

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple – Un But – Une Foi

Université des Sciences, des Techniques
et des Technologies de Bamako



Faculté de Médecine et d'Odontologie

DER de Santé Publique et Spécialités

N° DERSP/FMOS/USTTB

Mémoire

Master en Santé Publique

Option Nutrition

Année Universitaire 2016 - 2017

Utilisation / Valorisation des produits locaux dans la lutte
contre la malnutrition aigüe modérée dans le cercle de
Koulikoro.

Présenté et soutenu le 07-05-2018.

Par :

Dr TRAORE Stanislav Seydou

Président : Pr Akoury Ag AKNANE
Membre : Dr Fanta SANGHO
Directeur : Dr Mouctar COULIBALY
Co-directeur :

Sponsor : La Coopération Technique Belge (CTB)

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	2
REMERCIEMENTS	4
SIGLES ET ABREVIATIONS	5
LISTE DES TABLEAUX	6
RÉSUMÉ	7
1. INTRODUCTION :	9
2 OBJECTIFS	10
2.1 OBJECTIF GENERAL	10
2.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES.....	10
3 QUESTION DE RECHERCHE	10
4 REVUE DE LA LITTERATURE	10
4.1 GENERALITE SUR LA MALNUTRITION :	10
4.1.1 Situation de la malnutrition :	10
4.1.2 Causes de la malnutrition chez les enfants :	12
4.1.3 Liens agriculture-nutrition-santé :	13
4.1.4 Les différentes formes de malnutrition :	14
4.1.5 Dépistage passif dans toutes les structures de santé.....	17
4.1.6 Procédures de Triage	17
4.1.7 Prise en charge de la malnutrition:	18
4.1.8 Les conséquences de la malnutrition sont :	20
4.2 GENERALITE SUR LES PRODUITS LOCAUX.....	21
4.2.1 Moringa (<i>M. oleifera</i>)	21
4.2.2 Le soja (<i>Glycine max</i> (L)):	22
4.2.3 Le Maïs (<i>Zea mays</i> , <i>Sotubaka</i>) :	22
4.2.4 Niébé (<i>Vigna unguiculata</i>)	23
4.2.5 Le Sorgho (<i>Sorghum guinée</i> , Fambé)	24
4.3 FORMULATIONS D'ALIMENTS DE COMPLEMENTS A PARTIR DES PRODUITS LOCAUX:	24
5 MÉTHODOLOGIE	26
5.1 CADRE D'ETUDE :	26
5.2 ZONE D'ETUDE :	26
5.2.1 Présentation de la Commune urbaine de Koulikoro.....	26
5.2.2 Présentation de la commune rurale de Tienfala	27
5.3 TYPE D'ETUDE :	29

5.4	PERIODE D'ETUDE :	29
5.5	POPULATION D'ETUDE :	29
5.6	TAILLE DE L'ECHANTILLON :	30
5.7	TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE :	30
5.8	FORMULATION DES RECETTES DE BOUILLIES :	30
5.8.1	Matériel	30
5.8.2	Transformation des produits	30
5.8.3	Formules alimentaires	34
5.8.4	Préparations :	34
5.9	COLLECTE DES DONNEES :	34
5.10	TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES :	34
5.11	CONSIDERATIONS ETHIQUES :	35
6	RESULTATS	36
6.1	ANALYSE DE LA SITUATION :	36
6.2	LE STATUT NUTRITIONNEL DES ENFANTS DANS LA ZONE D'ETUDE :	36
6.2.1	La malnutrition dans la zone:	36
6.2.2	Causes de la malnutrition aigüe globale:	38
6.3	ÉTABLISSEMENT DES FORMULES ALIMENTAIRES	41
6.4	TEST DE DEGUSTATION	41
7	COMMENTAIRE / DISCUSSION	42
7.1	ANALYSE DE LA SITUATION ALIMENTAIRE/NUTRITIONNELLE:	42
7.2	LE STATUT NUTRITIONNEL DES ENFANTS DANS LA ZONE D'ETUDE :	43
7.2.1	La malnutrition dans la zone:	43
7.2.2	Causes de la malnutrition aigüe globale:	44
7.3	ÉTABLISSEMENT DE FORMULES ALIMENTAIRES DE PRISE EN CHARGE DES CAS DE MALNUTRITION	46
7.4	TESTS DE DEGUSTATION DES RECETTES FORMULEES:	47
7.4.1	Dégustation par les accompagnantes:	47
7.4.2	Dégustation par les enfants au niveau CSCOM:	47
8	CONCLUSION	49
9	RECOMMANDATIONS	50
10	REFERENCES	51
11	ANNEXES	53
11.1	QUELQUES RESULTATS EN TABLEAU :	53

REMERCIEMENTS

Mes sincères remerciements vont à :

ALLAH pour m'avoir donné la vie.

Tous mes parents, amis et collaborateurs pour le soutien.

La Coopération Technique Belge (CTB) pour le financement de la formation.

La Direction du DERSP / FMOS pour l'organisation du Master en Santé Publique.

Tous les Enseignants du Master en Santé Publique.

Le Décanat de la FMOS.

A mon directeur et co-directeur qui n'ont ménagé aucun effort pour la rédaction de ce mémoire.

Toutes les personnes avec qui nous avons travaillé au cours de ce mémoire sans lesquelles ce document n'aurait pu être.

Nos encadreurs pour l'accompagnement sans faille.

Tous les costagiaires pour la bonne collaboration.

Tous les apprenants de cette cinquième promotion de Master2 option Nutrition pour la bonne entente et le soutien mutuel.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANR : Apport nutritionnel recommandé
ASACO : Association de Santé Communautaire
ASC : Agent de Santé Communautaire
ATPE : Aliment thérapeutique prêt à l'emploi
CMV : Couplement de minéraux et de vitamines.
CSCom : Centre de Santé Communautaire.
CS Réf : Centre de Santé de référence
DERSP : Département d'Enseignement et de Recherche en Santé Publique et Spécialités
EDS III : Enquête Démographique de Santé 3ème édition
EDS IV : Enquête Démographique de Santé 4ème édition
EDS V : Enquête Démographique de Santé 5ème édition
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FMOS : Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie
IMC : Indice de Masse Corporelle
Kcal : Kilocalorie
MAG : Malnutrition Aiguë globale
MAM : Malnutrition Aiguë Modérée
MAS : Malnutrition Aiguë Sévère
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PB : Périmètre Brachial
PCIMA : Prise en Charge Intégrée de la Malnutrition Aiguë
PCIME : Prise en charge intégrée des maladies de l'enfant.
Plumpy-Nut : Aliment Thérapeutique à base d'arachide
ReSoMal : Rehydration Solution for Malnutrition
RMA : Risque de malnutrition aigüe
SMART: Standardized Monitoring and Assessment of Relief and Transitions
UE: Unité d'Enseignement
UNICEF : Fonds des Nations Unies pour l'Enfance et la Famille
URENAM : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Ambulatoire Modérée
URENAS : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Ambulatoire Sévère
URENI : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Intensive
USTTB : Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Pourcentage de l'apport nutritionnel recommandé (ANR) de plusieurs nutriments que la poudre de feuille de Moringa procure à la mère allaitante et au jeune enfant de 1 à 3 ans	21
Tableau II: Farines à base de produits locaux	25
Tableau III: Caractéristiques socio-économiques des ménages	36
Tableau IV: Causes prioritaires de la malnutrition aigüe globale dans la région de Koulikoro	38
Tableau V : Causes prioritaires de la malnutrition aigüe modérée dans la région de Koulikoro	39
Tableau VI : Causes prioritaires du Risque de malnutrition aigüe dans la région de Koulikoro	40
Tableau VII: La valeur énergétique et valeur en macronutriment	41
Tableau VIII : Appréciation de la bouillie de la.....	41
Tableau IX : Les éléments nutritifs des feuilles, gousses et poudre de <i>M. oleifera</i> par portion comestible de 100g.....	53
Tableau X : Les valeurs nutritionnelles de la formule 1	54
Tableau XI : Les valeurs nutritionnelles de la formule 2.....	55
Tableau XII : Les valeurs nutritionnelles de la formule 3.....	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Causes de la malnutrition chez les enfants	13
Figure 2 : Liens agriculture, santé et nutrition	14
Figure 3: Schéma du flux des patients pour la prise de décision	18
Figure 4 : Itinéraire de transformation des produits en farine.....	34
Figure 5 : Prévalence de la malnutrition aigüe globale par cercle de la région de Koulikoro. 36	
Figure 6 : Prévalence des formes de malnutrition aigüe par cercle de la région de Koulikoro.	37
Figure 7 : Malnutrition aigüe globale dans les communes du cercle de Koulikoro.....	37
Figure 8 : Prévalence des formes de malnutrition aigüe dans les communes du cercle de Koulikoro	38

RÉSUMÉ

Au Mali, comme dans la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne, la malnutrition constitue un problème de santé publique. Elle est une des causes majeures de morbidité et de mortalité chez les enfants de moins de cinq ans. Il s'agit d'un problème de santé à dimension multifactorielle nécessitant des réponses de prise en charge efficace à travers l'implication prioritaire des communautés et des ressources locales. L'approche à base communautaire consiste à détecter en temps voulu les cas de malnutrition aiguë dans la communauté et à fournir, lorsqu'il n'y a pas de complications médicales, un régime thérapeutique adéquat en utilisant des aliments nutritifs disponibles localement.

Dans cette optique, nous avons mené cette étude sur le thème suivant «Utilisation / Valorisation des produits locaux dans la lutte contre la malnutrition aiguë modérée dans la commune de Koulikoro».

L'objectif général de notre étude est de contribuer à l'amélioration de l'état nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois à travers la production et l'utilisation de suppléments et de compléments alimentaires en milieu rural.

Nous avons mené une étude exhaustive, auprès d'un nombre total de douze (12) enfants atteints de malnutrition modérée vivants à proximité du CSCOM de Tienfala. Elle était basée sur un test de dégustation et d'appréciation des formulations de bouillies par ces enfants permettre d'aboutir à la formule la plus appréciée qui pourrait être utilisé comme aliment de lutte contre la malnutrition des enfants.

Il ressort de l'étude que la prévalence moyenne de la malnutrition aiguë globale (mesurée par le PB) est de 1,3 % dans la région de Koulikoro. Les cercles les plus touchés sont Dioila, Kolokani, Banamba et Nara avec respectivement des prévalences moyennes de 2.2, 1.9, 1.8, et 1.1%; nous avons proposé trois (3) formulations à base de niébé, maïs, sorgho et de soja qui ont été dégustées par des enfants. Toutes les formulations ont été appréciées par les mères et les enfants; la première formulation a été plus appréciée par les enfants et la troisième formulation par les mères d'enfants.

La présente étude a consisté à déterminer l'état nutritionnel des enfants de moins de 5ans et proposer des formules d'aliments de haute valeur nutritionnelle à base des produits locaux qui pourraient aussi véhiculer des micronutriments pour améliorer l'état nutritionnel des enfants dans la zone cible.

SUMMARY

In Mali, as in most countries in sub-Saharan Africa, malnutrition is a public health problem. It is one of the major causes of morbidity and mortality in children under five. It is a multi-factorial health problem requiring, requiring effective management responses through the priority involvement of local communities and resources. The community-based approach is to detect cases of acute malnutrition in the community in a timely manner and to provide, when there are no medical complications, an adequate therapeutic regimen using locally available nutritious foods.

That's why; we propose to carry out this study on the following theme "Utilization / Valorization of local products to fight against moderate acute malnutrition in the commune of Koulikoro".

The overall objective of our study is to contribute to improving the nutritional status of children from 6 to 59 months through the production and use of supplements and dietary supplements in rural areas.

We conducted an exhaustive study of a total of twelve (12) children affected by moderate malnutrition living in the vicinity of the Tienfala CSCOM. It was based on a test tasting and assessment of the formulations of porridge by these children to lead to the most popular formula that could be used as a food against malnutrition of children.

We proposed three cowpea, corn, sorghum and soy formulations that were tasted by children. All the formulations were appreciated by the mothers and the children, all the children completely consumed their rations except two; the first formulation with 1055.7 kcal of energy value was more appreciated by the children and the third formulation with 1013.1 kcal of energy value by the mothers of children.

The study found that the prevalence of global acute malnutrition (as measured by BP) is 1.3% in the Koulikoro region. The most affected circles are Dioila, Kolokani, Banamba and Nara with mean prevalences of 2.2, 1.9, 1.8, and 1.1% respectively; we proposed three cowpea, maize, sorghum and soy formulations that were tasted by children. All formulations were appreciated by mothers and children; the first formulation was more appreciated by children and the third formulation by mothers of children.

The present study focused on determining the nutritional status of children less than 5 years of age and proposing high nutritional value formulas based on local products that could also carry micronutrients to improve the nutritional status of children in the target area.

1. INTRODUCTION :

Au Mali, comme dans la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne, la malnutrition constitue un problème de santé publique [1]. Elle est une des causes majeures de morbidité et de mortalité chez les enfants de moins de cinq ans. Il s'agit d'un problème de santé à dimension multifactorielle dont les causes sous-jacentes sont le manque d'accès à une alimentation de qualité, les soins et pratiques inappropriés d'alimentation du nourrisson et du jeune enfant, les mauvaises pratiques d'hygiène et d'assainissement, l'insuffisance d'accès à l'eau potable et aux services de santé [1].

L'enquête Démographique et de Santé du Mali en 2013 (EDSM V) a rapporté sur le plan national une prévalence de 12,7% de Malnutrition Aigüe Globale (MAG) avec 5,1% de Malnutrition Aigüe Sévère (MAS) et dans la région de Koulikoro une prévalence de 13,4% de MAG avec 4,5% de MAS.

Les enquêtes nutritionnelles et de mortalités rétrospectives (SMART) ont indiqué sur le plan national, une prévalence de 12,4% de MAG avec 2,8% de MAS en 2015 contre 10,7% de MAG avec 2,1% de MAS en 2016; et 11,0% de MAG avec 2,4% de MAS en 2017. La région de Koulikoro a enregistré une prévalence de 12,5% de MAG avec 2,3% de MAS en 2015, une prévalence de 10,6% de MAG avec 1,5% de MAS en 2016 et une prévalence de 7,8% de MAG avec 1,3% de MAS en 2017.

Cela dénote d'une situation stagnante et préoccupante de malnutrition des moins de 5 ans sur le plan national. Au regard de l'échelle de classification de l'organisation mondiale de la santé (OMS), la prévalence de malnutrition aigüe globale demeure élevée car comprise entre 10 et 14%.

Une situation nutritionnelle stagnante et aggravante des enfants de moins de 5ans nécessite des actions appropriées, adaptées et durables. Elle nécessite des réponses de prise en charge efficace de millions d'enfants souffrant de malnutrition aigüe modérée pour les sauver de la malnutrition aigüe sévère et de la mort, à travers l'implication prioritaire des communautés et des ressources locales [2].

L'approche à base communautaire consiste à détecter en temps voulu les cas de malnutrition aigüe dans la communauté et à fournir, lorsqu'il n'y a pas de complications médicales, un régime thérapeutique adéquat en utilisant des aliments nutritifs disponibles localement et en y ajoutant des suppléments de micronutriments [3]. Dans cette optique, nous nous proposons de mener cette étude sur le thème suivant «Utilisation / Valorisation des produits locaux dans la lutte contre la malnutrition aigüe modérée dans la commune de Koulikoro».

2 OBJECTIFS

2.1 Objectif général

L'objectif général de notre étude est de contribuer à l'amélioration de l'état nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois à travers la production et l'utilisation de suppléments et de compléments alimentaires en milieu rural.

