l'anémie chez les enfants âgés de 6-59 mois et établir la relation entre l'anémie et le statut nutritionnel chez ces enfants en zones urbaines.

5- Confidentialité

Les résultats issus de notre étude constitueront une base de données qui sera exploitée par les investigateurs, présentée publiquement (dans le cadre de la soutenance de Master) et même publiée dans des journaux et revues scientifiques et ne fera jamais l'objet d'une forme de marketing.

6- Risques potentiels

Très peu de risques, voire aucun n'est connu à l'exception de la petite douleur qu'on pourra ressentir pendant le prélèvement de sang. Ce prélèvement sera effectué par un personnel médical qualifié (infirmier ou technicien de laboratoire), en respectant la procédure standard avec matériel stérile et à usage unique.

7- Recours éventuel

Si au cours de cette étude vous croyez avoir été lésé, n'avoir pas eu les bénéfices potentiels, ou bien n'avoir pas été informé de certains aspects néfastes liés à l'étude ou à votre droit bafoué, vous serez libre de vous plaindre auprès du directeur de l'institution hospitalière, auprès du Comité National d'Ethique ou du Ministère de la Santé Publique au Cameroun.

8- Compensation

La participation à cette étude est libre et non payante. La fiche individuelle, le formulaire de consentement éclairé et les protocoles d'analyses vous seront donnés gratuitement.

Annexe 3 : Consentement éclairé

Consentement éclairé

a- Reconnaissance de l'investigateur

Je soussigné.....avoir informé le participant.....sur la nature, le caractère volontaire, les bénéfices éventuels de l'étude, la procédure devant être utilisée pour sa réalisation, et les risques éventuels quelques minimales qu'ils soient. Il lui a été demandé de poser des questions sur les différents aspects de l'étude et les réponses ont été claires, précises et sans ambiguïté.

b- Déclaration du participant

Je soussignédéclare avoir été bien informé de la nature, de la procédure, des bénéfices et risques éventuels de l'étude dont le titre est « **Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire de la ville de Yaoundé** ». J'accepte volontiers, de participer à cette étude et je serai libre de la quitter à tout moment sans porter préjudice aux bénéfices que je pourrai en tirer des résultats de l'étude.

Investigateur

Participant ou représentant légal du patient

SANMEGNI Alvine

Annexe 4: Informed consent

Informed consent

a-Recognition of the investigator.

I the undersigned..... informed the participant.....about the nature, voluntary nature, possible benefits of the study, the procedure to be used for its completion, and the possible risks, however minimal they may be. She was asked to ask questions about different aspects of the study. The answers were clear, precise and unambiguous.

b-Declaration of the participant

I, the..... undersigned, declare that i have been well informed of the nature, procedure, benefits and possible risks of the study << **Nutritional status and prevalence of anemia among preschool children in Yaounde town** >>. I willingly agree to participate in this study and i will be free to leave it at any time without prejudice to the benefits that i will be able to derive from the results of the study.

Annexe 5 : Clairance éthique du CRERSH/C

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Progrès
MINISTRE DE LA SANTE PUBLIQUE
SECRETARIAT GENERAL
COMITE REGIONAL D'ETHIQUE DE LA
RECHERCHE POUR LA SANTE HUMAINE DU CENTRE
Tél : 222 21 20 87/ 877 94 48 89/ 877 75 73 30



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fairness
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
SECRETARIAT GENERAL
CENTRE REGIONAL ETHICS COMMITTEE
FOR HUMAN HEALTH RESEARCH

CE N° 0 8 7 - 7 CRERSHC/2023

Yaoundé le 14 MARS 2023

CLAIRANCE ETHIQUE

Le Comité Régional d'Ethique de la Recherche pour la Santé Humaine du Centre (CRERSH/C) a reçu la demande de clairance éthique pour le projet de recherche intitulé : « Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire à Yaoundé : cas de l'Hôpital de District d'Efoulan », soumis par Madame/Mademoiselle SANMEGNI Alvine.

Après son évaluation, il ressort que le sujet est digne d'intérêt, les objectifs sont bien définis et la procédure de recherche ne comporte pas de méthodes invasives préjudiciables aux participants. Par ailleurs, le formulaire de consentement éclairé destiné aux participants est acceptable.

