

## Contribution à la Valorisation des Produits Locaux au Nord-Kivu : Cas de Production Farine Composite à base de Maïs, Patate Douce, Courge et Soja

*Kajunju Napoléon HERI<sup>1</sup>, Mulalisi Honoré BIRINDWA<sup>1</sup>, Chakirwa Henry MUSHAGALUSA<sup>1</sup>, Ntwali Victor MITUGA<sup>1</sup>, Nakonda Gerard BULUMBA<sup>2</sup>, and Masamba Jean WALANGULULU<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Section Agro vétérinaire,  
Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU),  
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

<sup>2</sup>Département de géographie et gestion de l'environnement,  
Section des sciences exactes  
Institut Supérieur Pédagogique (ISP/WALUNGU),  
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

<sup>3</sup>Directeur général de l'ISEAV/ WALUNGU,  
Doyen de la Faculté d'Agronomie, Université Catholique de Bukavu (UCB),  
Sud Kivu, RD Congo

---

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Managing the post-weaning period in children-farm in North Kivu is a problem that requires the use of local products of agriculture. A composite flour made from corn, sweet potato, pumpkin and soy has been proposed to substitute breast milk. Three treatments were then developed with each clean overalls him. The physico-chemical analyzes and the organoleptic characteristics tests were then performed on the three treatments at the end of which the following results were obtained:

- Treatment III, containing 30% corn, 40% of sweet potato, squash 10% and 20% soy, was found to be the combination that offers many advantages over other light of its wealth protein, minerals and vitamins;
- The composite flour obtained has remarkable physicochemical properties. Low humidity for proper preservation, a protein capable of covering in small quantities the protein needs of children under one year, an acceptable percentage of fat needed to provide essential lipids in the body without so ask digestion or diarrhea problems. The only drawback it has is that it contains few minerals and vitamins.
- When compared to breast milk and formulations already developed in the North, the composite flour obtained is illustrated with a high protein content (16%), low humidity and a share of acceptable fat. It also has weaknesses as regards mineral salts and vitamins.
- The organoleptic characteristics of this flour have been very interesting with an average rating of "very good" from every point of view whether the aroma, the taste and color.

**KEYWORDS:** Development, local products, composite flour, malnutrition, child, North Kivu.

**RESUME:** Gérer la période post-sevrage chez les enfants en milieu paysan au Nord-Kivu constitue un problème qui nécessite le recours aux produits locaux issus de l'agriculture. Une farine composite à base de maïs, patate douce, courge et du soja a été proposée pour substituer le lait maternel. Trois traitements ont alors été élaborés avec chacun une combinaison propre à

lui. Les analyses physico-chimiques ainsi que des tests des caractéristiques organoleptiques ont ensuite été effectuées sur les trois traitements à l'issue desquels les résultats ci-après ont été obtenus :

- Le traitement III, contenant 30% de maïs, 40% de patate douce, 10% de courge et 20% de soja, s'est révélé comme étant la combinaison qui offre bien d'avantages par rapport aux autres tenant compte de sa richesse en protéines, en sels minéraux et vitamines ;

- La farine composite obtenue présente des propriétés physico-chimiques remarquables. Une humidité faible permettant une bonne conservation, une teneur en protéines capable de couvrir à des faibles quantités les besoins en protéines des enfants de moins d'un an, un pourcentage de matières grasses acceptable nécessaire pour apporter les lipides indispensables à l'organisme sans pour autant poser des problèmes de digestion ou de diarrhée. Le seul défaut qu'elle présente est qu'elle contient peu des sels minéraux et de vitamines.

- En la comparant au lait maternel et aux formulations déjà élaborées dans les pays du Nord, la farine composite obtenue s'est illustrée avec une teneur en protéines élevée (16%), une humidité faible et une part de matières grasses acceptable. Elle a aussi accusé des faiblesses en ce qui concerne les sels minéraux et les vitamines.

- Les caractéristiques organoleptiques de cette farine se sont révélées très intéressantes avec une moyenne de cote « Très Bien » à tout point de vue qu'il s'agisse de l'arôme, du goût et de la couleur.