2.2 Objectifs spécifiques

- Evaluer l'état nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois dans les villages du cercle de Koulikoro.
- Développer des formules alimentaires pour les enfants de 6 à 59 mois à base des produits locaux.
- Utiliser les formules adaptées de farines de suppléments et de compléments dans l'amélioration de l'état nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois des ménages.

3 QUESTION DE RECHERCHE

L'utilisation et la valorisation des produits locaux peuvent-elles être une alternative dans la lutte contre la malnutrition aigüe modérée chez les enfants de 6 à 59 mois dans le cercle de Koulikoro ?

4 REVUE DE LA LITTERATURE

4.1 Généralité sur la malnutrition : Situation de la malnutrition : Tous les pays font face à un grave problème de santé publique du fait de la malnutrition. Une personne sur trois souffre d'une forme ou d'une autre de malnutrition. On estime à 45 % le nombre de décès d'enfants de moins de 5 ans liés à la malnutrition. La malnutrition et les régimes alimentaires sont désormais, et de loin, les principaux facteurs de risque à l'origine de la charge mondiale de morbidité [4].

En 2016, le nombre de personnes dans le monde souffrant de sous-alimentation chronique a augmenté, d'après les estimations, passant de 777 millions en 2015 à 815 millions, un chiffre encore en deçà toutefois des quelques 900 millions enregistrés en 2000. Exacerbés par les chocs climatiques, les conflits ont des conséquences graves sur la sécurité alimentaire et sont l'une des causes de la progression récente de l'insécurité alimentaire. Globalement, la prévalence du retard de croissance a baissé, passant de 29,5 à 22,9% entre 2005 et 2016. Mais 155 millions d'enfants de moins de 5 ans continuent à en souffrir de par le monde. L'émaciation a concerné un enfant de moins de 5 ans sur douze (soit 52 millions), dont plus de la moitié (27,6 millions) en Asie du Sud. 41 millions d'enfants de moins de 5 ans étaient en excès pondéral. L'excès pondéral chez les enfants et l'obésité chez les adultes prennent de

l'ampleur, et ce, même dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Près de 2 milliards sont obèses ou en surpoids, un adulte sur 12 est atteint d'un diabète de type 2. Près d'un tiers (33%) des femmes en âge de procréer dans le monde souffrent d'anémie, ce qui menace également la nutrition et la santé de nombreux enfants. Environ 2 milliards sur 7 milliards souffrent de malnutrition par carence en micronutriments, Près de 800 millions souffrent d'une carence en calories[5].

Ces problèmes tels qu'évoqués, ont soit des répercussions sur la malnutrition aigüe (chocs climatiques, sous-alimentation), soit découlent d'elle, si des actions vigoureuses et durables ne sont pas menées (malnutrition chronique, morbidité, ..). Il est donc indispensable de conduire des actions intégrées multisectorielles et durables en appui à ceux du protocole de prise en charge intégrée de la malnutrition aigüe (PECIMA), surtout au niveau local pour inverser les tendances de ce fléau.

La malnutrition frappe tous les pays, avec une forte concentration en Afrique, notamment au sud du Sahara. Les efforts visant à lutter contre ce fléau sont en train de prendre de l'ampleur et commencent à donner des résultats, mais inverser la tendance ne sera pas facile. Bien que certaines formes de malnutrition accusent des baisses modestes bien qu'inégales, d'autres formes ne progressent pas [6].

Alors que le nombre de personnes touchées par la malnutrition est difficile à calculer, car une personne peut souffrir simultanément de plus d'un type de malnutrition, l'ampleur de la malnutrition en Afrique est inquiétante, 58 millions d'enfants de moins de cinq ans sont trop petits pour leur âge (retard de croissance), 13,9 millions pèsent trop peu pour leur taille et 10,3 millions sont en surpoids. Aucun de ces enfants ne grandit sainement. 163,6 millions d'enfants et de femmes en âge de procréer sont anémiques. 220 millions de personnes souffrent d'une déficience calorique. 8 % des adultes de plus de 20 ans sont obèses [6].

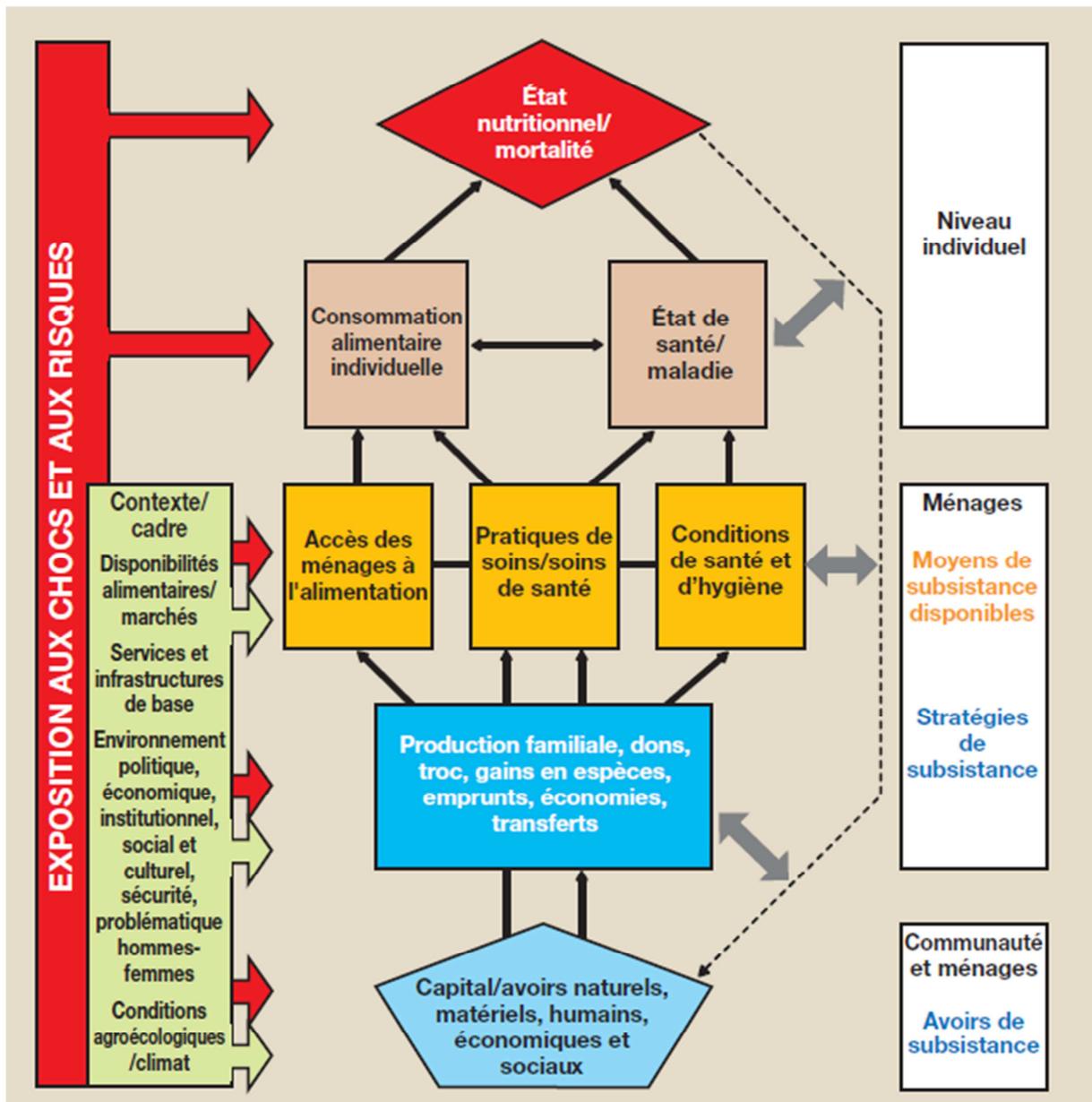
Les résultats de l'EDS V du Mali montrent que, 38 % des enfants souffrent de malnutrition chronique : 19 % sous la forme sévère. Le niveau du retard de croissance augmente rapidement avec l'âge : de 15 % chez les enfants de moins de 6 mois, il passe à 24 % chez ceux de 9-11 mois, puis continue d'augmenter pour atteindre un maximum de 48 % à 18-23 mois, et se maintient à un niveau élevé après cet âge. Les enfants du milieu rural accusent plus fréquemment un retard de croissance que ceux du milieu urbain (42 % contre 23 %). La prévalence de la malnutrition chronique varie d'un minimum de 21 % à Bamako à un maximum de 47 % à Mopti. Elle touche également une proportion élevée d'enfants dans les régions de Mopti (47 %), de Ségou (41 %) et de Sikasso et Koulikoro (40 % chacune), mais aussi de Kayes (34 %). Par ailleurs, les résultats montrent que le niveau de malnutrition

chronique est nettement influencé par le niveau d'instruction de la mère : de 40 % chez les enfants de mère sans instruction, et 32 % parmi ceux dont la mère a un niveau primaire, la proportion d'enfants atteints de malnutrition chronique passe à 24 % chez ceux dont la mère a un niveau d'instruction secondaire ou plus. Le niveau d'émaciation des enfants est de 13 % dont un peu moins d'un tiers (5 %) sous la forme sévère. Les enfants de 9-11 mois et ceux de 12-17 mois ont les niveaux d'émaciation les plus élevés (respectivement 22 % et 20 %). Le niveau de malnutrition aiguë varie selon la région de résidence : c'est à Mopti (15 %), Ségou (13 %) et Sikasso (13 %) que les niveaux de prévalence de la malnutrition aiguë sont les plus élevés, contre 12 % à Bamako et à Kayes et 11 % à Koulikoro. Environ 26 % des enfants présentent une insuffisance pondérale dont près d'un tiers (9 %) sous sa forme sévère. L'insuffisance pondérale varie assez peu entre les garçons et les filles (24 % et 27 %), mais elle est plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain (28 % contre 17 %). Enfin, il faut signaler que c'est dans les régions de Mopti (32 %), Sikasso (27 %) et de Ségou (26 %) que les enfants sont les plus touchés par l'insuffisance pondérale.

4.1.2 Causes de la malnutrition chez les enfants :

Le cadre conceptuel de l'UNICEF adapté par la FAO montre que les causes de la malnutrition sont multisectorielles (alimentation, santé, pratiques de soins). Ces causes sont classées en causes immédiates (niveau de l'individu), sous-jacentes (niveau du foyer ou de la famille) et fondamentales (niveau de la société), l'influence des facteurs à un niveau se faisant sentir aux autres niveaux aussi.

Ce cadre est utilisé pour la planification et l'évaluation des programmes, ainsi que pour guider l'analyse et l'appréciation des problèmes, et la formulation d'actions débouchant sur une meilleure nutrition [7].



Source: cadre conceptuel de l'UNICEF adapté par la FAO.

Figure 1 : Causes de la malnutrition chez les enfants

4.1.3 Liens agriculture-nutrition-santé :

Le cadre conceptuel ainsi adapté par la FAO fait ressortir tous les liens multisectoriels influençant la nutrition [8]. Ainsi, au niveau spécifique, la réduction des maladies liées à l'environnement agricole et l'éducation nutritionnelle peuvent positivement impacter l'état nutritionnel des femmes et des enfants. Au contraire l'inverse peut se produire si les pratiques agricoles néfastes (l'utilisation non contrôlée des pesticides) sont fréquentes dans l'espace agricole. D'un autre côté, les causes sensibles dues à l'activité agricole et les technologies post-récoltes font que la sécurité alimentaire est positivement impactée par la production agricole, la transformation, la diversification et la gestion / marketing des produits finis.

Un tel schéma permet de mieux comprendre la multisectorialité pour une coordination effective multisectorielle des programmes de nutrition.

Liens agriculture-Nutrition-Santé

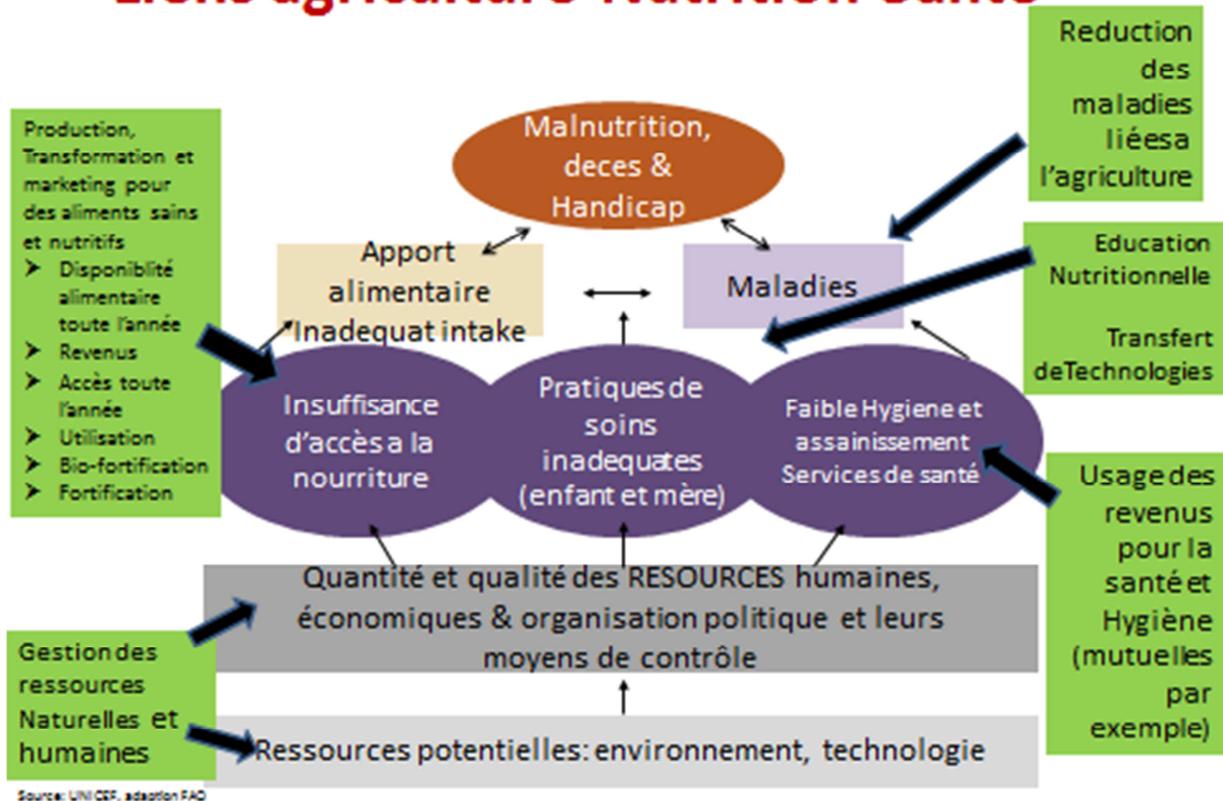


Figure 2 : Liens agriculture, santé et nutrition

Les liens ainsi décrits, font ressortir deux types d'intervention : les interventions nutritionnelles directes ou spécifiques et les interventions nutritionnelles sensibles dues aux actions synergiques des autres secteurs impliqués.

4.1.4 Les différentes formes de malnutrition :

La malnutrition se traduit par un déséquilibre entre les apports en éléments nutritifs et les besoins de l'organisme. Quand ces apports sont insuffisants, l'organisme s'affaiblit. La graisse disparaît en premier, puis les muscles fondent peu à peu. La malnutrition peut aussi être le résultat d'un excès d'un ou plusieurs nutriments essentiels, pendant une période prolongée.

Le terme de Malnutrition Protéino-Energétique (MPE) est un terme qui n'est plus d'actualité. Plus de 40 nutriments sont essentiels à la santé.

