

## Qualité nutritionnelle des farines de sevrage d'Anagobaka commercialisées sur les marchés de quatre communes du District d'Abidjan

Sea Eudès KPAN<sup>1,2\*</sup>, Chiaye C. A YAPO - CREZOIT<sup>1</sup>, Gogo Lucien BOGA<sup>2</sup>, Kouao DIANE<sup>4</sup>,  
Allico Joseph DJAMAN<sup>2,3</sup> et Jean David N'GUESSAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI), Pôle de Biologie de l'Immunité, 01 BP490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), UFR Biosciences, Laboratoire de Pharmacodynamie-Biochimique, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup> Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI), Unité de Biochimie Médicale, 01 BP490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

<sup>4</sup> Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI), Centre de Ressources Biologiques (CeReB), 01 BP490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

\* Correspondance, courriel : [seaeudes@yahoo.fr](mailto:seaeudes@yahoo.fr)

### Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle des farines de sevrage d'Anagobaka manufacturées, importées et vendues sur les marchés du district d'Abidjan, comparées à deux farines, l'une artisanale locale de maïs et l'autre industrielle utilisée comme farine de référence. Ces farines de sevrage ont été analysées pour leur composition en macronutriments et micronutriments en utilisant respectivement les méthodes du microscope électronique à balayage et celles recommandées par Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Les résultats obtenus ont montré que les farines de sevrage, d'Anagobaka sont pauvres en macronutriments et micronutriments tandis la farine locale est pauvre uniquement en micronutriments. Ces données suggèrent que les farines de sevrage d'Anagobaka et de maïs sont susceptibles d'induire une malnutrition protéino-énergétique et des carences en micronutriments. Il est important de s'assurer de l'innocuité de toute farine alimentaire nécessaire aux besoins nutritionnels des nourrissons afin d'éviter des conséquences néfastes sur la santé des enfants qui en consomment.

**Mots-clés :** *farines infantiles, malnutrition, qualité nutritionnelle, district d'Abidjan.*

### Abstract

#### **Nutritional quality of Anagobaka weaning flours commercialized on the markets of four communes of the Abidjan District**

The objective of this study is to evaluate the nutritional quality of Anagobaka weaning flours manufactured, imported and sold on the markets of the Abidjan district, compared to two flours, one local artisan corn and the other used as reference flour. These weaning flours were analyzed for their macronutrient and micronutrient composition using the scanning electron microscope methods and those recommended by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), respectively. The results showed that Anagobaka's weaning flours are poor in macronutrients and micronutrients while the local flour is poor only in micronutrients. These data suggest that Anagobaka and corn weaning flours are likely to induce protein-energy malnutrition and micronutrient deficiencies. It is important to ensure the safety of any food meal necessary for the nutritional needs of infants in order to avoid adverse health consequences for children who consume it.

**Keywords :** *infantiles flours, malnutrition, nutritional quality, Abidjan district.*

## 1. Introduction

La malnutrition infantile est un problème majeur de santé publique dans les pays en développement. Elle contribue en grande partie à la mortalité infantile en affaiblissant les fonctions immunitaires de l'enfant [1], en diminuant sa résistance aux maladies infectieuses [2]. Les enfants constituent la couche la plus vulnérable. L'organisation mondiale de la santé (OMS), dans un rapport de 2000 estime que plus d'un tiers des enfants âgés de moins de 5 ans, dans les pays en développement (PED) étaient en retard de croissance par rapport à leur âge [3]. En Afrique de l'Ouest et du Centre la malnutrition contribue à 35 % des décès d'enfants de moins de 5 ans [4]. En Côte d'Ivoire, l'enquête nationale de 2012 sur l'état nutritionnel des enfants de moins de 5 ans, rapporte des prévalences de malnutrition aigüe de 5,4 %, d'insuffisance pondérale de 15,7 % et de malnutrition chronique de 27,3 % [5]. Celles-ci apparaissent principalement durant la période qui correspond à l'introduction de complément alimentaire au lait maternel, devenu insuffisant pour fournir entièrement les besoins nutritionnels du nourrisson pendant la période de sevrage. [6, 7]. En Côte d'Ivoire comme ailleurs en Afrique, les farines de sevrage sont utilisées comme des compléments nutritifs pour l'alimentation des enfants, dans le cadre de la diversification alimentaire. Pendant cette période de sevrage, les mères nourrissent généralement leurs enfants avec des bouillies traditionnelles préparées à partir de farines simples ou composées provenant de céréales et de tubercules qui sont des aliments riches en glucides mais pauvres en protéines [8, 9]. Ces aliments ne peuvent pas couvrir tous les besoins nutritionnels de l'enfant [10, 11]. La qualité des farines infantiles utilisées pendant cette période est de ce fait d'une grande importance. Les farines infantiles industrielles locales ou importées sont de meilleure qualité nutritionnelle mais restent inaccessible pour la majorité des ménages à faible pouvoir d'achat.

Ces mères s'approvisionnent auprès des distributeurs que sont les commerçantes originaires du Nigeria, de farine industrielle bon marché. Les mères de même que ces commerçantes n'ont aucune connaissance de la qualité nutritionnelle et sanitaire de ces produits. Ces dernières mettent à disposition sur toutes les communes du District d'Abidjan des farines infantiles, fabriquées au Nigeria de la marque Custard Powder d'où la dénomination « Anagobaka ». Anago est le terme couramment utilisé en Côte d'Ivoire pour désigner les personnes originaires du Nigeria, tandis que la bouillie de céréales est appelée localement "Baka". Les farines d'Anagobaka sont des poudres de crème à texture fine, à base d'amidon de maïs dans lequel, le sel, les arômes, les colorants, les vitamines et les minéraux sont ajoutés avec ou sans addition de jaune d'œuf [12, 13]. Elles sont principalement riches en glucides, pauvre en protéines et ne respectent pas les normes codex établies par la FAO/OMS [14]. Elles exposeraient la population infantile à la malnutrition souvent due à la consommation de farines, pauvres en protéines, micronutriments et déséquilibrées en énergie responsable à long terme d'une insuffisance métabolique sévère [15 - 18]. Il est donc primordial de s'assurer de l'innocuité de toute farine alimentaire en vente libre sur les marchés de nos pays en voie de développement tout en sachant que les techniques de détermination des paramètres physicochimiques des aliments sont performantes, accessibles et faciles à mettre en œuvre. La conquête progressive de tous les marchés du territoire ivoirien par ces farines de sevrage d'Anagobaka, devrait alerter les autorités sanitaires. Il y'a nécessité d'appliquer une politique de contrôle afin d'améliorer la sécurité sanitaire des farines alimentaires et réduire la malnutrition au sein de la population infantile. Ce travail a pour objectif d'évaluer la qualité nutritionnelle des farines d'Anagobaka manufacturées, importées et vendues sur les marchés du district d'Abidjan, comparées à deux farines de référence, l'une artisanale locale de maïs et l'autre industrielle.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2-1. Matériel**

#### ***2-1-1. Matériel biologique***

Le matériel biologique utilisé est constitué de farines de sevrage commercialisées sur les marchés des communes du District d'Abidjan. Ce sont les farines de sevrage d'Anagobaka manufacturées importées, la farine artisanale locale et la farine industrielle utilisée comme farine de référence achetée dans un centre commercial.