**MOTS-CLEFS:** Valorisation, produits locaux, farine composite, malnutrition, enfant, Nord-Kivu.

## **1 INTRODUCTION**

Dès l'âge de 4 à 6 mois, le lait maternel devient insuffisant pour assurer seul la croissance du nourrisson et la mère. Elle est obligée de reprendre ses activités d'avant la grossesse et l'accouchement ; il faut donc recourir à des sources de calories complémentaires [1] et plus particulièrement lors du sevrage [2]. Il est nécessaire d'introduire une nouvelle alimentation, proposée progressivement au bébé, et qui prend peu à peu la place du lait maternel ou son substitut [3].

Les diverses formulations alimentaires élaborées jusqu'ici ont donné des résultats satisfaisants, mais pour les ménages ne disposant pas des moyens nécessaires pour s'en procurer le problème de malnutrition auquel est exposé l'enfant sevré s'exprime avec acuité [4].

Les matières premières utilisées ainsi que les procédés de fabrication ne sont pas à la portée des industries du tiers monde, ce qui rend le produit obtenu inaccessible aux couches de la population démunie alors que nul n'ignore que c'est dans cette couche que le taux de natalité est très élevé. L'expérience acquise dans ce cadre, dans de nombreux pays, a conduit l'UNICEF à préconiser le recours à des techniques simples utilisables par la mère au village tout particulièrement dans la transformation des produits locaux (céréales, tubercules ou légumes,...), [1].

Et pourtant force est de constater que dans ces mêmes pays du tiers monde, il existe des cultures qui produisent des aliments à forte valeur calorifique et protéiques. Le seul problème auquel ils se heurtent est que ces produits se présentent sous des formes non assimilables pour l'enfant. D'où, la nécessité de les transformer. Plusieurs auteurs qualifient cette agriculture d'artisanale et de traditionnelle, elle se caractérise par des techniques rudimentaires et l'incapacité ou l'incompétence à pouvoir transformer complètement les produits de récolte.

Le maïs [5], [6], [7], [8], [9] la courge, [10] la patate douce, [11], [12], et le soja [13] sont des produits couramment rencontrés dans la sous-région et particulièrement au Nord-Kivu où le taux de malnutrition protéino-calorique atteint 45% et celui de mortalité infantile de 129 ‰ [14].

Transformer ces produits en d'autres plus assimilables pour l'enfant, disponible dans l'espace et dans le temps et qui se conservent pendant un temps plus long permet, d'une part, d'augmenter leur valeur à la vente [15] et parait être, d'autre part, une façon de lutter contre la malnutrition protéino-calorique auprès des enfants.

L'objectif de cette présente étude est, donc, de mettre en valeur ces types de produits locaux en les transformant en une farine composite qui à son tour permettra aux ménages mêmes les plus démunis de pallier au problème de malnutrition auquel sont exposés leurs enfants dès leur sevrage. Un objectif secondaire est attaché à celui-ci ; il s'agit d'analyser les propriétés physico-chimiques et organoleptiques de la farine obtenue et de la comparer au lait maternel et aux formulations nutritives déjà élaborées.

## 2 MATERIELS ET METHODES

### 2.1 MATERIELS

La matière première était constituée par les épis de maïs, la patate douce, la courge fruits et les graines de soja. Tous ces produits ont été achetés sur le marché local à Goma. D'autres matériels ont été utilisés au cours de la fabrication. Il s'agit des bassins en plastique, des sacs de jute neufs, des râpeuses, un mortier et des casseroles pour la cuisson.

### 2.2 METHODES

#### A. PRÉPARATION DE LA FARINE COMPOSITE

##### a. TRAITEMENT DU MAÏS

Après l'achat des épis, leurs spathes ont été éliminées et les épis ont été égrainés au couteau. Les grains frais obtenus ont été ensuite piler au mortier et la farine ainsi obtenue avait été mélangée à l'eau, puis filtrée dans un sac de jute neuf stérile. Le liquide qui en découlait avait été laissé au repos dans un bassin pendant 2 heures. Après décantation, l'eau au-dessus du sédiment avait été déversée et la pâte restante constituée de l'amidon de maïs avait subi un séchage au soleil jusqu'à l'obtention d'une farine avec une faible humidité.

##### b. TRAITEMENT DE LA PATATE DOUCE

Après leur achat, les patates douces ont été lavées puis pelées. Elles ont été alors cuites et râpées ; et les pulpes obtenues avaient été séchées au soleil puis broyées dans un mortier et tamisées pour obtenir une farine.

##### c. TRAITEMENT DE LA COURGE FRUIT

Après leur achat, les courges avaient été lavées puis avaient subi une légère cuisson. La chair avait alors été extraite, écrasée, séchée au soleil, broyée dans un mortier et tamisée en vue d'obtenir une farine.