Les nutriments sont divisés en deux groupes selon leur réponse à une carence de :

Type I : C'est des nutriments fonctionnels, ils sont stockés dans l'organisme, leurs concentrations sont réduites en cas de carence, Présentent des signes spécifiques de

carence, n'entraînent pas de défaut de croissance et leurs concentrations sont variables dans le lait maternel. Ces nutriments fonctionnels sont : Sélénium, Fer, Calcium, Acide folique, Iode, Cuivre, Manganèse, Thiamine, Riboflavine, Acide ascorbique, Rétinol, Tocophérol, Calciférol, Vitamine B12, Pyridoxine.

Type II : c'est des nutriments de croissance, ils ne sont pas stockés dans l'organisme, leurs concentrations restent stables dans les tissus. Il n'y a pas de signes spécifiques en cas de carence, le défaut de croissance est le trait dominant et leurs concentrations sont stables dans le lait maternel. Ces des nutriments de croissance sont : Azote, Soufre, Sodium Potassium, Magnésium, Zinc, Phosphore, Eau, Acides aminés essentiels [9].

Il existe deux grandes formes de malnutrition que sont : la malnutrition aiguë, la malnutrition chronique.

4.1.4.1 La malnutrition aiguë

Elle se détecte lorsqu'on évalue le rapport Poids / Taille. Le signe extérieur est : « Il est trop maigre ». La prévalence est importante entre 0 et 24 mois. La malnutrition aiguë se développe rapidement, en lien avec une situation ponctuelle de manque ou de manques répétés (période de soudure, épidémie sévère, changement soudain ou répété dans le régime alimentaire, conflit...)

Il existe deux types de malnutrition aiguë : aiguë modérée et aiguë sévère

4.1.4.1.1 La malnutrition aiguë modérée :

Elle se caractérise par une perte de poids modérée. La réponse de l'Unicef est une alimentation à base de produits de farine (80% de maïs et 20% de soja), enrichie en minéraux et vitamines. Pour les cas de malnutrition aiguë modérée, l'hospitalisation n'est pas nécessaire.

4.1.4.1.2 La malnutrition aiguë sévère :

Elle se caractérise par une perte de poids très importante. Un enfant dont la circonférence du bras est inférieure à 115 mm (mesuré grâce au bracelet brachial) a de fortes chances d'être atteint de malnutrition aiguë sévère. Elle est responsable de la plupart des décès d'enfants de moins de 5 ans dans le monde. Elle fait l'objet d'une urgence médicale et nécessite une prise en charge rapide et efficace. Comme dans les cas de malnutrition chronique, l'enfant atteint de malnutrition aiguë est confronté à un très grand risque de maladies (diarrhées, paludisme...) et de mortalité. Parmi les formes de malnutrition aiguë, deux types sont d'une extrême gravité [10].

- **Le marasme** : caractérise par une perte de poids très rapide et très importante. Les enfants ressemblent à des vieillards avec des corps décharnés et un abdomen gonflé. Les enfants qui en souffrent sont d'une extrême maigreur, la graisse et les muscles ayant fondu.
- **La kwashiorkor** : caractériser par la présence d'œdèmes (gonflements), perte d'appétit et présence un air triste et apathique. La peau pèle, se couvre de plaies et l'on note une dépigmentation. Les cheveux sont clairsemés, plus secs et fins. Les poches d'eau qui se forment autour des yeux leur donne un visage lunaire [10].

4.1.4.2 La malnutrition chronique

Elle se détecte lorsque l'on évalue le rapport Taille / Âge. Le signe extérieur est : « Il est petit pour son âge », la prévalence est importante entre 24 et 36 mois. La malnutrition chronique se développe lentement, en lien avec une situation de pauvreté structurelle, notamment quand l'alimentation n'est pas équilibrée (exemple : ne manger que des céréales, sans autres aliments, peut provoquer un état de malnutrition chronique). Si un enfant est atteint de malnutrition chronique pendant une période prolongée, il souffrira rapidement d'un retard de croissance, en comparaison à un autre enfant de son âge. Ses défenses immunitaires sont très affaiblies, et de ce fait, il est davantage confronté aux risques de maladies (diarrhées, paludisme...) [10].

4.1.4.3 Carences en micronutriments :

« Malnutrition par carence en micronutriments » est le terme communément utilisé aujourd'hui pour désigner les principales carences alimentaires en vitamines ou minéraux présentant de l'importance en santé publique : les troubles dus à une carence en iode, la carence en vitamine A (avitaminose A) et l'anémie ferriprive (ou carence martiale).

Si certaines des manifestations cliniques les plus évidentes de ces carences, comme le goitre, la perte de la vision crépusculaire et la pâleur sont connues depuis des millénaires, il y a seulement 60 ou 70 ans que des études menées par des spécialistes de la nutrition ont révélé l'importance fondamentale de l'iode, du fer et de la vitamine A pour la santé humaine. Ce n'est même qu'au cours des dix dernières années que l'on a acquis une vue réaliste aussi bien du large spectre d'infirmités, de morbidité et de mortalité dues à ces formes de malnutrition que de l'ampleur mondiale du problème [11].

4.1.5 Dépistage passif dans toutes les structures de santé

Le dépistage passif doit être fait par les agents de santé (médecins, infirmiers, aides-soignants, sages-femmes, etc.) dans toutes les structures de santé.

4.1.5.1 Activités : Dépister tous les enfants en utilisant l'indice P/T, le PB et rechercher systématiquement les œdèmes bilatéraux à tous les points de contact. Référer les patients vers la personne spécifiquement formée au traitement de la MAS/MAM. Il est important qu'un traitement donné à un patient non malnutri sévère ne soit pas automatiquement donné à un malnutri sévère. C'est la raison pour laquelle l'évaluation nutritionnelle doit être faite avant tout autre diagnostic et traitement, car il est important d'adapter le traitement médical au statut nutritionnel du patient ;

4.1.5.2 Outils et Matériel :

Bande de Shakir ou brassard PB (incluant des PB de rechange), Toise, Balance avec au minimum une précision de 100g, Fiche de dépistage (annexe 2) ou registre de consultation avec données PCIME, Fiche de référence ; crayon, papier, taille-crayon, gomme [12].

4.1.6 Procédures de Triage

Le triage doit avoir lieu au niveau de la consultation externe/service des urgences de l'hôpital et au niveau des centres de santé. Le schéma ci-dessous (fig.2) montre le flux des patients pour la prise de décision appropriée aux programmes UREN le mieux adaptés à la prise en charge de l'état nutritionnel des enfants[12].

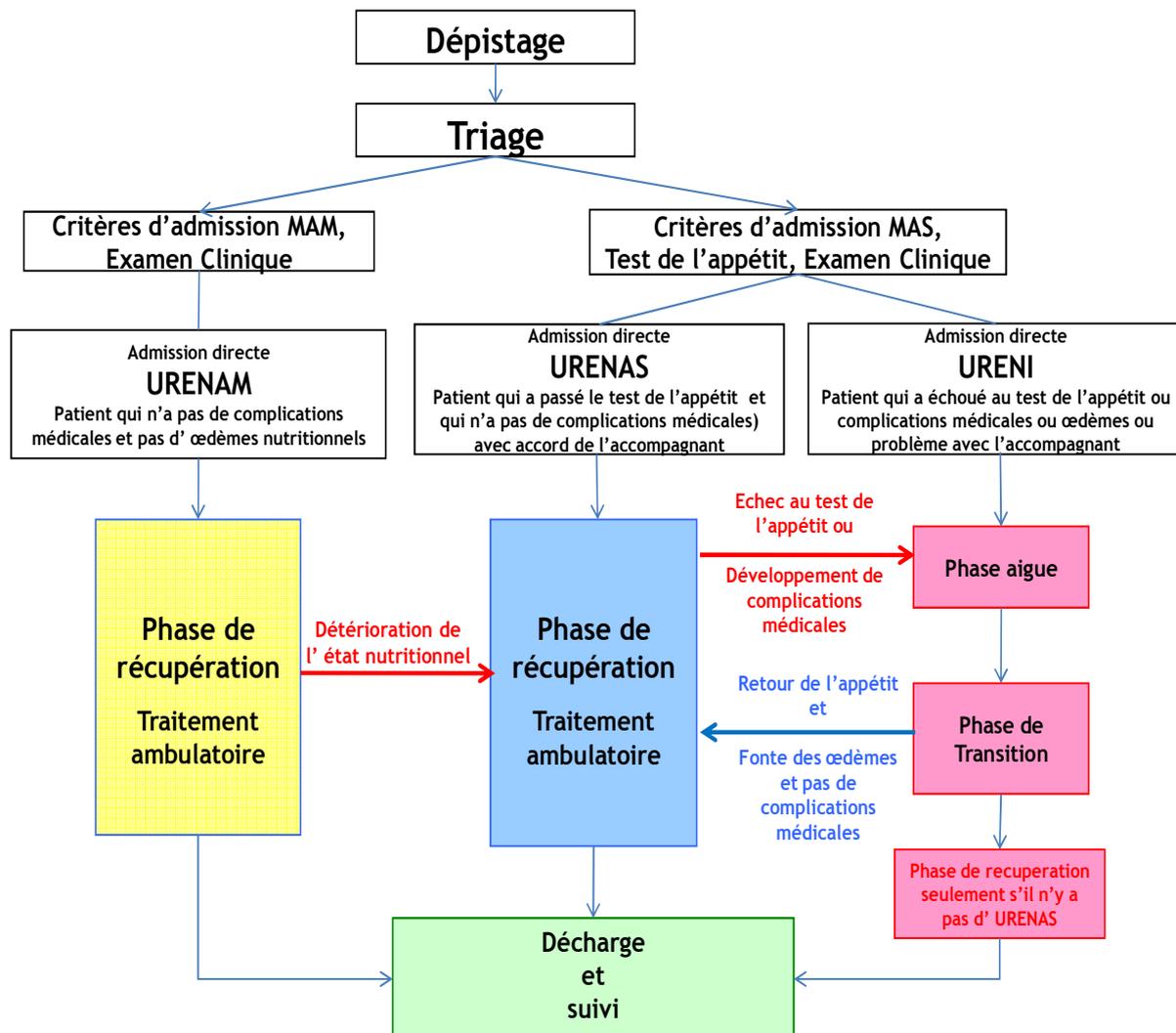


Figure 3: Schéma du flux des patients pour la prise de décision.

4.1.7 Prise en charge de la malnutrition:

La prise en charge de la malnutrition est assurée dans les Districts conformément aux directives nationales à savoir dans chaque CSCOM fonctionnel (URENAS/URENAM) et au niveau du CS Réf (URENI) avec en parallèle le développement de l'approche communautaire pour faciliter la sensibilisation, l'identification et le référencement des cas de malnutrition via la participation active des relais communautaires [12].

4.1.7.1 Méthodes de dépistage par niveau :

4.1.7.1.1 Niveau Communautaire:

- PB (bande de Shakir)
 - $PB < 115$ mm; Zone rouge =MAS; URENAS/ URENI
 - $PB \geq 115$ mm et < 125 mm (entre 115 et 125 mm); Zone jaune = MAM; URENAM
 - FE/FA : $PB \geq 180$ et < 210 mm (180-210 mm) MAM référée à l'URENAM

- Présence d'œdèmes bilatéraux = MAS; URENI

4.1.7.1.2 Niveau Structure de santé: systématique

Prise de poids, mesure de la taille, mesure PB et recherche œdèmes systématiques.

Enfant 6 – 59 mois

- $PB \geq 115$ et < 125 mm (entre 115 et 125 mm); et/ou $P/T \geq -3$ z-score et < -2 z-score = MAM
- $PB < 115$ mm et/ou $P/T < -3$ z-score et/ou présence d'œdèmes bilatéraux = MAS
- Femme enceinte/Femme allaitante/autres adultes
- $PB < 180$ mm et/ou $IMC < 16$ = MAS
- $PB < 210$ mm et ≥ 180 mm et/ou $IMC < 18$ et 16 [12].

4.1.7.2 Prise en charge:

La prise en charge est assurée au niveau communautaire par les agents de santé communautaire et au niveau des structures de Santé par le personnel soignant.

L'agent de santé est responsable de la supervision du programme à l'URENAS et au sein des communautés dans la zone couverte par le centre de santé.

4.1.7.2.1 Prise en charge à l'URENI :

- **Comprend : Deux phases**
 - Phase Aiguë ou Phase 1 : Lait F75
 - Phase 2: ATPE – ou au F100
- **Admission** : Nouvelles admissions, Références, Transferts Internes de l'URENAS
- **Traitement nutritionnel** : Sachets de : F75 (sachet de 102,5g ou 410g), ATPE (sachet de 92 g), F100 (sachet de 114 ou 456 g), ReSoMal (84 g) destiné pour la prise en charge de la déshydratation
- **Traitement médical** : Médicaments de routine (amoxicilline – gentamicine, Ceftriaxone, fluconazole, Mébendazole/Albendazole, vitamine A, acide folique, Co-artem.
- **Traitement des complications**
- **Le critère principal pour passer de la Phase de Transition (URENI) à la Phase de Réhabilitation en ambulatoire (URENAS) est :**
 - Un bon appétit (soit une consommation d'au moins 90 % d'ATPE) et la bonne acceptabilité de l'ATPE.
 - Pour les patients avec présence d'œdèmes (kwashiorkor), une réduction importante ou totale des œdèmes ;
 - Les autres conditions sont les suivantes :

- Un accompagnant capable de s'occuper du patient à domicile et qui est d'accord pour le traitement à l'URENAS ;
- Des quantités d'ATPE suffisantes ;
- Une URENAS à proximité du domicile du patient.

4.1.7.2.2 Prise en charge à l'URENAM

- **Traitement nutritionnel**

Les aliments de supplémentation utilisés par les URENAM sont à base de :

- **Farines industrielles enrichies/améliorées** en complexes minéraux-vitaminiques répondant aux normes internationales (csb+, csb++),
- **Farines locales enrichies** (exemple : Misola).
- **Aliments supplémentaires prêts à l'emploi (ASPE)** : pâte à base de lipides (exemple, « supplementary plumpy »).

- **Traitement/prévention médical**

- Administration de vitamine A selon les directives nationales
- Déparasitage de l'enfant et de la femme enceinte
- Prévention de l'anémie (fer acide folique)

- **Suivi :**

Pour l'enfant modérément malnutri

- Suivre l'enfant selon le suivi se fait selon le schéma suivant :
- 1er mois : 1 fois par semaine
- 2ème et plus : 1 fois toutes les 2 semaines

- **Pour les ex-MAS**

- Suivre l'enfant selon le suivi se fait selon le schéma suivant
- 1er mois : 1 passage par semaine
- 2ième et 3ième mois : 1 passage tous les 15 jours.

- **Après la sortie**

- L'enfant doit être vu 1 fois par mois pendant trois mois par l'ASC ou le relais dans le village pour son suivi nutritionnel (par la mesure du PB, les conseils nutritionnels [12]).

4.1.8 Les conséquences de la malnutrition sont :

- **chez la femme enceinte** : Augmentation du nombre des avortements, des mort-nés, des enfants de faible poids et de petite taille à la naissance. Elle est très fatiguée, accouchements difficiles, mauvais développement du fœtus

- **chez le nourrisson** : enfants chétifs, attrapant facilement les maladies
- **à l'âge scolaire** : apprend difficilement, ne grandit pas bien.
- **chez la femme allaitante** : ne produit pas beaucoup de lait, elle est toujours fatiguée.
- **chez le travailleur** : ne travaille pas bien, grande fatigue [13].