#### ***2-1-2. Matériel technique***

Le matériel technique utilisé est composé: de capsules en porcelaine, verres de montre, d'un dessiccateur à plaque métallique contenant des grains de silicium pour le refroidissement, d'un four à moufle (Haraeus), d'une étuve (MEMMERT, 854 Allemagne-schwabach), d'un réfrigérant à reflux, d'un erlenmeyer de 250 mL, du papier filtre whatman, d'un agitateur mécanique, d'une burette graduée à 0,01 mL, d'une pipette, d'un pH mètre (HANNA INSTRUMENTS, HI 8424, pol ind Azitain, Spain, N° série : 3B-26600 EIBAR), des tube à minéraliser (matras), d'un bloc à minéralisateur (KELDJAHL- DQO, JP Selecta, S,A type K, W ), d'un distillateur (Model AC-L8) relié à une plaque chauffante, de fioles jaugées, de ballons en verre, de béchers. Aussi ce matériel est-il composé d'un bain de sable pour éliminer toute présence d'hexane, d'un soxhlet, d'un Rotavapor, d'une plaque chauffante (Schott Instruments N° 3000203), d'une balance électronique (Sartorius AG GERMANY, ISO 9001), d'un Dessiccateur., de creusets, de spatules, d'une balance analytique de précision  $10^{-4}$  g (Sartorius AG, Germany Goettingen, TE 124S), d'un bec bunsen, d'un plot et d'un microscope électronique à balayage (MEB) modèle FEG supra 40 VP de Zeiss couplé à un microanalyseur de rayon X EDS. Ce MEB est équipé d'un détecteur de rayons-X (OXFORD Instruments) X-MAX SDD\_ relié à une plateforme de microanalyseur EDS (Inca Dry Cool, sans Azote liquide).

#### ***2-1-3. Réactifs***

L'acide sulfurique à 0,25 N, la soude à 0,31 N, l'eau distillée, des solutions tampons pH 4,00 et pH 7,00, l'acide sulfurique concentré, une pincée de catalyseur de minéralisation (sélénite ou sulfate de sodium ou sulfate de potassium), la solution de NaOH 40 %, l'acide borique, un indicateur mixte (rouge de méthyle + vert de bromocresol), une solution d'acide sulfurique 0,01 N, l'hexane (solvant organique) et le carbone adhésif à double face ont été utilisés comme réactifs.

### **2-2. Méthodes**

#### ***2-2-1. Critère de sélection des communes***

Les communes ont été sélectionnées selon le mode de vie des habitants, la densité de la population et l'accessibilité des marchés.

#### ***2-2-2. Critère de sélection des échantillons***

Le choix a été porté sur une farine de sevrage de riz de fabrication industrielle, une farine de sevrage locale de fabrication artisanale et les farines de sevrage manufacturées, mal étiquetées, importées connues sous le nom d'Anagobaka et commercialisées sur les marchés du district d'Abidjan.

### 2-2-3. Prélèvement des échantillons

Onze (11) échantillons de boîtes de farines d'Anagobaka ont été achetés chez des marchandes sur des marchés du District d'Abidjan et répartis comme suit : 4 boîtes achetées sur des marchés d'Adjamé codifiées ADJ/001/18, ADJ/003/18, ADJ/004/18, ADJ/006/18) ; 4 boîtes achetées sur des marchés d'Abobo (ABO/001/18, ABO/003/18, ABO/005/18, ABO/006/18), 4 boîtes achetées sur des marchés de Treichville (TREICH/001/18, TREICH/002/18, TREICH/003/18). Un (01) sachet de 300g de farine locale COCO/001/18 et une boîte de farine de référence COCO/002/18 ont été achetées dans un centre commercial de Cocody et convoyés à l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI) (**Tableau 1**). Ensuite ces farines ont été prélevées dans des boîtes stériles en triplicata à l'aide de cuillère stérile autour de la flamme dans une zone stérile puis conservées à la température ambiante en vue de l'analyse physicochimique.

**Tableau 1 : Description et codification des farines de sevrage analysées**

1<sup>ère</sup> lettre = (ADJ) nom de la commune  
1<sup>er</sup> chiffre = (001) N° de l'échantillon et 2<sup>e</sup> chiffre (18) = l'année de prélèvement.

N°	Nom commercial des produits analysés	Codification des produits	Type de produits
01	Bolero pineapple	ADJ/001/18	
02	Fincap	ADJ/003/18	
03	Jone Family	ADJ/004/18	
04	Tollex	ADJ/006/18	
05	Bolero strawberry	ABO/001/18	Farines
06	Egg Banana	ABO/003/18	d'Anagobaka
07	Queen Royale	ABO/005/18	(Custard Powder)
08	Prime	ABO/006/18	
09	Family Milk	TREICH/001/18	
10	Lady B	TREICH/002/18	
11	Glad Family	TREICH/003/18	
12	Farine de Mais 100%	COCO/001/18	Farine artisanale
13	Cerelac de Riz	COCO/002/18	Farine industrielle

### 2-2-4. Détermination des teneurs en macronutriments selon les recommandations AOAC

➤ *Détermination de la teneur en humidité, cendres et protéines*

La teneur en humidité, cendres totales, protéine et pH des farines infantiles a été déterminée par l'Official methods of analysis [19].

➤ *Détermination de la teneur en fibres brutes (méthode de Weende)*

Pour déterminer la teneur en fibres, la méthode de [20] a été utilisée.

➤ *Détermination de la teneur en lipides totaux (méthode au Soxhlet)*

La teneur en lipides totaux est déterminée par la méthode au Soxhlet selon [21]

➤ *Détermination de la teneur en glucides totaux*

Les glucides totaux sont déterminés en pourcentage de masse d'échantillon frais [22].

➤ *Détermination de la valeur énergétique*

Les valeurs énergétiques des protéines, glucides et lipides ont été déterminées à partir des coefficients de [23] adoptés par [22].

### **2-2-5. Détermination des minéraux par microscopie électronique à balayage (MEB)**

A l'aide d'une balance analytique de précision  $10^{-4}$  g, Il a été prélevé 2g en triplicata sur chaque aliquote de 65 g par boîte de farines. La farine est passée au bec benzène. La cendre obtenue est mise au four à  $750^{\circ}\text{C}$  pendant une demi-journée. Elle est ensuite retirée et refroidie au dessiccateur. Le résidu de cendres est alors récupéré. Dix (10) mg du résidu de cendre sont prélevés et étalés sur un plot apprêté avec du carbone adhésif à double face. La répartition sur le plot doit être le plus homogène possible. Le plot est fixé sur le porte-objet du MEB/EDS. Enfin le porte-objet est monté d'échantillon prêt sur la platine de la chambre du MEB pour la microanalyse-RX (EDS).

### **2-2-6. Analyses statistiques**

Pour les paramètres physicochimiques, les différents résultats obtenus sont la moyenne de triplicata et sont exprimés sous forme de moyennes  $\pm$  écart types. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur utilisant le logiciel Graph Pad prisme 7. Le test de Dunnet avec comme seuil de signification statistique la valeur de  $p < 0,05$  a été réalisé pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives.