##### d. TRAITEMENT DU SOJA

Les graines de Soja avaient été grillées légèrement puis pilées dans un mortier. La farine obtenue avait été mélangée à l'éther pour en extraire l'huile par distillation en Soxhler. Le résidu obtenu après extraction (boue) avait alors été séché à l'étuve à 40°C puis broyé et tamisé en vue d'obtenir une farine.

##### e. COMBINAISON DES FARINES : COMPOSITION DE LA FARINE COMPOSITE

Trois traitements avaient été alors faits en jugulant sur la quantité de patate douce et de courge utilisée.

**Tableau N°1 : Composition de différents traitements**

Composition en gramme par 100 gramme de farine composite				
Type de farine	FMF	FPT	FCF	FSD
Traitement 1	30	20	30	20
Traitement 2	30	30	20	20
Traitement 3	30	40	10	20

Légende : FMF : Farine de Maïs Frais

FPT : Farine de Patate Douce

FCF : Farine de Courge Fruit

FSD : Farine de Soja Dégraissé

## B. ANALYSES CHIMIQUES SUR FARINE COMPOSITE

### a. HUMIDITÉ

La teneur en eau a été déterminée par perte de poids à la dessiccation entre 100-110°C à l'étuve jusqu'à poids constant.

- On pèse une tasse vide  $P_1$
- On pèse la tasse avec l'échantillon  $P_2$ , le  $P_2$  est mis dans l'étuve pendant 2 heures à une température de 100-110°C
- Après étuvage, la tasse avec échantillon est mise dans le dessiccateur pour refroidissement. Ensuite, on pèse  $P_3$ .

$$\text{Calcul : } \frac{[P_2 - P_1] \times 100}{[P_2 - P_1]}$$

### b. PROTÉINES BRUTES

Elles ont été dosées par la méthode de Kjeldahl d'après le mode opératoire suivant :

- Peser quelques grammes de l'échantillon dans un tube de Kjeldahl
- Y ajouter 3 grammes des catalyseurs ( $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , Hg ou Sélénium) pour augmenter (accélérer) le point ébullition
- Chauffer jusqu'à la clarification de la solution
- Refroidir pendant quelques heures au besoin une nuit
- Transvaser le tout dans un ballon jaugé de 100ml et porter au trait de jauge avec de l'eau distillée
- Pipetter 20ml de 100ml et introduire dans un ballon pour la distillation et y ajouter 40ml d'hydroxyde à 33% avec l'eau distillée (300ml)
- Le distillat est recueilli dans 20ml de HCl 0,1N ou  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1N avec 3 gouttes d'indicateur mixte
- Recueillir 200ml du distillat
- Titrer le distillat par l'hydroxyde de Sodium 0,1N jusqu'au virage vert c'est-à-dire du rouge violet au vert

$$\text{Calcul : \% en Azote} = \frac{[V_A - V_B] \times 0,1400815}{\text{Prise}}$$

$$\% \text{ en Protéines brutes} = \% \text{ en Azote} \times \text{Facteur de conversion (6,25)}$$

Le facteur 6,25 a été utilisé pour convertir l'azote en valeur correspondante en protéines.

### c. MATIÈRES GRASSES

Le dosage des matières grasses s'est fait l'aide de l'extraction des lipides en soxhlet d'après le mode opératoire ci-après :

- Peser avec précision 3 grammes de l'échantillon dans un Becher ou Erlenmeyer de 300ml
- Y ajouter 10ml d'acide chlorhydrique concentré (98 à 99%)
- Chauffer sur une plaque chauffante en agitant de temps en temps jusqu'à la dissolution complète ou à la coloration noire
- 20 minutes après, refroidir l'Erlenmeyer (Becher) et passer à la filtration en utilisant l'eau distillée chaude pour récupérer le tout (matières grasses se trouvant dans l'Erlenmeyer/Becher)
- Sécher le papier-filtre et son contenu à l'étuve à une température variant entre 70 et 75°C pendant quelques minutes
- Transférer le papier-filtre et son contenu dans une cartouche d'extraction et couvrir avec ouate (coton) et plonger dans un soxhlet

- Peser le ballon vide de 250ml avec pierres ponces (pour accélérer l'ébullition) et y ajouter le solvant (toluène ou ester) et chauffer pendant 4 à 8 heures
- Après cette extraction, distiller (récupérer) le solvant
- Sécher le ballon contenant la graisse dans l'étuve à une température de 100 à 110°C jusqu'à obtenir un poids constant
- Refroidir au dessiccateur et peser

$$\% \text{ Matières grasses} = (\text{Poids ballon avec graisse} - \text{Poids ballon vide}) \times 100 / \text{Prise}$$

#### d. SUCRES TOTAUX

Le dosage des sucres totaux s'est fait par différence.