4.2 Généralité sur les produits locaux

4.2.1 Moringa (*M. oleifera*)

Parmi les 14 espèces connues, le Moringa *oleifera* est la plus répandue, la plus exploitée et particulièrement facile à multiplier. Le Moringa *oleifera* appartient à une famille mono générique d'arbres et d'arbustes : les Moringacées [14]. Le Moringa est un genre d'arbuste et de petit arbre à usages multiples: ses feuilles, ses racines et ses cosses vertes sont consommées en légumes. Toutes les parties du Moringa – écorce, gousses, feuilles, noix, graines, tubercules, racines et fleurs sont comestibles. Les feuilles sont utilisées fraîches ou séchées et réduites en poudre. Les gousses contenant les graines sont cueillies encore vertes et consommées fraîches ou cuites. L'huile extraite des graines de Moringa est douce, non collante, ne sèche pas et ne rancit pas, tandis que le tourteau sert à purifier l'eau potable. Les graines sont consommées vertes, grillées, en poudre, ou trempées pour le thé ou le curry [15]. Les feuilles du Moringa *oleifera* sont généralement consommées dans toutes les sauces dans toute l'Afrique de l'Ouest. Le Moringa est un des meilleurs légumes tropicaux dans le contexte nutritionnel. Plusieurs analyses en laboratoire des gousses, des feuilles fraîches et de la farine des feuilles séchées ont démontré qu'elles contenaient des éléments suivants par portion comestible de 100 g (Tableau I dans l'annexe) [14].

Tableau II : Pourcentage de l'apport nutritionnel recommandé (ANR) de plusieurs nutriments que la poudre de feuille de Moringa procure à la mère allaitante et au jeune enfant de 1 à 3 ans (6 cuillerées à soupe par jour pour la mère allaitante et 1 cuillerée à soupe trois fois par jour pour l'enfant de 1 à 3 ans)

Élément nutritif présent	ANR (%)	
	Mère	Enfant
Protéine	21	42
Calcium	84	125
Magnésium	54	61
Potassium	22	41
Fer	94	71
Vitamine A	143	272
Vitamine C	9	22

[16].

4.2.2 Le soja (*Glycine max* (L)):

La graine de soja est une source utile d'huile et de protéine et peut être utilisée pour améliorer la valeur nutritionnelle des aliments traditionnels. Les graines sont transformées pour produire de la farine, de la semoule ou du lait de soja, et l'huile peut en être extraite laissant une semoule utilisée pour l'alimentation animale. La graine de soja est toxique pour les humains et les animaux monogastriques et nécessite donc un traitement thermique afin de détruire les inhibiteurs de l'enzyme trypsine [17].

Comme c'est le cas de nombreuses légumineuses, la composition du soja varie beaucoup selon le cultivar et les conditions de culture. Mais il diffère des légumineuses à grain en ce qu'il contient moins d'amidon, beaucoup plus d'huile (jusqu'à 25%) et également beaucoup de protéines (jusqu'à 50%). La protéine contenue dans la fève de soja est de bonne qualité sur le plan nutritionnel, en particulier lorsqu'on la combine avec des céréales [18].

4.2.3 Le Maïs (*Zea mays*, *Sotubaka*) :

4.2.3.1 Botanique et origine

Le maïs est une plante tropicale de la famille des graminées, constituant historiquement la base de l'alimentation de base des civilisations d'Amérique Centrale d'où la plante est originaire.

Aujourd'hui, le maïs est devenu la première céréale cultivée dans le monde, devant le riz et le blé. Le maïs est une plante herbacée annuelle de hauteur variable et constituée d'une tige unique de gros diamètre, constituée d'un empilement de nœuds et d'entrenœuds. Au niveau de chaque nœud sont insérées une feuille et un bourgeon axillaire. Selon les variétés, chaque plante porte entre 15 et 20 feuilles, de grande taille (jusqu'à 10cm de large et 1 mètre de long) et réparties alternativement d'un côté et de l'autre de la tige.

Le système racinaire du maïs est fasciculé : de nombreuses racines dites adventives se développent à la base de la tige et forment un réseau de racines d'égale dimension. Elles permettent l'ancrage mécanique de la plante dans les couches superficielles du sol [19].

4.2.3.2 Importance alimentaire et nutritionnelle

Étant donné la consommation relativement importante dont elles font l'objet dans les pays en développement, les céréales ne peuvent pas être considérées uniquement comme une source d'énergie puisqu'elles fournissent également des apports importants en protéines. On sait aussi que les céréales ont une faible concentration de protéines et que la qualité de ces protéines est limitée par des carences en certains acides aminés essentiels, la lysine principalement. Le principal composant chimique du grain de maïs est l'amidon, qui constitue de 72 à 73 % de son poids, la teneur en protéines varie d'environ 8 à 11 % du poids du grain.

La teneur en huile du grain de maïs provient essentiellement du germe. La teneur en huile est déterminée génétiquement, avec des valeurs étagées entre 3 et 18 %. L'huile de maïs a une faible teneur en acides gras saturés, à savoir 11 % d'acide palmitique et 2 % d'acide stéarique. Les fibres alimentaires sont le composant chimique que l'on trouve en plus grandes quantités. La concentration des cendres dans le grain de maïs est d'environ 1,3 %. Le grain de maïs contient deux vitamines liposolubles: la provitamine A' ou caroténoïdes, et la vitamine E. Les caroténoïdes se trouvent principalement dans le maïs jaune [19].

4.2.4 Niébé (*Vigna unguiculata*)

4.2.4.1 Botanique et origine

Le genre *Vigna* et plus précisément l'espèce *unguiculata* est vraisemblablement originaire d'Asie. Le Nord du Nigeria ne constitue en fait qu'un centre secondaire de diversification.

Le genre regroupe de nombreuses espèces parmi lesquelles on peut citer en plus de l'espèce *unguiculata*, les espèces *V. sesquipedalis* dont les gousses peuvent atteindre 0,9 m de long, et *V. catjang* (très répandue au Kenya et Indes) annuelle, indifférente à la durée du jour, en forme de plante buissonnante semi-érigée de 0,9 m de haut. La plupart des autres espèces sont peu importantes sur le plan agronomique, car ne produisent que peu de graines en conditions de culture sèche. Les niébés sont des plantes herbacées annuelles, érigées, rampantes ou semi-érigées. Elles sont plus ou moins sensibles à la durée de la longueur du jour et à la température, et présentent une grande variabilité des formes et de physiologie. Formes de légume sec et de légume frais, cultivés pour leurs grains secs ou immatures, leurs jeunes gousses ou leurs feuilles ; port prostré à ériger, atteignant 80 cm de haut, floraison tardive, gousses de 10–30 cm de long, pendantes, dures et fermes, non renflées à l'état jeune, contenant de nombreuses graines non espacées [19].

4.2.4.2 Importance alimentaire et nutritionnelle

Légumineuse très cultivée en Afrique, le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) est une culture qui constitue une source importante de revenu des paysans pauvres. La culture a un fort potentiel à la fois pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle et la réduction de la pauvreté rurale à cause de sa teneur élevée en protéines et la valeur de marché des céréales. Il se caractérise surtout par sa richesse en protéines (24-28 %) et autres constituants comme l'eau 11 %, les hydrates de carbone 56,8%, les lipides (1,3 %), les fibres (3,9 %), les cendres (3,6 %), la vitamine A (32,42UI/100g), la vitamine D (26- 78,02ug/100g) et la vitamine E (3,07-5,07 mg/100g). Les grains de niébé contiennent aussi du calcium (90mg/100g), du fer (6-7mg/100g), de l'acide nicotinique (2mg/100g), de la thiamine (0,9mg/100g) mais il est pauvre en lysine. Le niébé fournit une valeur énergétique de 342 calories par 100g de graines.

Les graines sont assez riches en protéines (2 à 3 fois plus que celles des céréales) et des vitamines A, B1, B2 et C et tous les acides aminés essentiels indispensables à l'équilibre fonctionnel de notre organisme et pour cela bien appréciées pour l'alimentation des enfants [19].

4.2.5 Le Sorgho (*Sorghum guinée*, Fambé)

Le sorgho est la troisième des grandes céréales destinées à l'alimentation humaine. Plusieurs variétés de sorghos à grains servent de céréale de base, En Afrique de l'Ouest le Sorgho de Guinée (*Sorghum guinée*) domine. En générale, la plus part du sorgho ont la même valeur nutritive que la Maïs. Mais la composition chimique des différentes variétés de sorgho varie sensiblement [20].

L'association germination fermentation améliore la digestibilité des céréales et augmente la teneur en vitamines des mets préparés. Les modifications enzymatiques initiales qui précèdent la germination ont pour double effet de transfère et d'augment la teneur en vitamines B d'une part, et d'autre part de dissocier les glucides et autres molécules de stockage, tel que le phytate de magnésium calcique. Ces modifications permettent de produire une farine plus nutritive contenant peu de fibres.

L'utilisation de grains maltés permet d'augmenter la teneur en calories du gruau, sans pour autant augmenter sa viscosité dans les mêmes proportions [20].

4.3 Formulations d'aliments de compléments à partir des produits locaux:

En Afrique subsaharienne, les premiers aliments de complément sont le plus souvent des bouillies à base de céréales, racines ou tubercules agrémentées ou non de sucre. Ces régimes principalement basés sur des aliments d'origine végétale apportent des quantités insuffisantes de certains nutriments clés; notamment le fer, le zinc, le calcium et l'iode, pour couvrir les besoins en nutriments. Par ailleurs, les farines infantiles de commerce ne sont généralement pas utilisées par les ménages à bas revenu parce que ces aliments coûtent chers et ne sont pas toujours disponibles. Face à cette situation, la promotion et la production de farines infantiles à partir de produits vivriers locaux disponibles, de hautes densités énergétiques (céréales et légumes) ont été adoptées pour élargir la gamme des aliments de base [19].

La période de 6 mois à 2 ans est très importante du point de vue nutritionnel pour l'enfant, car il grandit vite et a besoin de plus d'aliments en plus du lait maternel, il devient nécessaire de lui apporter un surcroît de calories, de protides, de fer et de vitamines nécessaires à sa croissance (alimentation de complément.) [13]

Les aliments de supplémentation utilisés pour la prise en charge nutritionnelle dans les UREN CSCCom sont à base de farines enrichies en complexes minéralo-vitaminiques répondant aux

normes internationales. Les bénéficiaires reçoivent un supplément en ration sèche qui devra apporter 1000 à 1500 kcals/bénéficiaire/jour [12].

Cette ration sera équilibrée de sorte que les 1000 à 1500 kcals proviennent de : 10 à 15% de protéines, 30 à 35% de lipides, 50 à 55% de glucides.

En l'absence de Supercéréale plus, de Supercéréale 2, et de farine locale enrichie, on peut utiliser des mélanges locaux à base de mil, de niébé, d'huile et de sucre. Ces mélanges locaux doivent être enrichis avec de la poudre de micronutriments spécialement prévue pour cet usage à raison de 3.2 g de CMV supplémentaire pour 100 grammes de farine (ou pour 400 kcal) [12].

Tableau III: Farines à base de produits locaux

Aliments	Quantité		Composition Nutritionnelle			
	G/PERS/JO UR	G/PERS/ SEMAIN E	KG/PER S/2 SEMAI NES	ENERGIE (KCAL/P ERS/JOU R)	PROTEINE (G/PERS/J OUR)	LIPIDE (G/PERS/JO UR)
Mil	200	1400	2.8	708	11,6	3,4
Niébé	90	630	1,26	246	21,2	1,3
Huile	25	175	0,35	225	0	25
Sucre	10	70	0.14	40	0	21,9
Total	325	2275	4,45	1219	32,8	29,6
%					10,8	21,9

Source : Table de composition des aliments du Mali (TCAM)

5 MÉTHODOLOGIE

5.1 Cadre d'étude :

Notre étude s'est déroulée dans les villages de deux (2) communes du cercle de Koulikoro, auprès des enfants atteints e malnutrition aiguë modère.

5.2 Zone d'étude :

5.2.1 Présentation de la Commune urbaine de Koulikoro

La commune urbaine de Koulikoro est située dans la 2ème région administrative du Mali, à 60 Km à l'Est de Bamako. Elle s'étire le long de la route régionale N°14. D'une superficie de 228 km², elle est limitée à l'Ouest par la commune de Tienfala ; à l'Est par la commune de Méguétan ; au Nord par la commune de Koula et au Sud par le fleuve Niger.

A la suite de la réforme institutionnelle de 1992, l'ancienne commune urbaine constituée uniquement de la ville de Koulikoro fut étendue à d'autres villages.

5.2.1.1 Aspects physiques

Située dans le climat soudanien nord, la commune urbaine de Koulikoro se caractérise par l'alternance d'une saison sèche (novembre à mai) et celle d'une saison pluvieuse (fin mai à octobre). Les températures les plus fortes (40°C) s'observent entre mars et mai et les plus basses (15°C) entre décembre et février. L'harmattan, vent chaud et sec souffle pendant la saison sèche, il est de direction nord-est ; la mousson, de direction sud-ouest, souffle pendant l'hivernage et apporte la pluie.

Le relief est constitué de deux ensembles : la plaine et le plateau. La plaine est l'élément dominant du relief de la commune, elle fait l'objet d'une forte utilisation agricole ou arboricole. Quant au plateau, il est l'élément dominant dans le chef-lieu de commune, Koulikoro. Le plateau qui surplombe la ville de Koulikoro est une extension des monts Manding, il est localement appelé « Nianankoulou » et fait l'objet de culte.

Le fleuve Niger, artère nourricière du Mali, arrose la commune de Koulikoro et structure l'économie locale. Son régime est fortement lié à la pluviométrie. Pendant les périodes de hautes eaux, il sort de son lit mineur et provoque parfois des inondations. Par contre pendant la saison sèche, il se rétrécit par endroits à un mince filet d'eau. Plusieurs rivières parcourent la commune et se jettent pour la plupart dans le Niger. On peut citer entre autres le "djindjabali" qui draine les eaux du plateau.

Le plateau est constitué de grès et il affleure par endroits dans la ville de Koulikoro. Le piémont et les dépressions sont recouverts de latérites ou de dépôt alluvionnaire.

On trouve des sols hydromorphes le long des berges et dans certaines parties des plaines, propices à l'arboriculture.

5.2.1.2 Démographie et organisation sociale

La population de la commune s'élevait à 28 670 hbts (RGPH 1998) dont 14 237 hommes et 14 433 femmes, avec une densité de 118 habitants/ km². Le nombre de ménages est de 4 339 soit 6,6 personnes par ménage. Le nombre de concessions est de 2 966 soit 1,5 ménage par concession.

L'exploitation du sable et du gravier, l'agriculture, l'élevage et la pêche constituent les principales activités économiques malgré l'existence de quelques unités industrielles.

5.2.1.3 Typologie de l'habitat

Du point de vue de l'habitat, la commune rurale de Koulikoro est composée de deux entités : le noyau urbain et les villages ruraux.

5.2.1.3.1 Le noyau urbain

Le noyau urbain est formé par la ville de Koulikoro avec ses 7 quartiers : Koulikoro I, Koulikoro II, Koulikoro gare, plateau I, plateaux II, plateau III, Kolébougou. Koulikoro, chef-lieu de commune, est une ville linéaire, étirée le long de la RR 14 sur 14 Km. Le site de la ville, très accidenté, encaissé entre les collines et le fleuve, est perçu par la population et les autorités comme un obstacle à l'expansion de la ville et à son assainissement.

5.2.1.3.2 Les nouveaux quartiers (villages)

A la suite des réformes institutionnelles, de nouvelles communes ont été créées et les anciennes furent réorganisées. C'est ainsi que la Commune urbaine de Koulikoro créée en 1958, fut étendue à certains villages. La commune urbaine selon la loi n°95-034 portant code des collectivités territoriales en République du Mali, «se compose essentiellement de quartiers ». De ce fait, les villages de : Souban, Kayo, Katibougou, Thien ont été rattachés à l'ancienne avec le statut de quartier. Ces « nouveaux quartiers » se distinguent nettement de l'ancienne ville par le type d'habitat [21].