## **3. Résultats**

### **3-1. Caractéristiques physico-chimiques des farines infantiles de sevrage**

#### **3-1-1. Teneurs en macronutriments des farines infantiles de sevrage**

Les résultats de la composition en macronutriments des farines infantiles de sevrage analysées figurent dans le **(Tableau 2)**. La teneur en protéines de la farine infantile utilisée comme référence est de  $15,22 \pm 0,19$  g /100 g. Celle de la farine infantile locale est de  $11,46 \pm 0,37$  g / 100 g. Les teneurs en protéines des farines d'Anagobaka varient de  $4,52 \pm 0,13$  g /100 g à  $7,7 \pm 0,12$  g / 100 g. La teneur en lipides de la farine infantile de référence est  $6,93 \pm 0,08$  g /100 g et celle de la farine infantile locale est  $3,61 \pm 0,19$  g /100g. Les teneurs en lipides des farines d'Anagobaka varient de  $1,02 \pm 0,05$  g /100 g à  $4,43 \pm 0,26$  g /100 g. La teneur en glucides de la farine infantile de référence est  $70,94 \pm 0,22$  g/100 g et celle de la farine infantile locale est  $78,01 \pm 0,49$  g/100 g. Les teneurs en glucides des farines d'Anagobaka varient de  $78,14 \pm 0,19$  g/100 g à  $82,54 \pm 0,2$  g/100 g. La teneur en humidité de la farine infantile de référence est  $3,59 \pm 0,2$  g /100 g et celle de la farine locale est  $6,56 \pm 0,21$  g /100 g. Les teneurs en humidité des farines d'Anagobaka varient de  $8,79 \pm 0,06$  g /100 g à  $12,94 \pm 0,49$  g /100 g. La teneur en cendres de la farine infantile de référence est de  $3,31 \pm 0,16$  g /100 g et celle de la farine locale est de  $0,36 \pm 0,03$  g /100 g. Les teneurs en cendres des farines d'Anagobaka varient de  $0,15 \pm 0,04$  g /100 g à  $1,15 \pm 0,05$  g/100 g. La teneur en fibres de la farine infantile de référence est de  $3,58 \pm 0,05$ g /100g et celle de la farine locale est de  $3,94 \pm 0,28$  g /100 g. Les teneurs en fibres des farines d'Anagobaka varient de  $0,89 \pm 0,19$  g /100 g à  $3,99 \pm 0,01$  g/100 g. La valeur énergétique de la farine de référence est de  $407,4 \pm 0,63$  g /100 g. Celle de la farine locale est de  $390,37 \pm 1,42$  kcal /100 g et Les valeurs énergétiques des farines d'Anagobaka varient de  $351,41 \pm 2,17$  kcal /100 g à  $387,86 \pm 0,51$  kcal /100 g. Les résultats des teneurs en macronutriments des différentes farines infantiles de sevrage analysées montrent des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre la farine de référence, la farine locale et les différentes marques de farines infantiles d'Anagobaka. Il ressort de l'analyse que les marques des farines de sevrage d'Anagobaka sont faibles en protéines, lipides, cendres et en énergies quant aux glucides, elles ont des teneurs élevées.

### **3-1-2. Teneurs en micronutriments des farines infantiles de sevrage**

Les résultats de la composition en micronutriments des farines infantiles de sevrage analysées figurent dans le **(Tableau 3)**. La teneur en magnésium (Mg) de la farine infantile de référence est de  $14,77 \pm 0,81$  mg/100g, celle de la farine infantile locale est de  $44,53 \pm 2,9$  mg/100 g et les teneurs en magnésium (Mg) des farines infantiles d'Anagobaka varient de  $09 \pm 1,45$  mg/100g à  $43,37 \pm 4,09$  mg/100g. La teneur en phosphore (P) de la farine infantile de référence est de  $145,47 \pm 3,24$  mg/100g, celle de la farine infantile locale est de  $261,57 \pm 2,06$  mg/100 g et les teneurs en phosphore (P) des farines infantiles d'Anagobaka varient de  $97,83 \pm 1,93$  mg/100 g à  $222,67 \pm 9,91$  mg/100 g. La teneur en potassium (K) de la farine infantile de référence est de  $206,30 \pm 2,98$  mg/100 g, celle de la farine infantile locale est de  $227,57 \pm 2,22$  mg /100 g et les teneurs en potassium (K) des farines infantiles d'Anagobaka varient de  $36,87 \pm 4,73$  mg/100 g à  $185,63 \pm 6,73$  mg/100 g. La teneur en sodium (Na) de la farine infantile de référence est de  $141,3 \pm 1,55$  mg/100 g, celle de la farine infantile locale est de  $0,15 \pm 0,03$  mg/100 g et les teneurs en sodium (Na) des farines infantiles d'Anagobaka varient de  $125,4 \pm 6,62$  mg/100g à  $444,36 \pm 2,26$  mg/100 g. La teneur en calcium (Ca) de la farine infantile de référence est de  $206,17 \pm 4,29$  mg/100 g, celle de la farine infantile locale est de  $8,2 \pm 1,51$  mg /100 g et les teneurs en calcium (Ca) des farines infantiles d'Anagobaka varient de  $0,5 \pm 0,2$  mg/100g à  $105,27 \pm 2,89$  mg/100 g. La teneur en fer (Fe), de la farine infantile de référence est de  $7,5 \pm 0,1$  mg /100 g, celle de la farine infantile locale est de  $8,87 \pm 0,75$  mg /100 g et les teneurs en fer (Fe) des farines infantiles d'Anagobaka varient de  $0,13 \pm 0,06$  mg/100 g à  $10,33 \pm 0,64$  mg /100 g. La teneur en zinc (Zn), de la farine infantile de référence est de  $2,6 \pm 0,62$  mg/100 g, celle de la farine infantile locale est de  $3,07 \pm 0,57$  mg/100g et les teneurs en zinc (Zn) des farines infantiles d'Anagobaka, quant à elles varient de  $1,13 \pm 0,15$  mg/100 g à  $7,53 \pm 1,10$  mg/100 g. La teneur en cuivre (Cu) de la farine infantile de référence est de  $2,6 \pm 0,62$  mg/100 g, celle de la farine infantile locale est de  $4,43 \pm 0,87$  mg /100 g. quant aux farines infantiles d'Anagobaka, leurs teneurs cuivre (Cu) varient de  $1,2 \pm 0,2$  mg/100 g et  $23,87 \pm 3,94$  mg/100 g. Les résultats des teneurs en micronutriments des différentes farines infantiles de sevrage analysées montrent des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre la farine de référence, la farine locale et les différentes marques de farines infantiles d'Anagobaka. Les résultats présentés dans le **Tableau 3**, montrent qu'à l'exception du cuivre, du sodium, les teneurs en minéraux des farines infantiles de sevrage d'Anagobaka sont inférieures aux normes recommandées.