Il constitue de calculer la teneur globale en glucides (ou hydrates de carbone assimilables) par différence avec les autres constituants d'après la formule

$$\% \text{ Glucides} = 100\% - [\text{Humidité} + \% \text{ Matières grasses} + \% \text{ Protéines} + \% \text{ cendres}]$$

#### e. CENDRES

Dans un four à une température de 800°C dans un creuset, la farine a été calcinée pour obtenir sa teneur en cendres.

Principe de la méthode

On pèse un creuset vide  $P_1$ , peser un creuset avec échantillon  $P_2$ . Le  $P_2$  est mis au four et incinère à une température de 800°C, on refroidit quelques heures puis on pèse le résidu  $P_3$ , c'est-à-dire les minéraux. Le % de cendres totales est calculé selon la formule :

$$\% \text{ cendres totales} = \frac{[P_3 - P_1] \times 100}{[P_2 - P_1]}$$

#### f. CALCIUM, MAGNÉSIUM ET PHOSPHORE

Le dosage de Ca et Mg s'était effectué par complexiométrie.

##### • Le calcium

Peser 0,100 gramme de l'échantillon, ajouter quelques gouttes de muxeride avec 100 gouttes de NaOH 5% et titrer avec le titriplex III 0,1N jusqu'à la coloration violette.

Calcul :  $(\text{Volume titré} \times 0,00408 \times 100) / \text{Prise}$

##### • Magnésium

Prendre 0,100 gramme de l'échantillon, ajouter 10 gouttes de tampon ammoniacal pH 10, ajouter quelques pincées de noir d'ériochrome et titrer avec le titriplex III 0,1N (de la coloration violet à la coloration bleue)

Calcul :  $\frac{(\text{Volume Mg} + + - 2 \cdot \text{Ca} + +) \times 0,002432}{\text{Prise}}$

##### • Vitamines (A et C)

Pour la vitamine A, peser 5 à 10 g dans un ballon d'un litre. Ajouter 20 ml d'une solution de NaOH à 50%. Mettre le mélange au bain-marie, ajouter ensuite 100 ml d'alcool éthylique et 2 ml d'hydroquinone, obtenue en dissolvant 20 g dans 100 ml d'alcool pur. Porter au bain-marie 90°C pendant 30 minutes. Verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter, et ajouter 100 ml d'eau. Ajouter alors 50 ml d'éther éthylique puis agiter. Ajouter ensuite 50 ml

d'éther pétrole, Agiter et on laisser décanter. Extraire ensuite une ou deux fois 50 ml d'éther pétrole. On lave la phase étherée par 3 fois avec 100 ml d'eau. Filtrer, évaporer et concentrer jusqu'à obtenir 1 ml.

Pour la vitamine C, le dosage s'est fait par iodométrie. L'acide ascorbique est oxydé par excès. Le diode restant est dosé par la solution de thiosulfate de sodium.

### C. TESTS ORGANOLEPTIQUES

Ces tests se sont effectués sur la farine composite et sur la bouillie à base de cette farine. Ces tests avaient concernés l'odeur, la couleur et le gout.

Pour ce faire, la farine ainsi que la bouillie à base de cette dernière ont été soumis à une dégustation. Les dégustateurs ont été choisis au hasard dans presque toutes les tranches d'âge. Ils devaient remplir les deux conditions ci-après : ne pas se parler au cours de la dégustation pour ne pas influencer les appréciations des autres et n'avoir rien pris comme aliment ou boisson avec de fortes caractéristiques du point vue gout et arôme (aliment contenant l'ail par exemple, ou des boissons tel que le café).

Ils devaient après observations et dégustations remplir individuellement la grille de dégustation dont les cotes allaient de 1 à 5. Avec comme interprétation suivante :

1. Excellent
2. Très bien
3. Bien
4. Assez bien
5. Médiocre

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des analyses faites sur le produit fabriqué sont présentés, commentés, interprétés ou discutés.