5.2.2 Présentation de la commune rurale de Tienfala

5.2.2.1 Histoire :

Le village de Tienfala village fut fondé vers 1886 par des chasseurs venus de Ségou. Le plus éminent Dienfal Coulibaly s'y installa le premier puisqu'il y avait suffisamment de gibiers dans la partie Nord. Ses descendants lui succédèrent à la chefferie du village jusqu'à l'arrivée de la ligne du chemin de fer.

Les villages du Nord-Sud sont situés à côté du fleuve Niger, séparés par le canal du fleuve Niger allant à Koulikoro.

5.2.2.2 Présentation géographique :

Les villages sont situés de part et d'autre sur un vaste plateau de terres fertiles au sud. Au Nord on y trouve le prolongement du mont manding. Cette partie est très accidentée et impropre à toute culture. A la faveur de la décentralisation, Tienfala a été érigée en commune rurale par la loi 96-059 et ses textes modificatifs.

La commune est composée de 16 villages que sont : Tienfala village, Tienfala gare, Fougadougou, manabougou, Banco, Ninfala, Diogo, Daforo, Semba Est, Semba Ouest, Foura, Sirabala, Sirabalabougou, Sogoun, Solani et Sirakorni.

Le principal cours d'eau est le fleuve Niger.

5.2.2.2.1 La végétation :

Elle est de type sahélo-soudanien avec des espèces comme le ombax, les panéa etc. dans la savane la plus arborée, les hauteurs des arbres excèdent rarement 13m. au long du fleuve, on rencontre des galeries forestières notamment dans la forêt classée de Tienfala. Le tapis herbacé se compose d'herbes de taille moyenne qui disparaissent en saison sèche.

5.2.2.2.2 Le climat :

Il est de type soudano-sahélien et comprend

- une saison sèche et fraîche de Décembre à janvier avec une humidité relative et des vents faibles

- une saison humide et chaude de juin à septembre les précipitations sont de l'ordre de 900mm. Ce chiffre est variable selon les années. Les vents dominants sont l'harmattan soufflant de février à avril. La mousson souffle de Mai à octobre.

5.2.2.2.3 Les limites :

La commune de Tienfala est située à l'Est de Bamako et à l'Ouest de Koulikoro, chef-lieu de cercle et région (33 km de Bamako et 27 km de Koulikoro) au Nord par la commune de Kalabancoro, au Sud par la commune de Baguinéda. La commune couvre une superficie de 450 km²

5.2.2.3 Données démographiques :

La diversité ethnique se compose de bambara (85%), de Somono et Bozo (5%), de mossi, malinké, peulh et kassonké (10%). Selon les données du 12 août 2009 du Ministère de l'Administration territoriale et des Collectivités locales, la population était estimée à 6 969hbts.

5.2.2.4 Potentialités :

Les ressources humaines sont variables. L'agriculture est la principale source de revenu des populations pour plus de 85%. Les cultures sont : sorgho, mil, riz, maïs, niébé, pois, etc.

L'élevage de subsistance est pratiqué et constitue une richesse. Le maraîchage tel que l'exploitation de bois, la plantation, la pêche sont des sources de revenus des populations. L'artisanat, le petit commerce y sont pratiqués. Les potentialités énergétiques sont la haute tension de Bamako Koulikoro. Traverse la commune et peut être profitable un jour aux populations [22].

5.3 Type d'étude :

Il s'agissait d'une étude exhaustive chez les enfants atteints de malnutrition aigüe modérée vivants dans à proximité du CSCom de Tienfala. Elle était basée sur un test de dégustation et d'appréciation des formulations de bouillies permettre d'aboutir à la formule la plus appréciée qui pourrait être utilisé comme aliment de lutte contre la malnutrition des enfants.

Les valeurs nutritives des différents produits alimentaires ont été rapportées à l'aide de la table de composition des aliments du Mali.

Aussi, toutes les enfants enquêtées ont fait l'objet de mesure du périmètre brachial (PB) pour connaître leurs statuts nutritionnels.

Les tests de dégustation des trois recettes de bouillie à base d'ingrédients locaux ont été réalisés suite aux tests de préparation et de démonstration culinaires pour les enfants de moins de 5 ans et les accompagnantes au niveau du CSCom. Ces dégustations devaient donc permettre d'aboutir à la formule la plus appréciée comme aliment de lutte contre la malnutrition des enfants. Pour la circonstance, la séance de démonstration a été organisée sous l'appui du chef de poste et du personnel du centre de santé qui a mobilisé assez de femmes accompagnées de leurs enfants. Avant la démonstration, une séance d'information, éducation et communication (IEC) a été organisée au centre pour échanger avec les mères sur la notion de malnutrition. À cet effet, l'agent pour la mobilisation les a beaucoup informés, et elles, à leur tour, lui ont donné des réponses par rapport à leurs pratiques quotidiennes sur la nutrition de leurs enfants.

5.4 Période d'étude :

L'étude s'est déroulée du 1^{er} Novembre 2017 au 31 Mars 2018.

5.5 Population d'étude :

Il s'agit des enfants compris entre 6 et 59 mois dont l'état nutritionnel n'était pas satisfaisant.

- Critère d'inclusion :

Les enfants qui sont âgés de 6 à 59 mois, résidant dans ces villages et consentant à participer à l'étude.

Les enfants ayant la malnutrition aigüe modérée confirmée par les mesures anthropométriques.

- **Critère de non inclusion :**

Les enfants atteints de malnutrition aigüe sévère avec ou sans complication.

Le non-consentement des accompagnantes des enfants.

5.6 Taille de l'échantillon :

Un dépistage actif de masse de la malnutrition a été organisé avec l'appui technique des agents du centre de santé. Et un total de douze (12) enfants malnutris aigus modérés ont été retrouvés dans l'ensemble de deux (2) villages de la commune de Tienfala.

5.7 Technique d'échantillonnage :

Nous avons procédé à une sélection raisonnée, en choisissant les communes par leur accessibilité.

5.8 Formulation des recettes de bouillies :

5.8.1 Matériel

5.8.1.1 Matériel végétal :

Les produits sont : la poudre des feuilles de Moringa oleifera, les graines de Soja, de sorgho, de maïs et de niébé.

5.8.1.2 Matériels techniques :

Moulins, torrificateurs, soude sac.

5.8.1.3 Autres matériels :

Les autres matériels utilisés sont: bassines, spatules, pinceaux, seaux, tissus perçals, louche, mortier, pilon, tamis à maille très fine et fine, gants, savon, fourneaux, bois de chauffe, marmites, louches, écumoirs, bols, balance, cuillères, bloc note, registres, ballon à gaz butane, emballages.

5.8.2 Transformation des produits

5.8.2.1 Mouture des graines:

Pour l'obtention de la farine, nous avons choisi les produits en fonction de leur disponibilité et leur valeur nutritionnelle. L'achat des produits s'est fait au marché. Il s'agit des graines :

5.8.2.1.1 Niébé :

Nous avons procédé au triage de 3kg pour enlever toutes les graines endommagées et les déchets. Ensuite, le décorticage avec le pilon, suivi d'un lavage pour éliminer les téguments. Les graines décortiquées ont séché pendant 24 heures, et torréfiées pendant 15 minutes dans une marmite à feu doux. La torréfaction est utilisée pour réduire l'humidité, détruire les facteurs antinutritionnels et aussi atténuer l'odeur forte du niébé qui est souvent gênante chez certains enfants. Les graines ont ensuite été moulues au moulin à marteau puis tamisées avec un tamis à maille très fine.

5.8.2.1.2 Soja :

Nous avons procédé au triage de 4kg pour enlever toutes les graines endommagées et les déchets. Ensuite, le décorticage avec le pilon, vannage pour se débarrasser des fibres puis lavage. Les graines sont séchées pendant 24 heures, et torréfiées pendant 15 minutes dans une marmite à feu doux. La torréfaction est utilisée pour détruire les facteurs antinutritionnels et aussi atténuer l'odeur forte du Soja qui est souvent gênante. Les graines ont ensuite été moulues au moulin à marteau puis tamisé avec un tamis à maille très fine.

5.8.2.1.3 Maïs :

Nous avons tout d'abord procédé au triage de 6kg pour enlever tous les déchets. Ensuite, le décorticage au moulin, vannage pour se débarrasser des fibres suivi d'un lavage. Séchés pendant 48 heures du fait de la variation du temps. Les graines ont ensuite été moulues au moulin à marteau puis tamisées avec un tamis à maille très fine.

5.8.2.1.4 Sorgho :

Nous avons tout d'abord pris 4kg de sorgho pour enlever tous les déchets. Ensuite, le décorticage au moulin et le vannage pour se débarrasser des fibres suivi d'un lavage. Les graines sont séchées pendant 48 heures, puis moulues au moulin à marteau et tamisées avec un tamis à maille très fine.

5.8.2.2 Maltage du sorgho

Le maltage est un processus de germination contrôlée du grain (mil, sorgho ou maïs). Les principales opérations de production du malt sont les suivantes :

- **Nettoyage des grains bruts :** Nettoyer par vannage et lavage du sorgho pour éliminer les impuretés (sable, autres).
- **Trempage :** Tremper les grains de sorgho jusqu'à submersion totale dans de l'eau tiède pendant 7 heures.
- **Essorage et mise en germe :** Essorer les grains à l'aide d'un tamis pour réduire l'excès de l'eau. Mettre les grains dans un panier en osier ou sur un lit de germination en inox et couvrir.
- **Germination**
 - **1er jour :** Laver les grains à grande eau le matin, à midi puis le soir sans les froter, les essorer puis mettre en germe.
 - **2ème 3ème jour :** Arroser les grains en germe sans les inonder matin et soir. Interrompre la germination par un séchage solaire ou à l'aide d'un séchoir.

- **Elimination des gemmules:** Les grains séchés sont légèrement pilés puis vannés pour éliminer les gemmules.
- **Mouture:** la mouture a été faite à l'aide d'un broyeur à marteau, suivi du tamisage pour éliminer le son.
- **Conditionnement:** Le malt ainsi obtenu est conditionné en sachets Plastiques ou dans un récipient hermétique avant son utilisation dans la bouillie (23).

5.8.2.3 Moringa

La poudre des feuilles de Moringa est celle produite par le département de la médecine traditionnelle. Elle a été achetée dans une pharmacie.

5.8.2.4 Techniques de transformation

Le processus de transformation comprend les étapes suivantes: triage, décorticage, vannage, séchage, torréfaction, broyage, tamisage et mélange.

- Le triage, réalisé manuellement, permet l'élimination des débris et les grains endommagés.
- Le décorticage du maïs et du sorgho se fait au moulin. Celui du soja et du niébé s'est fait manuellement.
- Le vannage, réalisé manuellement afin de séparer les impuretés des grains de céréale, puis lavé.
- Le séchage des ingrédients a été effectué à la température ambiante; la durée de séchage dépend de la nature des céréales et de l'ensoleillement. Les grains de sorgho après maltage ont été séchés dans un séchoir solaire (chambre de séchage) qui offre l'avantage de garder les produits à une température relativement élevée pendant la nuit. La température moyenne de séchage en trois [3] jours était de 33°C;
- La torréfaction des grains consiste en un grillage des grains dans une marmite en aluminium; pendant l'opération les grains sont en permanence remués à l'aide d'une spatule en bois. Elle a pour but de réduire sensiblement l'humidité, les facteurs antinutritionnels, atténuer l'odeur souvent gênante, détruire les bactéries et les insectes.
- Le broyage est réalisé à l'aide d'un moulin à marteau; il est suivi de tamisage à l'aide d'un tamis à maille fine;
- Le conditionnement se fait dans des sachets plastiques. Les céréales ont été prises dans des proportions différentes selon la conception de chaque formule de manière à respecter les limites recommandées de 10 à 15% de protéines, de 30 à 35% de lipides et de 50 à 55% de glucides, additionnées de Moringa et/ou soja puis mélangées jusqu'à obtention de farine homogène. la farine ainsi obtenue est divisée en deux avant de les mettre en sachets

plastiques (cela permettra d'éviter une mauvaise conservation lorsque l'enfant ne pourra pas consommer la totalité de la bouillie préparée), ainsi nous obtenons deux sachets pour la même formule, qui devront couvrir les besoins journaliers d'un enfant.

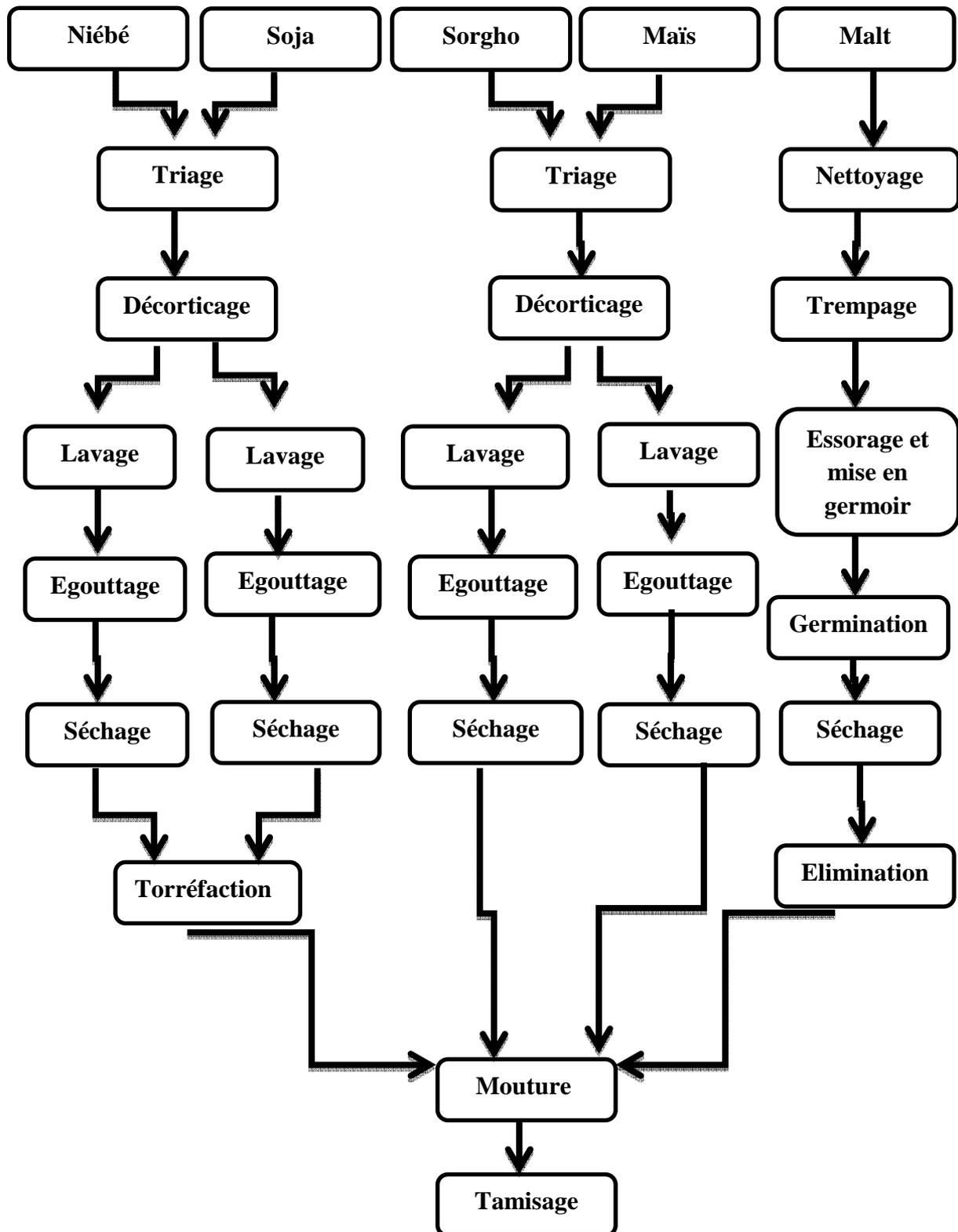


Figure 4 : Itinéraire de transformation des produits en farine

5.8.3 Formules alimentaires

En fonction des disponibilités des produits alimentaires de la zone étudiée et aussi des besoins nutritionnels des enfants cibles, nous avons proposé trois formules différentes pour la conception de notre de farine de complément.