**Tableau 2 : Teneurs en macronutriments des farines infantiles de sevrage analysées**

Macronutriments en g/100g de farines							
Farines de sevrage	Protéines	Glucides	Lipides	Humidité	Cendres	Fibres	V. Énergétiques
Bolero. P	5,64 ± 0,37****	80,89 ± 0,12****	1,15 ± 0,06****	11,92 ± 0,05****	0,40 ± 0,02****	2,46 ± 0,01****	356,44 ± 0,38****
Fincap	5,54 ± 0,32****	79,48 ± 0,18****	1,12 ± 0,04****	12,94 ± 0,49****	0,59 ± 0,05****	1,86 ± 0,11****	351,41 ± 2,17****
Jone Family	4,59 ± 0,27****	82,54 ± 0,2****	1,02 ± 0,05****	11,28 ± 0,31****	0,57 ± 0,02****	3,66 ± 0,23 <sup>ns</sup>	357,73 ± 0,98****
Tollex	5,16 ± 0,02****	78,42 ± 0,08****	3,72 ± 0,04****	12,47 ± 0,08****	0,22 ± 0,03****	3,99 ± 0,01 <sup>ns</sup>	387,86 ± 0,51****
Bolero Strawberry	4,53 ± 0,31****	82,5 ± 0,55****	1,36 ± 0,08****	11,42 ± 0,09****	0,19 ± 0,02****	1,54 ± 0,10****	360,36 ± 0,14****
Egg Banana	6,39 ± 0,36****	80,67 ± 0,18****	2,1 ± 0,09****	10,46 ± 0,43****	0,38 ± 0,02****	0,89 ± 0,06****	367,13 ± 1,35****
Queen Royale	4,52 ± 0,13****	80,37 ± 0,29****	2,45 ± 0,28****	12,47 ± 0,18****	0,19 ± 0,0****	1,07 ± 0,08****	361,60 ± 1,20****
Prime	7,31 ± 0,23****	81,18 ± 0,52****	1,88 ± 0,13****	9,31 ± 0,03****	0,32 ± 0,04****	1,48 ± 0,01****	370,87 ± 0,7****
Family Milk	7,5 ± 00****	78,14 ± 0,19****	4,43 ± 0,26****	8,79 ± 0,06****	1,15 ± 0,04****	1,03 ± 0,08****	382,39 ± 1,60****
Lady B	6,72 ± 0,14****	79,32 ± 0,03****	1,22 ± 0,05****	12,56 ± 0,19****	0,17 ± 0,01****	3,59 ± 0,11 <sup>ns</sup>	355,15 ± 1,02****
Glad Family	7,7 ± 0,12****	78,19 ± 0,10****	2,05 ± 0,05****	11,87 ± 0,06****	0,18 ± 00****	2,07 ± 0,12****	362,02 ± 0,46****
Farine de Maïs	11,46 ± 0,37****	78,01 ± 0,49****	3,61 ± 0,19****	6,56 ± 0,21****	0,36 ± 0,03****	3,94 ± 0,28 <sup>ns</sup>	390,37 ± 1,42****
Cerelac Riz	15,22 ± 0,19 <sup>ns</sup>	70,94 ± 0,22****	6,93 ± 0,08****	3,59 ± 0,2****	3,31 ± 0,16****	3,58 ± 0,05 <sup>ns</sup>	407,04 ± 0,63****
Standard FAO/OMS 2006	15	68	8	5	2,9	3,8	400

\*\*\*\* Plus les astéries augmentent plus la différence significative est importante au seuil de  $p < 0,05$ ; ns : non significative

Tableau 3 : Teneurs en micronutriments des farines infantiles de sevrage analysées

Micronutriments en mg/100g de farines								
Farines de sevrage	Mg	P	K	Na	Ca	Fe	Zn	Cu
Bolero. P	21,97 ± 2,28****	194 ± 5,04****	172,23 ± 37,08****	219,17 ± 6,05****	13,2 ± 1,9****	1,77 ± 0,6****	6,3 ± 0,87****	7,3 ± 0,17****
Fincap	13,87 ± 0,81****	98,07 ± 4,33****	38,2 ± 3,13****	444,36 ± 2,24****	6,13 ± 1,01****	1,73 ± 1,04****	2,27 ± 0,83****	3,47 ± 0,75*
Jone Family	26,4 ± 2,4****	222,67 ± 9,91****	59,57 ± 7,72****	128,8 ± 8,12****	0,5 ± 0,2****	0,43 ± 0,25****	2,67 ± 0,7***	10,57 ± 1****
Tollex	43,37 ± 4,09 <sup>ns</sup>	202,13 ± 7,75****	49,83 ± 1,76****	148,43 ± 2,92****	55,97 ± 3,52****	10,33 ± 0,64*	7,53 ± 1,10****	4,53 ± 1,21**
Bolero Strawberry	21,53 ± 3,95****	190,2 ± 17,3****	111,57 ± 7,45****	148,57 ± 2,75****	26,93 ± 4,86****	4,43 ± 0,91****	2,8 ± 0,36**	23,87 ± 3,94****
Egg Banana	13,57 ± 3,08****	136,10 ± 5,35****	47,5 ± 3,48****	315,16 ± 2,14****	2,7 ± 0,36****	1,73 ± 0,21****	1,23 ± 0,12****	1,2 ± 0,2 <sup>ns</sup>
Queen Royale	21,67 ± 0,73****	195,16 ± 5,01****	36,87 ± 4,73****	228,93 ± 6,92****	81,07 ± 6,61****	1,3 ± 0,2****	1,27 ± 0,06****	1,33 ± 0,42 <sup>ns</sup>
Prime	09 ± 1,45****	97,83 ± 1,93****	38,6 ± 3,75****	341,7 ± 9,46****	45,3 ± 3,67****	1,57 ± 0,57****	1,7 ± 0,3****	1,57 ± 0,20 <sup>ns</sup>
Family Milk	13,70 ± 0,6-1****	132,77 ± 8,94****	135,47 ± 5,29****	139,66 ± 6,66****	105,27 ± 2,89****	0,13 ± 0,06****	2,47 ± 0,5****	1,33 ± 1,02 <sup>ns</sup>
Lady B	38,13 ± 1,76***	159,8 ± 2,18****	65,83 ± 3,88****	200,43 ± 4,46****	83,7 ± 0,62****	2,6 ± 1,25****	1,13 ± 0,15****	3,17 ± 1,7*
Glad Family	29,87 ± 2,11****	187,87 ± 6,56****	185,63 ± 6,73****	125,4 ± 6,62****	12,73 ± 1,94****	2,93 ± 0,68****	1,2 ± 0,35****	4,53 ± 0,15**
Farine de Maïs	44,53 ± 2,9 <sup>ns</sup>	261,57 ± 2,06*	227,57 ± 2,22****	0,15 ± 0,03****	8,2 ± 1,51****	8,87 ± 0,75 <sup>ns</sup>	3,07 ± 0,57 <sup>ns</sup>	4,43 ± 0,87**
Cerelac Riz	14,77 ± 0,81****	145,47 ± 3,24****	206,30 ± 2,98****	141,3 ± 1,55****	206,17 ± 4,29****	7,5 ± 0,1 <sup>ns</sup>	4,47 ± 0,25****	2,6 ± 0,62 <sup>ns</sup>
Standard FAO/OMS 2006	48	281,2	408,7	60	341,2	8,5	3,7	0,1