### 3.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

**Tableau N°2 : Composition de chaque traitement après analyse**

Composition en gramme par 100g de farine composite			
Elément/Traitement	Traitement I	Traitement II	Traitement III
Humidité (en %)	7,83	7,06	6,81
Protéines	10,75	13,91	16,16
Matières grasses	5,66	5,49	5,31
Sucres totaux (glucides)	72,02	70,28	68,69
Cendres	3,74	3,26	3,03
Calcium (en mg)	62	61	63
Phosphore (en mg)	149,00	154,00	160,00
Magnésium (en mg)	3,08	3,91	4,63
Vitamine A (en UI)	220	250	300
Vitamine C (en mg)	0,08	0,11	0,15

Source : Nos analyses

Commentaire : Il ressort de ce tableau que le taux d'humidité est de 7,83% pour le traitement I, de 7,06% pour le traitement II et de 6,81% pour le traitement III. Les protéines représentent 10,75% dans le traitement I, 13,91% pour le traitement II et 16,16% pour le traitement III. L'on remarque aussi clairement que les matières grasses s'élèvent à hauteur de 5,66% pour le traitement I, 5,49% pour le traitement II et 5,31% pour le traitement III. Les sucres ou glucides totaux quant à eux se taillent la grande part dans tous les 3 traitements. Ils représentent 72,02% dans le traitement I, 70,28% dans le traitement II et 68,69% dans le traitement III. Quant aux cendres, ils sont de 3,74 gramme par 100 gramme de farine dans le traitement I, 3,26 gramme dans le traitement II et 3,03 gramme dans le traitement III. Le calcium, le phosphore, le magnésium et la

vitamine C sont, en milligramme, respectivement dans les trois traitements de 62 ; 149,00 ; 3,08 et 0,08 pour le traitement I, 61 ; 154,00 ; 3,91 et 0,11 pour le traitement II et 63 ; 160,00 ; 4,63 et 0,15 pour le traitement III.

**Tableau N°3: Différence entre la farine composite, le lait maternel et le Nutriset**

Composition en gramme par 100g de produit			
Elément/Produit	Farine Composite T3	Lait maternel*	Nutriset**
Humidité (en %)	6,81	-	10
Protéines	16,16	12,92	13
Matières grasses	5,31	29,16	26
Sucres totaux (glucides)	68,69	56,25	58,5
Cendres	3,03	1,67	5,5
Calcium (en mg)	63	250	300
Phosphore (en mg)	160,00	167	300
Magnésium (en mg)	4,63	41,7	80
Vitamine A (en UI)	500	1400	1300
Vitamine C (en mg)	0,15	33	50

Source : Nos analyses, \*[16], \*\*Emballage Nutriset

Ce tableau montre que la farine composite présente une teneur en protéine élevée comparativement au lait maternel ou aux formulations nutritives (Nutriset) destinées aux enfants mal nourris, mais que sa teneur en lipides, minéraux et vitamines reste faible.

**Tableau N°4 : Résultat du test des caractères organoleptiques sur Farine composite**

	Traitement I			Traitement II			Traitement III		
	Couleur	Arome	Gout	Couleur	Arome	Gout	Couleur	Arome	Gout
Dégustateur 1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Dégustateur 2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
Dégustateur 3	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Dégustateur 4	3	1	1	3	1	1	3	1	1
Dégustateur 5	2	1	1	2	1	1	2	2	1
Dégustateur 6	3	1	2	3	1	1	2	1	1
Dégustateur 7	2	1	2	2	1	2	2	1	1
Dégustateur 8	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Dégustateur 9	2	1	2	3	2	1	3	1	1
Dégustateur 10	2	1	2	2	1	1	1	1	1
<b>Mode</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Source : Nos enquêtes

Il ressort de ce tableau que pour ce qui de la farine obtenue les trois traitements ont obtenus la même cote en qui concerne la couleur et l'arôme. Il s'agit de la cote 2, soit Très bien pour la couleur, et la cote 1, soit « Excellent » pour l'arôme. Pour ce qui du gout le traitement détient la cote 2 « très bien » tandis que les traitements II et III ont encore la même cote, la cote 1 « Excellent ».