Pour ces raisons, le Comité Régional d'éthique approuve pour une période de six (06) mois, la mise en œuvre de la présente version du protocole.

L'intéressée est responsable du respect scrupuleux du protocole et ne devra y apporter aucun amendement aussi mineur soit-il sans l'avis favorable du Comité Régional d'Ethique. En outre, elle est tenue de :

- collaborer pour toute demande du Comité Régional d'éthique pour le suivi de la mise en œuvre du protocole approuvé ;
- et soumettre le rapport final de l'étude au Comité Régional d'éthique et aux autorités compétentes concernées par l'étude.

La présente clairance peut être retirée en cas de non-respect de la réglementation en vigueur et des directives sus mentionnées.

En foi de quoi la présente Clairance Ethique est délivrée, pour servir et valoir ce que de droit.

Améliations:
CNERSH



LE PRESIDENT,

Dr. Dobo Boye Gaïmè
Pharmacien

www.minsante.gov.cm

Annexe 6 : Clairance Ethique du Joint Institutional Board for Animal & Human Bioethic (JIRB) of the University of Yaoundé 1

Centre de Recherche et Formation Doctorale, Science de la Vie, Santé et Environnement (CRFD-SVSE)
Centre for Research and Graduate Studies in Life, Health & Environmental Sciences
University of Yaoundé I (UYI)



Joint Institutional Review Board for Animal & Human Bioethics (JIRB)
Email: jirbsecretariat@gmail.com

30 September 2024

SANMEGNI Alvine
University of Yaoundé 1, Cameroon
Faculty of Science, Department of Biochemistry

Ethical Clearance Reference N°: BTC-JIRB2024-122 (please use this reference number for all correspondences)

Protocol Title: "Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire de la ville de Yaoundé"

Investigator(s) Name(s): SANMEGNI Alvine, MSc Student; Professor Marlyne-Joséphine MANANGA & Professor AZANTSA KINGUE Boris, Supervisors.

The proposed research protocol and related documents have been reviewed and deliberated by the JIRB of the Centre for Research and Graduate Studies in Life, Health & Environment Sciences (CRFD-SVSE) at the Biotechnology Centre, University of Yaoundé 1, on the 26th July 2024.

The JIRB is satisfied with the current version of the research protocol and supporting documents and agrees that there is no objection on ethical grounds to the proposed study. The JIRB is therefore pleased to approve it on the consideration that the research team will strictly abide by the conditions of the approval below:

- Investigators must strictly follow the plan of the approved protocol. Any changes to the approved protocol will require prior JIRB approval.
- Must be promptly reported to the JIRB: (1) Any deviations from or changes to the protocol that are made to eliminate immediate hazards to the fauna or study participants; (2) All risks that may be rare or remote and especially those that may entail serious consequences or compromise potential benefits or that would affect the conduct of the research.
- Must prepare and submit a standard progress report of the research to the JIRB at completion or one year from the date of issuance of the approval letter and thereafter, on an annual basis.
- Must notify the JIRB when the research is completed. Failure to submit an annual progress report on the study may affect the conditions of approval.

The current ethical clearance is for one-year renewable, on the condition that a progress report is submitted to the JIRB.

While the JIRB has given its approval for this study on a satisfactory ethical basis, it is still necessary for the investigators to obtain research ethical clearance from the Centre Regional Ethics Committee.

Sincerely,

Professor Jude D. Bigoga, M.Sc, Ph.D.
JIRB Chair
Faculty of Science, University of Yaoundé I, Cameroon



Prof. Marceline Djuidje Ngounoue, Ph.D.
Associate Professor, University of Toronto, I
Fulbright Scholar Alumni, Yale University, USA
Prof. Marceline Djuidje Ngounoue, M.Sc, Ph.D.
Coordinator for Human Health Research Bioethics
Faculty of Science, University of Yaoundé I, Cameroon

Annexe 7 : Autorisation de recherche de l'Hôpital de District d'Efoulan

REPUBLICQUE DU CAMEROUN ----- Paix - Travail - Patrie ----- MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE ----- DELEGATION REGIONALE DU CENTRE ----- DISTRICT DE SANTE D'EOULAN ----- HOPITAL DE DISTRICT D'EOULAN -----		REPUBLIC OF CAMEROON ----- Peace-Work-Fatherland ----- MINISTRY OF PUBLIC HEALTH ----- CENTER REGIONAL DELEGATION ----- EFOULAN HEALTH DISTRICT ----- EFOULAN DISTRICT HOSPITAL -----
--	---	--