\*\*\*\* : Plus les astéries augmentent plus la différence significative est importante au seuil de  $p < 0,05$  ; ns : non significative

## 4. Discussion

### 4-1. Teneurs en macronutriments des farines infantiles de sevrage

La présente étude a consisté à évaluer les teneurs en macronutriments et en micronutriments des farines infantiles d'Anagobaka et des farines locales vendues dans les marchés du district d'Abidjan. Les résultats des analyses montrent des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre la farine de référence et les autres farines infantiles pour tous les macronutriments et micronutriments analysés. La teneur en protéines de la farine de référence ( $15,22 \pm 0,19$  g) respecte la norme recommandée par FAO/OMS qui est de 15 g, comme mentionnée sur l'étiquette. La teneur en protéines de la farine locale est proche de la référence ( $11,46 \pm 0,37$  g) donc meilleure à celles des farines d'Anagobaka dont les valeurs varient de 4,53 à 7,7 g. Les teneurs en protéines des farines d'Anagobaka très faibles ne respectent pas la norme de la farine standard recommandée par FAO/OMS. Les farines d'Anagobaka de marques *Queen Royale*, *Bolero Strawberry*, *Jone Family*, *Tollex*, *Fincap* et *Bolero Pineapple* ont des teneurs en protéines qui se rapprochent des valeurs de  $2,04 \pm 0,03$  g/100 g obtenues par [14]. Il a montré dans ses travaux que les farines d'Anagobaka étaient pauvres en protéines. Les faibles teneurs en protéines ne peuvent pas couvrir les besoins nutritionnels des enfants en période de croissance même s'ils sont consommés en grande quantité. Le barème temps-température dans la cuisson et la torréfaction des matières premières ne doit pas être écarté car ce dernier serait responsable de la dénaturation probable des protéines [25].

Cependant la teneur en protéine des céréales combinées aux légumineuses est meilleure que celle produite à partir des céréales seules [26], de même que l'incorporation en proportion de 1/3 de soja pour 2/3 de maïs est idéale pour l'équilibre et la qualité de protéines [9]. [27] a noté que l'utilisation des farines composées pourrait aider à améliorer la qualité des aliments de sevrage dans les pays en développement. Les formules de spiruline en poudre peuvent également être mélangées aux farines infantiles aux jus de fruit, au lait puis administrer aux enfants malnutris, pour améliorer la croissance des tissus, la vision, renforcer le système immunitaire et la résistance aux infections chroniques [28]. Ces mesures seraient à recommander pour enrichir les farines d'Anagobaka à défaut d'interdire leur consommation. La teneur en lipides de la farine de référence ( $6,93 \pm 0,08$  g / 100 g) est inférieure à la norme recommandée par la FAO/OMS qui est 8 g/100 g et ne correspond pas à la valeur mentionnée sur l'étiquette. Concernant les farines infantiles d'Anagobaka tout comme la farine locale, elles ont des teneurs en lipides inférieures à la norme. La plupart des farines d'Anagobaka ont des teneurs en lipides très faible et comparables aux valeurs de 1,66 et 2,2 g/100 g retrouvées respectivement dans les bouillies de maïs et de mil préparées dans l'état de Kaduna au Nigéria [25] et différent de la valeur trouvée par [14] qui est de  $6,1 \pm 0,11$  g/100 g. Les lipides sont la source d'énergie importante et fournissent également des acides gras essentiels.

Les lipides jouent un rôle important dans la satiété et la croissance pondérale [29]. Tout aliment pauvre en lipide et en énergie mène à une perte de poids [30]. La teneur en glucides totaux de la farine de référence ( $70,94 \pm 0,22$  g/100 g) est proche de la norme recommandée qui est 68 g/100 g et ne correspond pas à celle mentionnée sur l'étiquette (67,75 g). La farine locale et toutes les farines d'Anagobaka ont des teneurs en glucides totaux élevées et ne respectent pas la norme recommandée. Les farines d'Anagobaka de marques *Jone Family*, *Bolero Strawberry*, *Prime*, *Bolero pineapple*, *Egg Banana* et *Queen Royale* présentent des teneurs en glucide qui corroborent celle trouvée par [14] qui est  $82,1 \pm 0,94$  g/100 g. Ces farines d'Anagobaka analysées ont des teneurs élevées en glucides. Les glucides jouent un rôle essentiellement énergétique, ils constituent la source d'énergie rapidement utilisable par l'organisme et sont impliqués dans l'anabolisme des protéines [30]. La teneur en humidité de la farine de référence ( $3,59 \pm 0,2$  g) respecte la norme recommandée par la FAO/OMS 2006 qui est de 5 % [31]. Les teneurs en humidité des farines d'Anagobaka et celle de la

farine locale sont significativement supérieures à celle de la farine de référence et à la norme. La faible teneur en humidité des farines augmente leur durée de conservation et sur le plan microbiologique, limite le développement des microorganismes, à l'exception des moisissures [32]. Le taux élevé d'humidité est responsable d'altération de la farine infantile. En effet, il a été montré qu'il y a une relation entre l'humidité dans l'aliment et la capacité de croissance microbienne [33]. La teneur en fibres de la farine de référence ( $3,58 \pm 0,05$  g) est proche de la norme recommandée qui est 3,8 g/100 g et supérieure à celle mentionnée sur l'étiquette. Celles de la farine locale et de la farine d'Anagobaka de marque *Tollex* sont supérieures à la norme. Les farines d'Anagobaka de marque *Jone Family* et *Lady B* se rapprochent de la norme. Toutes les autres farines d'Anagobaka ont des teneurs en fibres très faibles et ne respectent pas la norme. Les fibres régulent le transit intestinal et captent une partie des lipides et des glucides, ce qui permet de réguler en partie le taux de sucre sanguin et d'éviter l'excès de cholestérol. Grâce à leur haut degré de saturation, ces fibres exercent un effet positif contre le surpoids et sur les maladies métaboliques [34]. Une alimentation très pauvre en fibres serait à l'origine de constipation. Les farines d'Anagobaka présentant des faibles teneurs en fibres seraient responsables de constipation chez les nourrissons et jeunes enfants qui en consomment. La teneur en cendres de la farine de référence est supérieure à la norme recommandée qui est 2,9 g/100 g. Les valeurs retrouvées dans la farine locale et les farines d'Anagobaka sont très significativement faibles par rapport à celles de la farine de référence et de la norme. Les faibles teneurs en cendres indiquent des faibles teneurs en micronutriments. La valeur énergétique de la farine de référence (407 kcal/100 g) respecte la norme recommandée (400 kcal/100 g), mais ne correspond pas à son étiquetage. La valeur énergétique de la farine locale (390 kcal) est proche de la norme et meilleure que celles des farines d'Anagobaka (351 à 387 kcal). Toutes ces farines, locale et d'Anagobaka ont des valeurs énergétiques significativement faibles à celle de la farine de référence et de la norme. La FAO/OMS recommande que les aliments de sevrage soient riches en énergie. Cette recommandation de la FAO est importante car la faible densité énergétique de certaines bouillies tend à limiter la quantité totale d'énergie nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme du jeune enfant. Compte tenu de la petite taille de leur estomac les enfants ont besoin d'aliments hautement énergétiques pour couvrir leurs besoins énergétiques [35].