**Tableau N°5 : Résultat du test des caractères organoleptiques sur la bouillie**

	Traitement I			Traitement II			Traitement III		
	Couleur	Arome	Gout	Couleur	Arome	Gout	Couleur	Arome	Gout
Dégustateur 1	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Dégustateur 2	3	2	2	3	2	1	2	2	1
Dégustateur 3	2	1	1	2	1	1	2	1	1
Dégustateur 4	3	1	1	3	1	1	3	1	1
Dégustateur 5	2	1	1	2	1	1	2	1	1
Dégustateur 6	2	1	1	2	1	1	3	1	1
Dégustateur 7	2	1	1	3	1	1	2	1	1
Dégustateur 8	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Dégustateur 9	2	1	2	2	1	2	2	1	2
Dégustateur 10	2	1	1	2	1	1	1	1	1
<b>Mode</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Source : Nos enquêtes

Ce tableau montre que toutes les bouillies à base de la farine composite, quelque soit le traitement, ont obtenu les mêmes cotes que ce soit du point de vue couleur, arôme et goût. Il s'agit de la cote 2 « Très bien » pour la couleur, la cote 1 « Excellent » pour l'arôme et le goût.

### 3.2 ANALYSES, INTERPRETATIONS ET DISCUSSION DES RESULTATS

Le tableau N°2 montre clairement que le traitement III a donné des résultats plus intéressants que les deux autres précédents (faible humidité, teneur élevée en protéines, peu de graisses, beaucoup de calcium, phosphore et vitamine A et C). Ces différences sont dues essentiellement aux traitements subis par les matières premières et la proportion de Patate douce et de Courge utilisée. La farine présente, par exemple, une faible humidité à cause du séchage nécessaire qu'ont subis toutes les matières premières avant leur mouture. Les différences d'humidité observées entre humidité sont tributaires quant à elles à la proportion de courge utilisée. Il faut signaler qu'après séchage la chair de courge se présentait comme un pain et non comme une fécule sèche à moulin. Les restes de différence entre traitements s'expliquent par la proportion de Patate douce utilisée. En effet, la Patate douce (40% dans le traitement III) contient plus de protéines, des sels minéraux et des vitamines que la courge (10% dans le traitement III). Ce qui nous permet, dans la suite de cette étude, de focaliser notre attention sur ce traitement.

Du tableau N°2, il se dégage une vérité satisfaisante. Tous les trois traitements présentent un taux d'humidité qui tourne autour de 7%. Cette faible teneur en eau est particulièrement intéressante puisqu'elle permet à la farine obtenue de se conserver pendant longtemps sans beaucoup de risques d'être attaquée par des moisissures. Un autre avantage est qu'elle permet de faire des dosages presque exacts au cours de la préparation étant donné que nul n'ignore que plus le taux d'humidité est élevé plus il faut de grandes quantités de produit pour avoir la dose voulue.

En ce qui concerne les protéines, le traitement III détient une teneur en protéines relativement supérieure à celles de deux autres. 16,16 g de protéines par 100 g de farine est exactement la situation voulue pour faire cette farine un supplément ou un substitut du lait maternel [3]. D'après la Vegetarian Society, UK, la dose journalière recommandée pour un enfant de moins d'un an est de 15 g de protéine. Il faut donc tout simplement 100 g par jour de notre farine pour couvrir les besoins en protéines d'un enfant. Il est aussi important de noter que cette farine avec sa teneur en protéines comprise entre 10 et 16%, elle couvre mieux le besoin en protéine de l'enfant que les farines de maïs ou de manioc ou de banane utilisées dans beaucoup de milieux ruraux en RD Congo. Cette teneur remarquable en protéines se justifie par la présence des graines de Soja qui renferment beaucoup de protéines.

S'agissant des matières grasses, la farine composite obtenue se situe dans la zone limite de l'acceptable. En effet, pour les farines infantiles, les normes veulent à ce que la part de matières grasses doit se situer en 0,8 et 1,5g pour 100 kilojoules [16]. En calculant d'après ce rapport teneur en lipides totaux dans le rapport 1,5% de l'énergie totale, la conclusion à laquelle on aboutit est que la farine composite obtenue respecte bel et bien les normes. En outre, force est de constater que cette teneur en matières grasses vient couvrir les besoins en lipides des enfants sevrés. Cette prouesse a été accomplie grâce au traitement qu'avaient subi les graines de Soja. Elles ont été dégraissées pour réduire leur teneur en lipides.