N° 5215/AE/MSP/DRSPC/DSE/HDYDEIIL

AUTORISATION DE RECHERCHE

Je soussigné Dr LOMBO LOMBO Landry, Directeur de l'Hôpital de District d'Efoulan certifie qu'une autorisation administrative d'effectuer une enquête portant sur le thème « *Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire à Yaoundé: cas de l'HD-EFOULAN* », est accordée à SANMEGNI Alvine, étudiante régulièrement inscrite en à l'Université de Yaoundé I, filière Biochimie, option : Science des Aliments et Nutrition (SAN).

L'éthique et la confidentialité sont à respecter ;

Au terme de cette Recherche, une copie sera déposée à la bibliothèque de l'Hôpital de District d'Efoulan.

COPIE
- INTERESSE (E)
- ARCHIVES/CHRONO

Yaoundé, le 03 MAI 2023



Annexe 8 : Demande approuvée du Centre de Radiologie et d'Imagerie d'Omnisport

SANMEGNI Alvine
Matricule : 18B2320 Master II
Laboratoire des Sciences Alimentaires
et du Métabolisme (LabSAM)
Tel : 695701069 / 657713629
Email: Alvinesanmegni@gmail.com

Yaoundé, le 29 Mai 2023

Reçu le 29/5/23

À l'attention de Monsieur le Directeur
du Centre Médical de Radiologie et
d'Imagerie d'Omnisport (CEMRIO)

Objet : Demande d'autorisation d'accès
dans votre structure pour mener des
recherches dans le cadre de mon Master II.

Monsieur,

Je viens très respectueusement auprès de votre haute bienveillance solliciter l'accès au laboratoire du Centre Médical de Radiologie et d'Imagerie d'Omnisport pour une durée de 14 jours (allant du 7 Aout 2023 au 19 Aout 2023) dans le but d'effectuer mes dosages pour mes travaux de Master 2.

En effet, je suis régulièrement inscrite en Master 2 Biochimie, option Sciences des Aliments et Nutrition (SAN) de l'Université de Yaoundé 1, co-encadrée par le **Pr AZANTSA KINGUE Boris** et par le **Dr Marlyne MANANGA** respectivement Maître de Conférences et Chargé de Cours de l'Université de Yaoundé 1. Compte tenu de la difficulté à effectuer cette partie de mon travail, nous souhaitons obtenir votre accord pour cette étude dont le thème est : « **Statut nutritionnel et prévalence de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire à Yaoundé : cas de l'Hôpital de District d'Efoulan** ».

Aussi, je vous saurai gré de bien vouloir m'accorder ce privilège pour qu'avec votre structure nous puissions ensemble mener à bien ce projet sanitaire dont l'intérêt général est : de contribuer à l'amélioration de l'état nutritionnel des enfants de moins de 59 mois dans la ville de Yaoundé.

Espérant que vous répondrez favorablement à ma demande, veuillez agréer Monsieur le Directeur l'expression de mes sentiments distingués.

Pièces jointes :

- Clairance éthique
- Autorisation de recherche de l'HD-Efoulan
- Certificat de scolarité
- Fiche de sélection en Master
- Protocole de recherche
- Fiche d'enquête
- Notice d'informations et consentement éclairé

SANMEGNI Alvine

Annexe 9 : Quelques appareils de laboratoire utilisés dans le cadre de ce travail



Spectrophotomètre Kenzamax
marque BIOLABO



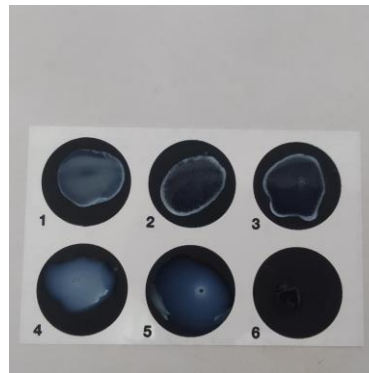
Centrifugeuse Hettlich



Mélangeur de sang



Automate Mindray BC-20s



Lame du dosage de la Protéine C
Réactive par immuno-turbidimétrie