Tableau 3: Différentes formulations de la farine de complément

Produits	Formule 1	Formule 2	Formule 3
Maïs	-	-	120
Niébé	100	65	-
Sorgho 'Fambé'	-	85	-
Sorgho 2	100	-	-
Malt	-	50	-
Moringa oleifera	25	25	35
Soja	-	-	65
Huile	25	25	25
sucre	45	40	20
V.E (Kcal)	1055,7	1063,9	1013,1

5.8.4 Préparations :

La préparation est la même pour les trois différentes formules. Les ingrédients sont : farine mélangée de céréales en sachets, l'huile, le sucre et l'eau (la quantité d'eau à utiliser est de quatre (4) volumes d'eau pour un volume de sachets de farine).

Verser le contenu du sachet dans une tasse, ajouter un tiers (1/3) de la quantité totale de l'eau dessus puis mélanger jusqu'à obtention d'une solution homogène.

Le reste de l'eau est mise dans la marmite et laisser bouillir sur le feu, a l'ébullition, ajouter la solution de farine mélangée précédemment effectuée.

Mélanger la totalité du contenu de la marmite pendant quelques secondes et laisser le cuire pendant 15 minutes au feu doux. Après la cuisson, rajouter l'huile, le sucre et mélanger les avant de les laisser se refroidir un peu.

5.9 Collecte des données :

Elles sont d'une part issues de l'enquête ENSAN Mars 2016, puis suite au traitement des sujets sélectionnés dans les villages pour les tests expérimentaux de prise en charge des cas de malnutrition aigüe modérée.

5.10 Traitement et analyse des données :

Les données d'enquête ont été analysées à l'aide de logiciels suivants : 'Nutrisurvey' pour calculer la valeur nutritionnelle des aliments, 'SPSS version 21' pour réaliser l'analyse de la situation nutritionnelle en vue de mieux comprendre les causes de la malnutrition.

5.11 Considérations éthiques :

L'accord de l'autorité administrative et sanitaire (Médecin-chef et les Directeurs techniques des CSCom) a été requis pour mener l'étude. Le consentement libre et éclairé (verbale) a été recherché pour la participation du personnel le CSCom de Tienfala ainsi que toute autre personne impliquée dans la prise en charge de la malnutrition et les mères ou accompagnants des enfants de 6 à 59 mois.

Nous avons largement expliqué aux femmes le rôle que peuvent jouer nos produits locaux dans le choix des solutions locales aux problèmes locaux de nutrition des enfants et des femmes dans la communauté. Dans cette optique, un exposé succinct a été fait sur les formules alimentaires élaborées, leur simplicité et leurs avantages par rapport à l'amélioration du statut nutritionnel de l'enfant avant de passer aux tests culinaires et de consommation par les enfants

Les données recueillies resteront confidentielles et ne seront utilisées que pour des fins d'études.

6 RESULTATS

6.1 Analyse de la situation :

Tableau IV: Caractéristiques socio-économiques des ménages

Variables indépendants	%
Chef de ménage alphabétisé	54,6
Possession actuelle des têtes de bétail	83,9
Disponibilité de stock de céréale	93,3
Enfant malade au cours des deux dernières semaines (fièvre, toux, diarrhée)	17,5
Enfant inscrit dans un programme de nutrition	0,7
Bonne manière de débarrasse les ordures	30,1
Bonne manière d'évacue les eaux usées	22,7
Accès à l'eau potable	64,6
les ménages ont un SDAM moyen ou élevé	85,5
Les ménages ont un SCA limites ou acceptable	90,5

Il ressort de l'étude que dans les communes : 83,9% des ménages possèdent des têtes de bétail et 93,3% des ménages disposent de stock de céréale.

6.2 Statut nutritionnel des enfants dans la zone d'étude :

6.2.1 La malnutrition dans la zone:

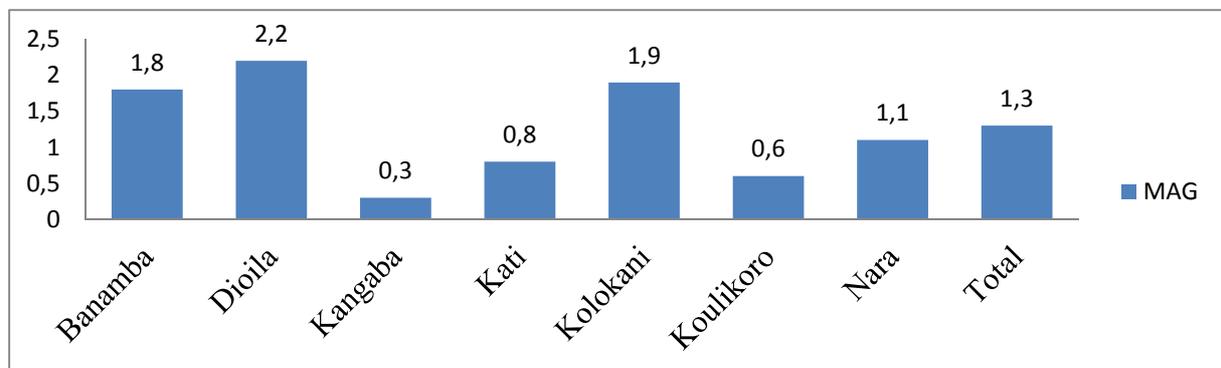


Figure 5 : Prévalence de la malnutrition aigüe globale par cercle de la région de Koulikoro.

Il ressort des données de mesure du PB, que la situation nutritionnelle dans l'ensemble de la région de Koulikoro se caractérise par une malnutrition aigüe globale de 1.3%.

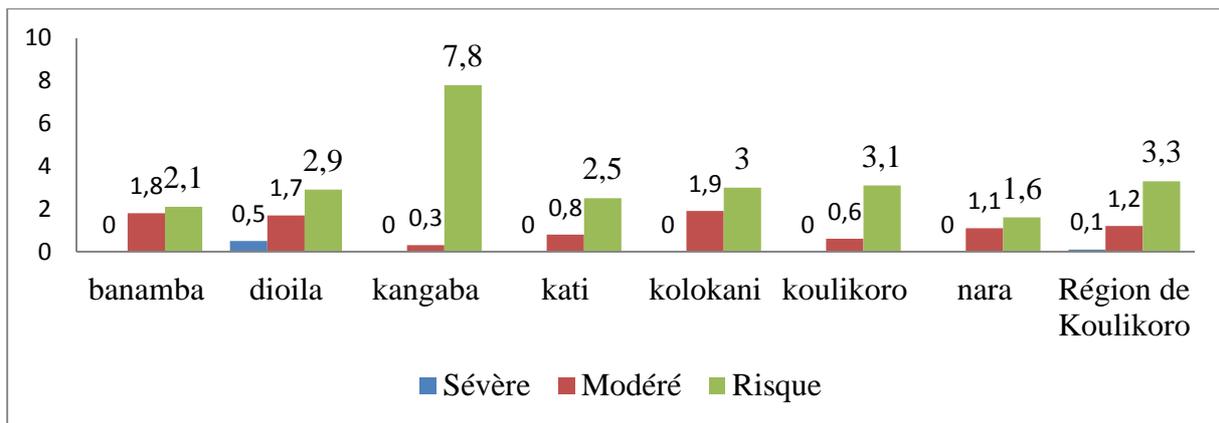


Figure 6 : Prévalence des formes de malnutrition aigüe par cercle de la région de Koulikoro.

Le risque de malnutrition aigüe (RMA) était la forme la plus élevée dans la région de Koulikoro avec une prévalence du 3,3%.

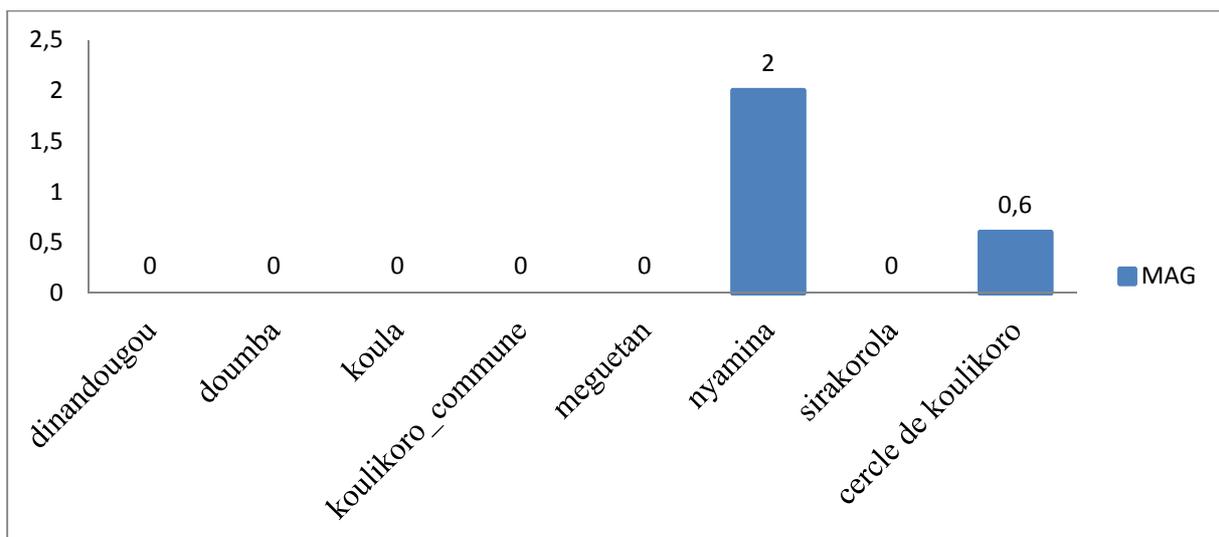


Figure 7 : Malnutrition aigüe globale dans les communes du cercle de Koulikoro.

La commune de Nyamina était la seule commune affectée par la malnutrition aigüe globale avec 2% de prévalence.

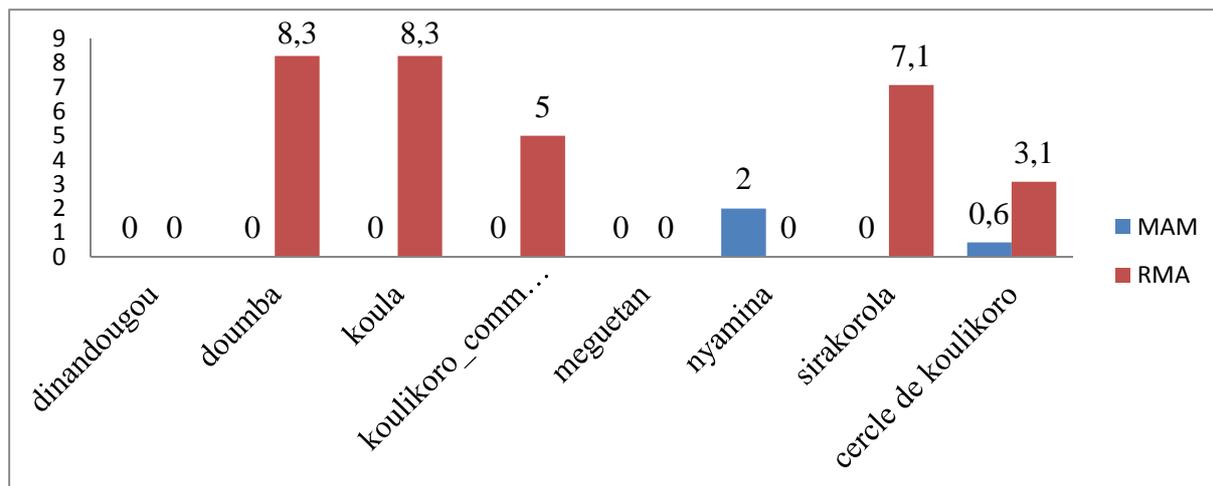


Figure 8 : Prévalence des formes de malnutrition aigüe dans les communes du cercle de Koulikoro

Le risque de malnutrition aigüe était la forme la plus élevée dans les communes.

6.2.2 Causes de la malnutrition aigüe globale:

Tableau V: Causes prioritaires de la malnutrition aigüe globale dans la région de Koulikoro

Variables indépendantes discontinues		malnutrition aigüe globale		
		%	N	P
la sécurité alimentaire et nutritionnelle				
SDAM dans les ménages	Faible	4,55	110	,003
	élevé	1,34	1943	
Santé				
L'enfant a-t-il été malade au cours des deux dernières semaines ?	Non	0,85	1769	,000
	Oui	3,48	374	
Est-ce que votre enfant participe à un programme de nutrition	Non	1,13	2127	,000
	Oui	25	16	
Statut sociodémographique				
Est-ce que l'enfant est-il/elle actuellement allaité ?	Non	0,53	1508	,000
	Oui	3,15	635	
Est-ce que le chef de ménage à un niveau d'éducation	Non	0,72	972	,029
	Oui	1,79	1171	

L'analyse des données a permis de montrer que les variables telles que les pratiques d'alimentation du nourrisson, les maladies de l'enfant et la participation des enfants à un

programme de nutrition ont une influence fortement significative sur l'état nutritionnel des enfants (P respectifs de 0.000).

Tableau VI : Causes prioritaires de la malnutrition aigüe modérée dans la région de Koulikoro

Variables indépendantes discontinues		malnutrition aigüe modérée		
		%	N	P
la sécurité alimentaire et nutritionnelle				
SDAM dans les ménages	Faible	4,55	110	,001
	élevé	1,24	1943	
Santé				
L'enfant a-t-il été malade au cours des deux dernières semaines ?	Non	0,79	1769	,000
	Oui	3,21	374	
Est-ce que votre enfant participe à un programme de nutrition	Non	1,13	2127	,000
	Oui	12,5	16	
Statut sociodémographique				
Est-ce que l'enfant est-il/elle actuellement allaité ?	Non	0,53	1508	,000
	Oui	2,83	635	
Est-ce que le chef de ménage à un niveau d'éducation	Non	0,51	972	,007
	Oui	1,79	1171	

L'analyse des données des différents variables indépendantes et la variable dépendante malnutrition aigüe modérée montre que les variables telles que les pratiques d'alimentation du nourrisson, les maladies de l'enfant et la participation des enfants à un programme de nutrition ont une influence fortement significative sur l'état nutritionnel des enfants (P respectifs de 0.000).