#### 4-2. Teneurs en micronutriments des farines infantiles de sevrage

Les teneurs en magnésium de toutes les farines infantiles analysées ne respectent pas la norme recommandée qui est de 48 mg/100 g. Les plus faibles valeurs sont retrouvées dans les farines d'Anagobaka de marques *Prime*, *Egg Banana*, *Fincap* et la farine de référence. Ces valeurs diffèrent des teneurs de (49,35-80,56 mg/100 g) trouvées dans les bouillies consommées à Maroua dans l'extrême Nord du Cameroun [36]. Les farines de marque *Tollex* et la farine locale se rapprochent de la norme. Ces farines de faibles teneurs en magnésium pourraient causer un retard de croissance chez les nourrissons, vu que le magnésium participe à la prévention de la dégénérescence des muscles, du retard de la croissance et des malformations congénitales [37]. Les teneurs en phosphore de la farine de référence, la farine locale et les farines d'Anagobaka ne respectent pas la norme recommandée qui est de 281,2 mg/100g. Les plus faibles teneurs sont retrouvées dans les farines d'Anagobaka de marque *Prime* et *Fincap*. Une faible teneur en phosphore pourrait conduire à la perte d'appétit, à la faiblesse, à la douleur des os. En effet, le phosphore se combine au calcium sous forme de phosphate de calcium, substance dure qui confère aux os leur rigidité. Le phosphore est nécessaire à la production et à l'utilisation de l'énergie, à la conservation des os et des dents [38]. Les teneurs en potassium de toutes les farines infantiles analysées ne respectent pas la norme recommandée qui est de 408,7 mg/100g. Ces teneurs sont très faibles dans les farines d'Anagobaka et seul les marques de farines de *Bolero Pineapple*, *Bolero Strawberry*, *Family Milk* et *Glad Family* se démarquent des autres. La teneur en potassium de la farine locale ( $227,57 \pm 2,22$  mg/100 g) est comparable à celle des bouillies de maïs (217,78 mg/100 g) préparées dans le Nord-Ouest du Nigéria [25]. La teneur de la référence se rapproche de

la farine locale et diffère significativement de celle mentionnée sur l'étiquette qui est 600 mg/100 g. Le potassium est nécessaire pour la régulation de l'équilibre hydrique des cellules, l'utilisation des hydrates de carbone et la construction des protéines. Il agit contre les perturbations du rythme cardiaque et intervient dans la régulation de la pression osmotique de la cellule. Les teneurs en sodium sont très élevées dans la farine de référence qui diffère de celle de l'étiquetage qui est 165 mg/100 g et les farines d'Anagobaka. Cette teneur est très faible dans la farine locale. Toutes ces valeurs obtenues dans ces farines sont significativement différentes de la norme recommandée qui est 60 mg/100 g. Pourtant, le sodium intervient dans l'équilibre acide-base et l'équilibre hydrique de l'organisme, puis favorise la fonction nerveuse et la contraction musculaire. La teneur en calcium de la farine de référence ( $206,17 \pm 4,29$  mg) est inférieure de celle inscrite sur l'étiquette qui est de 480 mg/100 g et ne respecte pas la norme recommandée qui est 341,2 mg/100 g. Elle est significativement supérieure aux teneurs retrouvées dans la farine locale et d'Anagobaka. La plus faible teneur se retrouve dans la farine d'Anagobaka de marque *Jone Family*. Toutes les teneurs en calcium des farines d'Anagobaka exceptée la farine de *Family Milk* sont inférieures à celle trouvée par [14]. Ces farines de faible teneur en calcium seraient un frein à la croissance et responsables de l'ostéoporose chez les nourrissons et jeunes enfants. En effet, le calcium joue un rôle majeur dans la constitution du squelette, mais aussi dans diverses fonctions métaboliques comme l'activité musculaire, les stimuli nerveux, les activités enzymatiques et hormonales et le transport d'oxygène [38, 39]. Le calcium assure la rigidité des os et favorisent la croissance des enfants. Le calcium est fondamental pendant les premiers stades de la vie et tout particulièrement au cours des phases de croissance de l'organisme où les besoins augmentent [40].

Il est apporté par les aliments d'origine lactée. Toutefois les œufs, les céréales, les fruits secs et frais les légumineuses peuvent contribuer aux apports secondaires [41]. La teneur en fer de la farine de référence (7,5 mg/100 g) est proche de la norme recommandée (8,5 mg/100 g) et la même que celle mentionnée sur son étiquetage. La farine locale ( $8,87 \pm 0,75$  mg/100 g) a une valeur supérieure à la norme. Exceptée la farine d'Anagobaka de marque *Tollex* ( $10,33 \pm 0,64$  mg/100g) qui a une teneur supérieure à la norme, les teneurs en fer des autres farines d'Anagobaka analysées sont très faibles. Ces teneurs en fer de ces farines d'Anagobaka sont inférieures à celle trouvée par [14] et seraient responsable d'anémie chez les nourrissons et les enfants. L'insuffisance de fer est un problème important de santé publique dans les pays en voie de développement. Une étude en Côte d'Ivoire, a montré que la proportion de personnes anémiques avec carence en fer variait en fonction de l'âge et du sexe. Environ 80 % des enfants anémiques, d'âge préscolaire, souffraient d'anémie ferriprive alors que cette proportion s'élevait à 50 % chez les enfants en âge de fréquenter et chez les femmes et à 20 % des hommes [42]. Le fer intervient aussi dans la constitution de l'hémoglobine, de la myoglobine et d'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques [43]. La fortification des aliments s'est avérée une stratégie efficace pour surmonter des insuffisances nutritives dans les pays en voie de développement.

C'est ainsi que le sulfate de fer a été principalement utilisé dans les aliments lactés pour nourrissons et le fumarate de fer pour enrichir les farines de céréales pour enfants [44]. Le Programme National de Nutrition de Côte d'Ivoire recommande systématiquement 60 mg de sulfate de fer jusqu'à 3 mois après l'accouchement et la consommation d'aliments riches ou enrichis en fer, en acide folique, en calcium, en iode et en vitamine A. Le gouvernement marocain, à travers le programme national de lutte contre les troubles dus aux carences en micronutriments, a ainsi adopté en 2001, la stratégie de l'enrichissement de la farine de blé tendre en fer pour lutter contre ce problème [45]. La teneur en zinc de la farine de référence ( $4,47 \pm 0,25$  mg/100 g) est supérieure à la norme recommandée (3,7 mg/100g) et se rapproche de celle mentionnée sur l'étiquette qui est de 4,5 mg/100 g. Celle de farine locale ( $3,07 \pm 0,57$  mg/100 g) est proche de la norme. Les teneurs en zinc des farines d'Anagobaka analysées sont faibles exemptées, les farines de marque *Tollex* et *Bolero Pineapple* dont les valeurs sont supérieures à la norme. Toutes les farines d'Anagobaka ne respectent pas la norme.