Les sucres totaux quant eux, avec leur teneur de 68,69%, viennent apporter de l'énergie nécessaire pour couvrir les besoins calorifiques journaliers d'un enfant de moins d'un an. Il faut aussi signaler que ces sucres, au-delà de leur fonction énergétique, sont responsables en grande partie du gout agréable que les dégustateurs ont apprécié. Cette propriété est elle aussi liée à la présence du Maïs, de la Patate douce et de la chair de Courge qui contiennent beaucoup de glucoses et ont une saveur sucrée.

Les minéraux sont aussi représentés valablement dans cette farine. 3,03 g de cendres dans 100 g convient pour couvrir exactement les besoins en sels minéraux. C'est ainsi que le calcium, nécessaire pour la formation des tissus osseux et dentaires, s'élève à 63 mg par 100 g de farine (teneur faible qui exige l'utilisation de beaucoup de quantités de farine composite pour couvrir les besoins journaliers en calcium d'un enfant de moins d'un an). Le phosphore, qui accompagne le calcium dans son action de participer à la formation des tissus osseux et dentaires, contribue à hauteur de 160mg et parvient ainsi à épauler le calcium dans son action. Le magnésium quant lui, avec son rôle important dans la régulation de la température corporelle et dans la synthèse des protéines, ADN et ARN, a une part de 4,63mg pour 100g de farine reste insignifiant pour couvrir les besoins y relatifs. Il faut donc chercher à suppléer l'enfant avec d'autres aliments riches en magnésium. Il est important de noter aussi que cette faible teneur en sels minéraux est due essentiellement à l'insuffisance en ces éléments de la part des matières premières utilisées et des procédés de fabrication.

Parlant des vitamines, l'on constate que la teneur de cette farine en vitamine A et C reste insignifiante pour satisfaire les besoins de l'enfant y relatifs. La raison qui explique ce fiasco est le traitement à la chaleur auquel la matière première a été soumise (Cuisson et Séchage). Bon nombre de vitamines sont détruites ou transformées en d'autres produits à cause de la chaleur. Il faudra donc songer à une supplémentation en ces vitamines pour les enfants nourris par cette farine.

En comparant le traitement phare de notre farine (Traitement III), le tableau N°3 démontre que du point de vue couverture des besoins protéiques, la farine composite est l'option de choix avec sa teneur en protéine de 16%. Outre cet avantage, cette farine présente aussi une teneur en matières grasses acceptable (5%) ; ce qui lui donne l'opportunité d'être administré aux enfants de moins d'un an et plus sans poser de problèmes contrairement aux formulations nutritives qui ne sont pas adaptées aux nourrissons jusqu'à la diversification alimentaire [17]. Quant aux éléments minéraux, ce tableau prouve que la farine composite mise au point ne parvient pas à garantir une couverture optimale des besoins en calcium, magnésium et vitamines A et C.

S'agissant des caractères organoleptiques, force est de constater que les tableaux N°4 et N°5 prouvent à suffisance que cette farine est appréciée favorablement à tout point de vue. Qu'il s'agisse de la farine ou de la bouillie obtenue à partir d'elle, les statistiques sont éloquentes à ce propos. Son arôme est jugé agréable avec la cote Excellent, 80% de dégustateurs l'ont jugé excellente contre 20% qui l'ont estimé très bonne tout simplement. Sa couleur a été trouvée attrayante avec la cote Très Bien, 60% de dégustateurs lui ont donné la cote Très Bien, 20% l'ont jugé Excellente contre 20% qui lui ont accordé la cote Bien. Son gout a été jugé savoureux avec la cote Excellent, 90% de dégustateurs l'ont jugé ainsi contre 10% qui l'ont estimé Très Bien. L'on peut alors affirmer que les propriétés physiques de la farine mise au point et de la bouillie à base d'elle suscitent de l'appétit et garantissent l'intégration de cette innovation dans la société. En effet, 80% des dégustateurs ont accordé en général une cote excellente à l'aspect physique de cette farine et à la bouillie préparée à partir d'elle.

#### **4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS**

L'objectif principal était de mettre en valeur ces types de produits locaux en les transformant en une farine composite qui à son tour permettra aux ménages mêmes les plus démunis de pallier au problème de malnutrition auquel sont exposés leurs enfants dès leur sevrage. Un objectif secondaire était attaché à ce dernier ; celui d'analyser les propriétés physico-chimiques et organoleptiques de la farine obtenue et de la comparer au lait maternel et aux formulations nutritives déjà élaborées.