Tableau VII : Causes prioritaires du Risque de malnutrition aigüe dans la région de Koulikoro

Variables indépendantes discontinues		Risque de malnutrition aigüe		
		%	N	P
Hygiène				
De quelle manière votre ménage se débarrasse-t-il principalement de ses ordures ménagères ?	Mauvais	3	1498	0,011
	Bon	5	645	
De quelle manière votre ménage évacue-t-il principalement ses eaux usées ?	Mauvais	3	1657	0,004
	Bon	5	486	
Est-ce qu'un membre de votre ménage a participé à une séance de sensibilisation ou d'éducation nutritionnelle au cours des trois (3) derniers mois sur le lavage des mains et Hygiène?	Non	6	85	,008
	Oui	1	382	
Santé				
L'enfant a-t-il été malade au cours des deux dernières semaines ?	Non	0,85	1769	,000
	Oui	3,48	374	
Est-ce que votre enfant participe à un programme de nutrition	Non	3	2127	,001
	Oui	19	16	
Statut sociodémographique				
Est-ce que l'enfant est-il/elle actuellement allaité ?	Non	0,53	1508	,000
	Oui	3,15	635	
Est-ce que le chef de ménage à un niveau d'éducation	Non	2	972	,047
	Oui	4	1171	
la sécurité alimentaire et nutritionnelle				
Est-ce que votre ménage est en train de récolter ?	Non	2	694	,027
	Oui	5	243	

L'analyse des données des différents variables indépendantes et la variable dépendante risque de malnutrition aigüe montre que les variables telles que l'hygiène du milieu exerce une influence significative sur l'état nutritionnel des enfants (P respectifs de 0.000).

6.3 Etablissement des formules alimentaires

Tableau VIII: La valeur énergétique et valeur en macronutriment

	Nutriments			
	Energie	Protéines	Lipides	Glucides
Formule alimentaire 1	1055,7 kcal	39,3 g(19%)	28,6 g(30%)	102,7 g(50%)
Formule alimentaire 2	1063,9 kcal	35,5 g(16%)	29,4 g(30%)	117,3 g(54%)
Formule alimentaire 3	1013,1 kcal	41,2 g(15%)	38,6 g(31%)	144,6 g(54%)

La conception des trois (3) formules de bouillies ont été réalisé en tenant compte des valeurs énergétiques dans les limites recommandées (1055,7 kcal ; 1063,9 kcal et 1013,1kcal).

6.4 Test de dégustation

Tableau IX : Appréciation de la bouillie par les accompagnantes

Dégustateur	Goût	Odeur	Couleur	Acidité
Formule 1				
1	++	+	+++	+++
2	++	+	+++	+++
3	++	++	+++	+++
4	++	+	+++	+++
Formule 2				
1	++	+++	+++	+++
2	++	+++	+++	+++
3	++	+++	+++	+++
4	++	+++	+++	+++
Formule 3				
1	+++	+++	+++	+++
2	+++	+++	+++	+++
3	+++	+++	+++	+++
4	+++	+++	+++	+++

Légende : + : moins appréciée ; ++ : bien appréciée ; +++ : très bien appréciée

La formule 3 a été la plus apprécié par les accompagnantes des enfants.

7 COMMENTAIRE / DISCUSSION

7.1 Analyse de la situation alimentaire/nutritionnelle:

Les résultats ci-dessus portent essentiellement sur l'enquête nutritionnelle de l'ENSAN MALI (Enquête Nationale sur la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle), Mars 2016 au seul niveau de la région et du cercle de Koulikoro. Pour faire le point de la situation nutritionnelle, c'est-à-dire, évaluer l'état nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois du cercle de Koulikoro (objectif 1), afin de développer des formules alimentaires basées sur les produits locaux (objectif 2), et tester ces formulations comme farines de suppléments et de compléments dans l'amélioration de l'état nutritionnel des enfants de 6 à 59 mois des ménages (objectif 3), il est nécessaire de comprendre les causes de la malnutrition dans la zone cible. Cela implique qu'il faut faire une appréciation de la sécurité alimentaire à travers le niveau de production agricole des ménages, incluant les stocks existants de sécurité, les pratiques alimentaires de la communauté pour pouvoir inciter les ménages et les intervenants à l'utilisation des recettes alimentaires à base de produits locaux. Une telle approche de valorisation des produits locaux, et d'implication des communautés, permettra de mener des actions durables priorisant des solutions locales aux problèmes de malnutrition des moins de cinq [5] ans dans la zone cible.

Pour le niveau d'éducation dans la région de Koulikoro, 54,6% des Chefs de ménage sont alphabétisés ; contrairement à l'échelle nationale, ce taux est généralement faible et est de 27,4% en 2017 ; le taux d'alphabétisation est très élevé dans cette région et basse dans d'autres régions [25].

Dans la région de Koulikoro, 64,6% des ménages ont accès à l'eau potable. Ce taux était compris entre

51,7% et 62,1% pour les autres régions excepté Gao, Kidal et Bamako en 2017 [25].

83,9% des ménages possèdent des têtes de bétail au moment de l'enquête. La majorité des ménages maliens possèdent du bétail aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain [25].

Les stocks de céréales enregistrés par les ménages étaient de 93,3% ; ce taux est élevé par rapport au résultat de l'enquête ENSAN 2017 qui montrait 65% dans la région de Koulikoro.

Ces taux s'expliquent par le fait que nous étions en période poste récolte et les ménages disposent encore de leur propre production [25].

En ce qui concerne bonne pratique l'hygiène de l'environnement (se débarrasser des eaux usées et des ordures) ces taux étaient faible avec respectivement 22,7 et 30,1%.

7.2 Le Statut nutritionnel des enfants dans la zone d'étude :

7.2.1 La malnutrition dans la zone:

Il ressort des données de mesure du PB, que les enfants de 6-59 mois sont globalement affectés par une situation nutritionnelle caractérisée par : Une prévalence de malnutrition aigüe globale de 1,3 % montrant les cercles les plus touchés que sont Dioila, Kolokani, Banamba, et Nara avec respectivement des prévalences moyennes de 2.2, 1.9, 1.8, et 1.1% ; comparées aux données SMART 2016, il apparaît que d'une part, la situation reflète des tendances similaires avec une prévalence de la malnutrition aigüe dans l'ensemble de la région de Koulikoro à 1,6% [1]; et cette prévalence est relativement plus basse comparée à la dernière enquête ENSAN de février 2017 qui était de 3,5% de malnutrition aigüe globale, d'où une tendance à la baisse [24].

La situation pour les formes de malnutrition offre une autre physionomie. Celle dans laquelle il était intéressant de faire le point des enfants à risque de malnutrition qui permettrait de mieux cibler les actions de prévention dans la communauté. c'est ainsi que la prévalence du risque de malnutrition aigüe (RMA) est plus élevée dans la région de Koulikoro suivi par la forme modérée de la malnutrition avec une prévalence respective de 3,3% de RMA et 1,2% de MAM, dont les cercles les plus exposés au risque de malnutrition sont Kangaba, Koulikoro, Kolokani et Dioila (avec respectivement 7.8, 3.1, 3.0 et 2.9%) et par la malnutrition modérée sont Kolokani, Banamba, Dioila et Nara (avec respectivement 1.9, 1.8, 1.7 et 1.1%) .

La forme sévère ne représente que 0,1% dans l'ensemble de la région de Koulikoro avec le seul cercle de Dioila affecté avec 0,5% de MAS ; comparées aux données SMART 2016, il apparaît que d'une part, la situation reflète des tendances similaires avec une prévalence de malnutrition modérée (1,0%) plus élevée que la forme sévère (0,6%) [1], et cette prévalence est basse comparativement à la dernière enquête ENSAN du février 2017 qui était de 0,1% de forme sévère de malnutrition aigüe [24].

Il est aussi important de se faire une idée de la situation de la malnutrition aigüe par commune, car cela nous permettrait de dépeindre les contours de la situation particulière de ce niveau facilitant ainsi le choix du site pour envisager toutes les solutions locales d'intervention en faveur des moins de cinq ans.

La prévalence de la malnutrition aigüe globale dans le cercle de Koulikoro était de 0,6% dont Nyamina est la seule commune affectée avec 2% de MAG, comparée aux données de mesure du poids/taille du rapport de statistique mensuel URENI/URENAS 2017 du district de Koulikoro, il apparaît que la situation reflète des tendances différentes avec une prévalence de

MAG élevée dans les communes de Séguéla (15,04%), Sirakorola (11,77%), Tougouni (8,5%) et Sinzani (7,61%) [25];

La situation pour les formes de malnutrition montre que la prévalence du risque de malnutrition aigüe est plus élevée dans les communes que la forme modérée de la malnutrition dont les communes les plus atteintes par le risque de malnutrition sont Doumba, Koula, Sirakorola et koulikoro_commune (avec respectivement 8.3, 8.3, 7.1 et 5%). Seule la commune de Nyamina était affectée par la malnutrition aigüe modérée avec 2%. Aucune forme de la malnutrition aiguë sévère n'a été détectée dans les communes du cercle de Koulikoro.

Les 3.1% de RMA dans l'ensemble des communes de Koulikoro affichent une distribution avec Koula et Doumba comme étant les plus affectées avec la même prévalence respective de 8.3%, suivie de celle de Koulikoro avec 5%. D'où la nécessité d'anticiper des actions de prévention de la malnutrition aigüe vers les moins de cinq ans dans ces communes à l'instar des 2% souffrant déjà de MAM à Nyamina.

A l'issue de cette analyse, nous pouvons dire que les résultats montrent une situation variable de la malnutrition aigüe d'un cercle à un autre avec la prévalence de malnutrition aigüe globale la plus élevée à Dioila (2,2%), Kolokani (1,9%) et la plus faible à Kangaba (0,3%) et Koulikoro (0,6%). Parmi les formes de malnutrition, le risque de malnutrition est plus élevé dans les cercles suivis de la malnutrition aiguë modérée. La forme modérée de la malnutrition est faible et retrouver dans le seul cercle de Nyamina (2%).

7.2.2 Causes de la malnutrition aigüe globale:

Il s'agit d'explorer les variables indépendantes clefs de l'analyse situationnelle qui semblent déterminantes par leur influence sur le statut nutritionnel (variable catégorielle et discontinue) des enfants dans la zone cible. Donc, établir si chacune des variables indépendantes en question influence indépendamment et significativement l'état nutritionnel des enfants.

Les données montrent que ces variables se rapportent à différents niveaux d'intervention, dont la sécurité alimentaire et nutritionnelle (disponibilité, accessibilité, pratiques alimentaires et nutritionnelles), la santé, l'hygiène, et le niveau d'éducation des acteurs, etc. La recherche des causes de la malnutrition parmi ces variables permet de retenir:

L'analyse du tableau 3 portant sur les comparaisons des moyennes de ces variables indépendantes prises individuellement, et de la variable dépendante de malnutrition aigüe globale, permet de retenir que:

Les variables sur les pratiques d'alimentation du nourrisson et du jeune enfant, notamment la pratique d'allaitement (enfant actuellement allaité ou pas), la participation ou pas de l'enfant à un programme de nutrition, et l'occurrence des maladies (enfant malade ou pas dans les deux dernières semaines) exercent toutes les trois une influence fortement significative sur l'état nutritionnel des enfants (P respectifs de 0.000);

Les variables relevant de la consommation alimentaire, notamment, le score de diversité alimentaire (SDAM) des ménages et le niveau d'éducation des chefs de ménage exercent aussi toutes les deux une influence significative sur l'état nutritionnel des moins de cinq ans (P respectif de 0.003 et 0.029);

L'analyse du tableau 4 portant sur les comparaisons des moyennes de ces variables indépendantes prises individuellement, et de la variable dépendante de malnutrition aiguë modérée, permet de retenir:

Les variables sur les pratiques d'alimentation du nourrisson et du jeune enfant, notamment la pratique d'allaitement (enfant actuellement allaité ou pas), et l'occurrence des maladies (enfant malade ou pas dans les deux dernières semaines) exercent toutes les deux une influence fortement significative sur l'état nutritionnel des enfants (P respectifs de 0.000);

Les variables relevant de la consommation alimentaire, notamment, le score de diversité alimentaire (SDAM) des ménages (faible ou acceptable) exerce elle aussi une influence très significative sur l'état nutritionnel des moins de cinq ans (P=0.001);

Le niveau d'éducation des chefs de ménage (ont un niveau d'éducation ou pas), est tout aussi corrélé à l'état nutritionnel des enfants, et le lien existant entre eux dénote d'une influence significative (P=0.007), il apparait que la participation ou pas de l'enfant à un programme de nutrition, exerce une influence fortement significative sur l'état nutritionnel des enfants (P=0.000);

Ainsi les résultats des tableaux 3 et 4 dénotent que les variables (la pratique d'allaitement, la maladie de l'enfant, le score de consommation alimentaire des ménages, le niveau d'éducation des chefs de ménage et la participation de l'enfant à un programme de nutrition) sont des déterminants de la malnutrition aiguë globale et la malnutrition aiguë modérée.

L'analyse du tableau 5 portant sur les comparaisons des moyennes de ces variables indépendantes prises individuellement, et de la variable dépendante de risque de malnutrition aiguë, permet de retenir:

La variable sur les pratiques d'alimentation du nourrisson et du jeune enfant, notamment la pratique d'allaitement (enfant actuellement allaité ou pas) exerce une influence fortement significative sur l'état nutritionnel des enfants (P respectifs de 0.000);

Les variables relevant de l'hygiène telle que la bonne manière ou non de se débarrasser des ordures ménagères, la bonne manière ou non des ménages d'évacuer ses eaux usées exercent toutes les deux une influence fortement significative sur le risque de malnutrition des enfants (P respectifs de 0.011, 0.004).

Les variables sur la sensibilisation ou l'éducation des ménages sur la bonne pratique nutritionnelle, exerce elle aussi une influence très significative sur l'état nutritionnel des moins de cinq ans (P=0.008);

Le niveau d'éducation des chefs de ménage, la participation ou pas de l'enfant à un programme de nutrition et la période récolte ou non des ménages (est-ce que votre ménage est en train de récolter ?) exercent toutes une influence fortement significative sur le risque de malnutrition des enfants (P respectifs de 0.047, 0.001 et 0.027).

Ainsi ces résultats dénotent que les variables (la manière de se débarrasser de ses ordures ménagères, la manière de se débarrasser de ses eaux usées, la participation à une séance de sensibilisation ou d'éducation nutritionnelle, la pratique d'allaitement, la maladie de l'enfant, la participation de l'enfant à un programme de nutrition, le niveau d'éducation des chefs de ménage et le moment de récolte des ménages) sont des déterminants du risque de la malnutrition aigüe.

La bonne pratique de l'hygiène des ménages détermine l'hygiène de l'environnement dans lequel vivent les enfants. Une évacuation non hygiénique des eaux usées et ordures est source de contamination du milieu favorisant l'attraction des vecteurs et par la suite l'infection des enfants par des maladies comme la diarrhée le paludisme, etc.