Une faible teneur en zinc pourrait exposer le nourrisson aux diarrhées. En effet, le zinc joue un rôle central dans la croissance et sa carence est l'une des causes du retard de croissance [46]. Les produits d'origine animale constituent les meilleures sources de zinc. Mais dans les pays en développement, les aliments d'origine végétale (céréale, légumes) constituent les bases de l'alimentation et les principales sources de macro et de micronutriments. Or, la teneur et la biodisponibilité des micronutriments en l'occurrence le fer et le zinc dans ces aliments sont faibles du fait de la présence de facteurs limitant tels que les composés phénoliques et les Phytates [47, 48]. Le zinc est présent dans beaucoup d'enzymes essentielles au métabolisme. Il est aussi impliqué dans l'immunité car il réduirait l'incidence et la gravité des diarrhées chez l'enfant [40]. Les teneurs en cuivre de toutes les farines infantiles analysées sont supérieures à la norme recommandée (0,1 mg/10 g). Les teneurs les plus élevées sont retrouvées dans les farines d'Anagobaka de marque *Bolero Strawberry*, *Jone Family* et *Bolero Pineapple*. Ces farines peuvent être toxique pour les nourrissons. Le cuivre intervient dans l'absorption du fer, le métabolisme et la formation des tissus élastiques et conjonctifs. Il possède aussi une fonction enzymatique car agit comme cofacteur dans certaines réactions enzymatiques de l'organisme [49]. Les farines infantiles industrielles commerciales (Cerelac de riz), pour la plupart enrichies en macro et micronutriments, ont des caractéristiques très intéressantes du point de vue de leur composition, mais aussi au niveau de leur consistance. Elles permettent donc des ingérés énergétiques plus importants et sont plus adaptées aux besoins nutritionnels des nourrissons et jeunes enfants. Ces farines ne sont pas accessibles à toutes les ménages du fait de leur coût beaucoup plus élevé que celui des farines locales artisanales et des farines d'Anagobaka. Les besoins énergétiques journaliers, les protéines et les micronutriments fournis par la farine de maïs et les farines d'Anagobaka s'avéraient faibles d'où l'importance de l'enrichissement de ces farines de sevrage pour couvrir les besoins des nourrissons et jeunes enfants.

## **5. Conclusion**

Cette étude a été réalisée en vue de mieux connaître la contribution nutritionnelle de ces farines infantiles utilisées comme aliment de sevrage en Côte d'Ivoire. L'étude de la composition chimique des farines d'Anagobaka révèle que leurs teneurs en protéines, en lipides, valeur énergétique et en micronutriments sont significativement faible par rapport à la farine de référence et la farine locale. La valeur énergétique de la farine locale est faible de même qu'en micronutriments. Ces deux types de farines infantiles induisent des carences responsables de pathologies nutritionnelles chez les nourrissons et jeunes enfants qui en consomment. Il apparaît opportun de couvrir leurs besoins nutritionnels, par l'enrichissement des farines locales et par la réglementation de la commercialisation des farines d'Anagobaka.

## ***Remerciements***

*Le Pôle de Biologie de l'Immunité remercie, Mr Soumahoro Losseni, ingénieur au Centre d'Analyse et de Recherche de Petroci Unité de Microscopie Electronique à Balayage et Microanalyse R-X, Docteur Zoro Bi Armel, Laboratoire de Biochimie, Lycée technique de Yopougon et Docteur Kouakou Egnon K. V du Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR Biosciences.*

## Références

- [1] - R. K. CHANDRA, McCollum Award lecture. Nutrition and immunity: lessons for the past and new insights into the future. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53 (1991) 547 - 51
- [2] - C. G. VICTORIA, F. C. BARROS, B. R. KITKWOOD & J. P. VAUGHAN, Pneumonia, diarrhea, and growth in the first 4 y of life: a longitudinal study of 5914 urban Brazilian children. *American Journal of clinical nutrition*, 52 (1990) 391 - 96
- [3] - M. DE ONIS, E. A. J. FRONGILLO & M. BLOSSNER, Is malnutrition declining? An analysis of levels of child malnutrition since. *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (2000), 1222 - 27
- [4] - UNICEF, Overview of children in west and central Africa, (2010)
- [5] - EDSCI-III, Enquête Démographique et de Santé de Côte d'Ivoire. Institution National de Statistique (INS), (2012) 38
- [6] - L. E. CAULFIELD, S. L. HUFFMAN, E. G. PIWOZ, Interventions to improve intake of complementary foods by infants 6 to 12 months of age in developing countries : Impact on growth and on the prevalence of malnutrition and potential contribution to child survival. *Food Nutr. Bull*, 20 (1999) 183 - 200
- [7] - Organisation Mondiale de la Santé/Fonds des Nations Unies pour l'Enfance (OMS/UNICEF). Alimentation complémentaire des jeunes enfants dans les pays en développement. OMS: Genève, (2003) 130 - 131
- [8] - T. ZANNOU, K. BOUAFU, G. KOUAME, A. KONAN, Etude de la valeur nutritive de farines infantiles à base de manioc et de soja pour enfant en âge de sevrage. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 80 (2011) 748 - 758
- [9] - A. KOUASSI, A. AGBO, G. DAGO, G. GBOGOURI, K. BROU, G. DAGO, Comparaison des caractéristiques nutritionnelles et rhéologiques des bouillies infantiles préparées par les techniques de germination et de fermentation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (2) (2015) 944 - 953
- [10] - B. SAVADOGO, D. BENGALY, D. ZONGO, N. ZEBA, N. PODA, D. DIANOU et S. ALFRED, Anémie et parasitoses (intestinales et urinaires) chez les enfants d'âge scolaire au Burkina Faso: cas des écoles de Yamtenga, Daguilma et Koubri, (2015)
- [11] - M. ELENGA, J. MASSAMBA, C. KOBAWILA, G. MAKOSSO, T. SILOU. Evaluation et amélioration de la qualité nutritionnelle des pâtes et des bouillies de maïs fermenté au Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (6) (2009) 1274 - 1285
- [12] - A. I. IHEKORONYE and P. O. NGODDY, *Integrated Food Science and Technology. Macmillan publishers*, (1985) 129 - 130
- [13] - J. I. OKOYE, A. C. I NKWOCHA, A. O. AGBO, P. NASCIMENTO, N. FERNANDES, M MAURO & M. KIMURA, Nutrient composition and acceptability of soy-fortified custard. *Science and Technology*, 2 (2007) 37 - 44
- [14] - K. V. EGNON, K. BOUAFU, A. MEITE, K. KOUAME & S. KATI-COULIBALY, Farine de sevrage commerciale Anagobaka : quels risques pathologiques dans le régime du rat en croissance ? *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (1) (2016) 167 - 174
- [15] - G. HENNEN, *Biochimie humaine, Introduction biochimie à la médecine interne, Sciences*, (1996) 792
- [16] - M. RAHMAN, A. MITRA & D. MAHALANABIS, M. WAHED, M. KHATUN et N. MAJID, Absorption of macronutrients from a calorie-dense diet in malnourished children during acute shigellosis. *Journal of Pediatrics Gastroenterol Nutrition*, 24 (2) (1999) 119 - 123
- [17] - SANDSTEAD, Causes of iron and zinc deficiencies and their effects on brain'. *Journal of Nutrition*, 130 (2000) 374 - 394
- [18] - L. PERLEMUTER & J. QUEVANVILHENS, Dictionnaire médical à l'infirmière. Encyclopédie pédiatrique. Amazon, (2002) 630
- [19] - AOAC, Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists Ed., Washington DC, (1990) 684