Pour atteindre ces objectifs, une expérimentation avait été faite. Les matières premières (Maïs, Patate douce, Courge et Soja) achetées sur le marché local avaient été traitées distinctement pour obtenir une farine spécifique à chaque composante. Bref, la farine obtenue agréable et savoureuse est capable de couvrir les besoins protéino-énergétiques.

Au vu des résultats, nous formulons les recommandations suivantes :

- Etant donné que la farine composite obtenue accuse une teneur faible en sels minéraux et en vitamines, il est indispensable que d'autres chercheurs emboitent les pas à cette étude pour relever ce nouveau défi ;
- Poursuivre des recherches sur le rendement en terme quantitatif de cette farine. Il s'agira essentiellement de déterminer quelles quantités exactes de matières premières il faut pour obtenir une quantité donnée de cette farine ;

- Les individus soumis à une alimentation essentiellement à base de cette farine puissent être supplémentés en ces éléments faisant défaut pour avoir une alimentation suffisante et équilibrée, par exemple en accompagnant cet aliment par la consommation des fruits riches en ces vitamines et sels minéraux;
- Etudier l'impact de la consommation à long terme de cette farine sur la malnutrition pour en évaluer exactement l'efficacité et formuler d'autres recommandations y relatives ;
- Il est aussi impérieux que des recherches approfondies puissent s'effectuer sur d'autres cultures locales susceptibles de procurer des protéines, des sels minéraux et des vitamines, ainsi que les techniques simples et bon marché pour leur transformation et leur conservation ;
- Aux agences, institutions et organisations gouvernementales et non-gouvernementales de vulgariser les techniques et matériels utilisés au cours de ce présent travail auprès de la population sujette de la malnutrition infantile afin que cette dernière puisse avoir un outil simple et efficace pour la prévention de la malnutrition infantile.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier d'une part, l'Ir Nicolas BAZI ARAMA et Justin MAFUKO dans leur accompagnement et l'équipe du laboratoire de l'OCC Bukavu, et d'autre part tous ceux-là que la question intéresse dans la recherche des solutions au problème de la lutte contre la malnutrition des enfants dans la tranche d'âge autour du sevrage.

## REFERENCES

- [1] DILLON J.C., 1989, Les Produits Céréaliers dans l'Alimentation de Sevrage du Jeune Enfant en Afrique in Céréales en Régions Chaudes, AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris
- [2] ANONYME, 2010, Encyclopédie Libre, Wikipédia
- [3] LESTRADET H., 1981, Quel lait faut-il donner aux enfants?, Cahier Médicale 6
- [4] MAFUKO B., 2010, Formulation des Farines thérapeutiques pour enfants mal nourris à partir de produits agricoles locaux et cultivés dans la région du Nord-Kivu, Projet de Recherche, UNIGOM
- [5] GAY J.P., 1984, Fabuleux maïs, histoire et avenir d'une plante, éd. AGPM
- [6] ANONYME, 1994, Le maïs et ses industries, éd. Association générale des producteurs de maïs, Montardon
- [7] GIRARDIN Philippe, 1999, Écophysiologie du maïs, éd. AGPM, Montardon
- [8] ROUANET Guy, 1984, Le maïs, coll. Le technicien d'agriculture tropicale, éd. Maisonneuve et Larose / ACCT
- [9] FAO, 1993, Le maïs dans la nutrition humaine, FAO, Rome
- [10] ANONYME, 2000, Espèces de courges, cultures et usages des cucurbitacées, éditions Équinoxe / Musée et patrimoine de Cavaillon, Barbentane (France)
- [11] ANTOINE A.P., 1789, Traité sur la culture et les usages des pommes de terre, de la patate, et du topinambour, Barrois l'aîné, Paris
- [12] ISLAM MS, YOSHIMOTO M, *et al.*, 2002, Identification et caractérisation de la Patate Douce (*Ipomoea batatas* L.) génotypes, J Agric Food Chem
- [13] TAP Julien et COLLARD Gaétane, 2005, Allergie alimentaire : le soja, IUP SIAL, Paris XII
- [14] PNUD-RDC, 2009, Profil de la Province du Nord-Kivu, Unité de Lutte contre la Pauvreté, Kinshasa
- [15] HUGUES DUPIEZ, 1994, Jardins et Vergers en Afrique Tropicale
- [16] MASSOL Michel, 1998, Allaitement Maternel et Lait de Vache in Aesculape n°10 jan-févr. 1998, Toulouse
- [17] NEWMAN J., 1996, L'allaitement maternel protège le nourrisson, Pour la science, n°220