7.3 Établissement de formules alimentaires de prise en charge des cas de malnutrition

Pour l'élaboration des formules alimentaires, nous avons utilisé les produits locaux disponibles dans la zone d'intervention. Il s'agit du maïs et du sorgho comme sources principales d'énergie, le niébé et le soja comme sources principales de protéine et le Moringa comme source en vitamines et sels minéraux. Ces ingrédients ont été pris dans des proportions différentes pour la conception de chaque formule en tenant compte de la valeur énergétique que doit apporter la farine pour couvrir le besoin journalier d'un enfant malnutri (1000 - 1500 Kcal/ jr soit 10-15% de protéines, 30-35% de lipides et 55% de glucides), les proportions de nutriments présentées doivent être suffisantes pour satisfaire le besoin de chaque enfant malnutri [12]. Les différentes valeurs obtenues pour la composition nutritionnelle lors de cette opération ont conduit aux 3 résultats pour les 3 formules ci-dessous:

- La formule alimentaire 1 à une valeur énergétique de 1055,7 kcals provenant de 19% de protéines, 50% de glucides et 30% de lipides, avec des vitamines hydrosolubles (A, B1, B2, C); dont la valeur analysée des vitamines B1 et B2 sont élevées dépassant parfois celle recommandée et des minéraux tels que: sodium, potassium, calcium, magnésium, phosphore, fer, zinc dont la valeur analysée, du fer est élevé dépassant parfois celle recommandée.
- La formule alimentaire 2 à une valeur énergétique de 1063,9 kcals avec 16% de protéine, 54% de glucides et 30% de lipides; avec des vitamines (A, B1, B2, B6 et C); dont la valeur analysée des vitamines B1 et B2 sont élevées dépassant parfois celle recommandée, et des minéraux tels que: sodium, potassium, calcium, magnésium, phosphore, fer, zinc dont la valeur analysée, du fer est élevé dépassant parfois celle recommandée.
- La formule alimentaire à une valeur énergétique de 1013,1 kcals avec 15% de protéine, 54% de glucides et 31% de lipides; avec des vitamines (A, B1, B2, B6 et C); dont la valeur analysée des vitamines B1, B2 et B6 sont élevées dépassant parfois celle recommandée, et des minéraux tels que: sodium, potassium, calcium, magnésium, phosphore, fer, zinc dont la valeur analysée, du magnésium, phosphore et fer sont élevés dépassant parfois celle recommandée.

7.4 Tests de dégustation des recettes formulées:

7.4.1 Dégustation par les accompagnantes:

Les dégustateurs devaient déterminer les propriétés organoleptiques de chaque formule de bouillie. Il s'agissait donc pour cela d'apprécier le goût, la couleur, l'acidité et l'odeur des deux bouillies pour chaque formule de farine. Ainsi :

Par rapport au goût, les bouillies de la formule 1 et la formule 2 ont été peu appréciées, car la quantité de sucre était insuffisante. Par contre, la quantité de sucre pour la formule 3 était très satisfaisante.

L'odeur du niébé se faisait sentir dans la formule 1, mais les deux autres formules n'avaient pas d'odeur particulièrement gênante.

L'acidité et la couleur verdâtre des différentes formulations étaient très bien appréciées.

Au final, la formule trois a été la formule la plus appréciée par les accompagnantes des enfants.

7.4.2 Dégustation par les enfants au niveau CSCom:

Cette phase de dégustation a été réalisée au CSCom de Tienfala. Cela a été un moment très agréable, car les enfants ont apprécié les bouillies de chaque formule.

Sur l'ensemble des enfants ayant participé, seuls deux (2) (encore en phase d'allaitement de moins de 6 mois) n'ont pas consommé de ration. Et toutes les bouillies ont été acceptées et appréciées. Tous les enfants ont complètement consommé leurs rations. Ainsi nous pouvons penser que les trois différentes formules proposées ont été acceptées par tous les enfants. Les formules ainsi dégustées peuvent donc toutes les trois (3) être utilisées tout comme des farines de complément ou de supplément respectivement pour la prévention et le traitement des cas de malnutrition aigüe modérée. Il faut noter cependant qu'en égard à l'enthousiasme affichée des enfants pour les bouillies, le schéma de distribution des bouillies a permis de montrer que la première formule était la plus appréciée par les enfants.

8 CONCLUSION

La présente étude a consisté à déterminer l'état nutritionnel des enfants de 6-59 mois et proposer des formules d'aliments de haute valeur nutritionnelle à base des produits locaux (sorgho, maïs, niébé et soja) qui pourraient aussi véhiculer des micronutriments pour améliorer l'état nutritionnel des enfants dans la zone cible. Il ressort que : L'analyse causale de la malnutrition aigüe permet ainsi d'affirmer que les variables indépendantes (la pratique d'allaitement, la maladie de l'enfant, le score de consommation alimentaire des ménages, le niveau d'éducation des chefs de ménage et la participation de l'enfant à un programme de nutrition) sont des causes de la malnutrition aigüe globale et la malnutrition aigüe modérée dans la zone d'étude ; les causes du risque de la malnutrition aigüe sont (la manière de se débarrasser de ses ordures ménagères, la manière de se débarrasser de ses eaux usées, la participation à une séance de sensibilisation ou d'éducation nutritionnelle, la pratique d'allaitement, la maladie de l'enfant, la participation de l'enfant à un programme de nutrition, le niveau d'éducation des chefs de ménage et le moment de récolte des ménages). Les trois (3) différentes formules de bouillie lors de la dégustation ont été acceptées et appréciées par les enfants. Ainsi, compte tenu de leur haute valeur nutritionnelle, elles pourraient être utilisées comme farines de complément/ supplément pour les cas de la malnutrition aigüe modérée.

9 RECOMMANDATIONS

- Valoriser les produits locaux pour la conception des farines de complément voire supplément, d'où le besoin de:
 - Appuyer les communautés dans la formulation de farine de complémentation basée sur les produits locaux pour une meilleure couverture des enfants de moins de 5 ans dans la zone d'étude;
 - Former les femmes aux techniques améliorées de transformation et de conservation des produits locaux, et de formulation des farines de complément;
 - Aider les communautés dans l'accès aux intrants de conception des farines de complément/supplément alimentaires des moins de 5 ans;
- Former les femmes des associations sur la conception des formules alimentaires à base de farines et d'ingrédients locaux.
- La sensibilisation des communautés sur le rôle et l'intérêt de l'utilisation des feuilles de Moringa et des grains de soja dans l'alimentation des enfants.

10 REFERENCES

1. Direction Nationale de la Santé. SMART. Enquête Nutritionnelle et de Mortalité Rétrospective. Mali. 2016.
2. Pr AG IKNANE Akory et al. Actions Essentielles en Nutrition. Formation en santé publique nutrition. 2017.
3. Organisation mondiale de la Santé. Prise en charge communautaire de la malnutrition aiguë sévère. 2007
4. International Food Policy Research Institute. Rapport sur la nutrition mondiale 2016 : Des promesses aux impacts : Éliminer la malnutrition d'ici 2030. Washington, DC.
5. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire Rome, FAO. 2017.
6. Institut international de recherche sur les politiques alimentaires. Fiche d'évaluation de la nutrition en Afrique 2015. Actions et responsabilité pour promouvoir la nutrition & le développement durable. 2015. www.globalnutritionreport.org
7. UNICEF. La situation des enfants dans le monde ; 1998. <https://www.unicef.org/french/sowc98/f025.htm>.
8. PReSAN, rapport BAD, Mouctar Coulibaly. Projet de Renforcement de la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle, 2014.
9. FAO. Les principaux types de malnutrition et les déficiences en micronutriments. Direction de la Nutrition. www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/doc-training/bk_1b.pdf
10. UNICEF. Les différentes formes de malnutrition. Août 2011.
11. OMS. Stratégies nationales contre la malnutrition par carence en micronutriments. quarante-cinquième assemblée mondiale de la sante. a45/17. 1992.
12. Ministère de la Santé. Protocole de Prise en Charge Intégrée de la Malnutrition Aiguë au Mali. Version révisée en 2011
13. Pr Ag Iknane et al, Eléments de base en nutrition humaine. Tome1 .Bamako. Mali
14. Aminata OUATTARA, Utilisation des feuilles de Moringa *oleifera* dans la lutte contre la malnutrition des enfants de 6 à 59 mois dans la commune de Dieli, Mémoire de fin de cycle, l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou. 2010.
15. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Moringa, Culture traditionnelle du mois. FAO. <http://www.fao.org/traditional-crops/moringa/fr/>

16. Martin L. Price. LE MORINGA. Note technique d'ECHO.1985; Révision 2000, 2002 et 2007 par le personnel d'ECHO.
17. .Islas-Rubio, A.R. &Higuera-Ciajara, I. SOYBEANS: Post-harvest Operations. Centre de Recherche et Développement, A.C., sonora, Mexique (CIAD). 2002
18. FAO. Utilisation des aliments tropicaux : graines oléagineuses tropicale. Etude FAO alimentation et nutrition 47/5.Rome. 1990
19. Mahiyane KASSOGUE. Etude de la situation nutritionnelle des enfants de 6-59 mois et formulation d'aliments de haute valeur nutritionnelle à base des produits locaux pour la lutte contre la malnutrition dans la région de Sikasso. Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou. 2016.
20. FAO. Utilisation des aliments tropicaux : céréales. Etude FAO alimentation et nutrition 47/1. Rome. 1990.
21. USAID-Mali. Plan de sécurité alimentaire commune urbaine de Koulikoro. Mars 2008
22. USAID-Mali. Plan de sécurité alimentaire commune urbaine de Tienfala. Mars 2008
23. Dr. M. Coulibaly. Fiche TD pour formation des étudiants en Technologie agro-alimentaire IPR/IFRA Katibougou, Koulikoro.
24. FAO. Rapport de synthèse. Enquête Nationale sur la Sécurité Alimentaire Et Nutritionnelle, Février 2017 (ENSAN Mali)
25. District sanitaire de Koulikoro. Rapport statistique mensuel URENI-URENAS-2017. Koulikoro. Décembre 2017

11 ANNEXES

11.1 Quelques résultats en tableau :

Tableau X : Les éléments nutritifs des feuilles, gousses et poudre de *M. oleifera* par portion comestible de 100g.

Élément nutritif	Gousses	Feuilles	Poudre de feuilles
Humidité (%)	86,9	5,0	7,5
Calories	26	92	205
Protéines (g)	2,5	6,7	27,1
Lipides (g)	0,1	1,7	2,3
Glucides (g)	3,7	13,4	38,2
Fibres (g)	4,8	0,9	19,2
Sels minéraux (g)	2,0	2,3	-
Calcium (mg)	30	440	2,003
Magnésium (mg)	24	24	368
Phosphore (mg)	110	70	204
Potassium (mg)	259	259	1,324
Cuivre (mg)	3,1	1,1	0,57
Fer (mg)	5,3	7	28,2
Soufre (mg)	137	137	870
Acide oxalique (mg)	10	101	1,6%
Vitamine. A (B-carotène) (mg)	0,11	6,8	16,3
Vitamine. B-choline (mg)	423	423	-
Vitamine. B1-thiamine (mg)	0,05	0,21	2,64
Vitamine. B2-riboflavine (mg)	0,07	0,05	20,5
Vitamine. B3 niacine (mg)	0,2	0,8	8,2
Vitamine .C-acide ascorbique (mg)	120	220	17,3
Vitamine. E -tocopherol acétate (mg)	-	-	113
Arginines (g/16g N)	3,6	6,0	1,33%
Histidine (g/16g N)	1,1	2,1	0,61%
Lysine (g/16g N)	1,5	4,3	1,32%
Tryptophane (g/16g N)	0,8	1,9	0,43%
Phénylalanine (g/16g N)	4,3	6,4	1,39%
Méthionine (g/16g N)	1,4	2,0	0,35%
Thréonine (g/16g N)	3,9	4,9	1,19%
Leucine (g/16g N)	6,5	9,3	1,95%
Isoleucine (g/16g N)	4,4	6,3	0,83%
Valine (g/16g N)	5,4	7,1	1,06%

(Source : Fuglie & Martin, 1999)

Tableau XI : Les valeurs nutritionnelles de la formule 1

Nutriments	Valeur analysée	Valeur recommandée/jr	Pourcentage d'accomplissement
Energie	1055,7 kcal	2036,3 kcal	52 %
Eau	21,9 g	2700,0 g	1 %
Protéines	39,3 g(19%)	60,1 g(12 %)	65 %
Lipides	28,6 g(30%)	69,1 g(< 30 %)	41 %
Glucides	102,7 g(50%)	290,7 g(> 55 %)	35 %
Fibre alimentaire	19,8 g	30,0 g	66 %
Alcool	0,0 g	-	-
PUFA	7,1 g	10,0 g	71 %
Cholesterol	0,2 mg	-	-
Vit. A	15,0 µg	800,0 µg	2 %
Carotene	184,1 mg	-	-
Vit. E (eq.)	2,6 mg	12,0 mg	21 %
Vit. B1	1,7 mg	1,0 mg	173 %
Vit. B2	5,4 mg	1,2 mg	446 %
Vit. B6	0,0 mg	1,2 mg	0 %
Tot. Fol.acid	0,0 µg	400,0 µg	0 %
Vit. C	4,3 mg	100,0 mg	4 %
Sodium	99,3 mg	2000,0 mg	5 %
Potassium	1,5 mg	3500,0 mg	0 %
Calcium	83,2 mg	1000,0 mg	8 %
Magnesium	92,3 mg	310,0 mg	30 %
Phosphore	0,2 mg	700,0 mg	0 %
Fer	18,7 mg	15,0 mg	125 %
Zinc	5,9 mg	7,0 mg	84 %

Tableau XII : Les valeurs nutritionnelles de la formule 2

Nutriments	Valeur analysée	Valeur recommandée/jr	Pourcentage d'accomplissement
Energie	1063,9 kcal	2036,3 kcal	52 %
Eau	22,2 g	2700,0 g	1 %
Protéines	35,5 g(16%)	60,1 g(12 %)	59 %
Lipides	29,4 g(30%)	69,1 g(< 30 %)	43 %
Glucides	117,3 g(54%)	290,7 g(> 55 %)	40 %
Fibre alimentaire	16,7 g	30,0 g	56 %
Alcool	0,0 g	-	-
PUFA	7,1 g	10,0 g	71 %
Cholesterol	0,2 mg	-	-
Vit. A	10,8 µg	800,0 µg	1 %
Carotene	131,3 mg	-	-
Vit. E (eq.)	2,6 mg	12,0 mg	21 %
Vit. B1	1,6 mg	1,0 mg	156 %
Vit. B2	5,4 mg	1,2 mg	448 %
Vit. B6	0,1 mg	1,2 mg	10 %
Tot. Fol.acid	0,0 µg	400,0 µg	0 %
Vit. C	4,3 mg	100,0 mg	4 %
Sodium	75,9 mg	2000,0 mg	4 %
Potassium	101,4 mg	3500,0 mg	3 %
Calcium	67,5 mg	1000,0 mg	7 %
Magnesium	92,3 mg	310,0 mg	30 %
Phosphore	165,3 mg	700,0 mg	24 %
Fer	21,3 mg	15,0 mg	142 %
Zinc	4,3 mg	7,0 mg	61 %

Tableau XIII : Les valeurs nutritionnelles de la formule 3

Nutriments	Valeur analysée	Valeur recommandée/jr	Pourcentage d'accomplissement
Energie	1013,1 kcal	2036,3 kcal	50 %
Eau	24,3 g	1000,0 g	2 %
Protéines	41,2 g(15%)	60,1 g(12 %)	68 %
Lipides	38,6 g(31%)	69,1 g(< 30 %)	56 %
Glucides	144,6 g(54%)	290,7 g(> 55 %)	50 %
Fibre alimentaire	10,5 g	-	-
Alcool	0,0 g	-	-
PUFA	7,1 g	5,0 g	142 %
Cholesterol	0,2 mg	-	-
Vit. A	1,3 µg	600,0 µg	0 %
Carotene	23,9 mg	-	-
Vit. E (eq.)	2,6 mg	4,0 mg	64 %
Vit. B1	1,6 mg	0,4 mg	388 %
Vit. B2	7,4 mg	0,4 mg	1849 %
Vit. B6	0,7 mg	0,3 mg	226 %
Tot. Fol.acid	136,5 µg	80,0 µg	171 %
Vit. C	6,1 mg	55,0 mg	11 %
Sodium	5,9 mg	-	-
Potassium	1346,1 mg	-	-
Calcium	128,6 mg	400,0 mg	32 %
Magnesium	129,1 mg	60,0 mg	215 %
Phosphore	471,3 mg	300,0 mg	157 %
Fer	15,2 mg	8,0 mg	190 %
Zinc	0,0 mg	2,0 mg	0 %