- [20] - WOLF, Manuel d'analyses des corps gras. Azoulay Ed., Paris, France, (1970) 519
- [21] - AFNOR, Recueil de Norme Française, corps gras, grains oléagineux, produit dérivé. AFNOR Ed., Paris, (1986) 527
- [22] - FAO, Traditional food plants. Food and Nutrition Paper. FAO Ed., Rome, (1998) 125
- [23] - L. A. MERILL & B. K. WATT, Energy value of foods basis and derivation. *Agricultural Research Service*, 74 (1975) 136
- [24] - DEWEY KG, BROWN KH, Undated on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and applications for intervention programs. *Food Nutr. Bull.*, 24 (1) (2003) 5 - 28
- [25] - K. M. ANIGO, D. A. AMEH, S. IBRAHIM & S. S. DANBAUCHI, "Nutrient composition of complementary food gruels formulated from malted cereals, soybeans and groundnut for use in North-western Nigeria", *African Journal of Food Science*, Vol. 4, (2010) 65 - 72
- [26] - M. SOLOMON, Nutritive value of three potential complementary goods based on cereals and legumes. *Agriculture Nutritive*, 5 (2) (2005) 1 - 14
- [27] - V. N. IBEANU, "Proximate composition, sensory properties and acceptability of low viscous complementary gruels based on local staples". *Nigeria Journal of Nutritional Science*, Vol. 30, N°1 (2009) 103 - 111 p.
- [28] - J. C. DILLON, Utilization of spirulina in children, chapter 3 in book "The young child nutrition and malnutrition". Antenna Technologies - Geneva, Switzerland. (2014) www.antenna.ch. Consulté le 20 novembre 2018
- [29] - BENOUB, Détermination de quelques paramètres biochimiques chez la rate wistar consommant un régime cafeteria enrichie en huile de lin, Mémoire de Magister en agronomie, Université Abou BekrBelkaid Tlemcen, Algérie, (2011) 96
- [30] - A. M. DALLY, K. KOUAME, K. BOUAFOU & S. KATI-COULIBALY, Efficacité nutritionnelle de trois mets Ivoiriens : cabatoh à la sauce dah au nord ; foutou igname à la sauce gouagouassou au centre ; riz cuit à la sauce graine à l'ouest. *Journal of Applied Biosciences*, 33 (2010) 2084 - 2090
- [31] - S. SGUERA, Spirulina plantesis et ses constituants, intérêts nutritionnels et thérapeutiques. Thèse, université Henri Poincaré-Nancy 1, (2008)
- [32] - FAO/OMS, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Rapport des vingt -septième session du comité du codex sur la nutrition et les aliments diététiques ou de régime. ALINOM 06/29/26, (2006) 105
- [33] - F. CHAPELAND-LECLERC, N. PAPON, T. NOËL & J. VILLARD, Moisissures et Risques Alimentaires (Mycotoxicooses). *Revue Française des laboratoires*, 373 (2005) 61 - 66
- [34] - M. T. NGUYEN, Identification des espèces de moisissures, potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Viêt Nam -étude des conditions pouvant réduire la production des mycotoxines, (2007). Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, consulté en mai 2018, disponible sur : <http://ethesis.inptoulouse.fr/archive/00000487/01/nguyen.pdf>
- [35] - J. HENAUER & J. FREI, Alimentation riche en fibres : L'importance des fibres pour les personnes souffrantes de paralysie ; Paraplegiker zentrum Uniklinik Balgrist traduction française AG & CBA, (3) (2008) 1 - 9
- [36] - K. H. BROWN, "The importance of dietary quality versus quantity for weaning in less developed countries : a framework for discussion". *In Food and Nutrition Bulletin*, Vol. 13, N°2 (1991) 86 - 94
- [37] - R. PONKA, B. A. ABDOU, E. FOKOU, E. BEAUCHER, M. PIOT, J. LEONIL & F. GAUCHERON, "Nutritional composition of five varieties of pap commonly consumed in Maroua (Far-North, Cameroon)", *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, Vol. 65, (2015) 183 - 19

- [38] - V. C. CHARTURVEDI, R. SHRIVASTAVA & R. K. UPRETI, Viral infections and trace element : A complex trace element. *Curr. Sci.*, 87 (2004) 1536 - 1554
- [39] - C. M. WEAVER & S. L. MOBLEY, Calcium intake, body fat, and bones a complex relation. *Am. J. Clin. Nutr.*, 86 (3) (2007) 527
- [40] - L. SOBOTKA, S. ALLISON ET STANGA. Basics in clinical nutrition ; Water and electrolytes in health and disease. E- SPEN, the European e- Journal of Clinical Nutrition and Metabolism, Vol. 3, N°6 (2008) 259 - 266
- [41] - A. LOKOMBE, LEKE & C. MULLIE, Nutrition du nourrisson et diversification alimentaire. *Cahiers de Nutrition et Diététique*, 39 (2004) 349 - 359
- [42] - V. COXAM, Nutrition et ostéoporose. *Cah, Nutr., Diet.*, Vol. 43, N°2 (2008) 72 - 73 p.
- [43] - L. DAVIDSSON, A. F. STAUBLI, P. ADOU et al. Prevalence of iron deficiency, with and without concurrent anemia, in population groups with high prevalence of malaria and other infections : a study in Côte d'Ivoire. *Am J Clin Nutr*, 74 (2001) 776 - 782
- [44] - J. BADHAM, M. B. ZIMMERMANN & K. KRAMER, Le guide de l'anémie nutritionnelle. Suisse: Sight and Life, (2007)
- [45] - E HERTRAMPF, Iron Fortification in the America. *Nutr Rev*, 60 (7) 1 (2002) 22S - 5S
- [46] - H AGUENAOU et al. L'état d'avancement au Maroc de la fortification et de l'enrichissement des aliments de base dans le cadre du programme national de la lutte contre les carences en micronutriments. *Communications scientifiques*, (2005) (Disponible sur le site <http://www.santemaghreb.com/maroc/nutrition.htm>, consulté le 11 novembre 2018)
- [47] - OMS & FAO, Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments. Rome, Italie, (2011) 412 p.
- [48] - A. P. P. KAYODE, Diversity, users' perception and food processing of sorghum : Implications for dietary iron and zinc supply. PhD Thesis. Wageningen University. Wageningen, Netherlands, (2006) 152 p.
- [49] - E. C. S. MITCHIKPE, R. A. M. DOSSA, E-A. D. ATEGBO, J. M. A. VAN RAAIJ, P. J. HULSHOF M& KOK F. J. , The supply of bioavailable iron and zinc may be affected by phytate in Beninese children. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21 (2006) 17 - 25
- [50] - EUFIC, Les minéraux : quel est leur rôle ? Où les trouve-t-on ? (2006), <http://www.eufic.org/article/fr/expid/mineraux/> consulté le 10 Juillet 2018