



# Formulation d'un aliment de complément à base du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Vercourt (1980) pour relever la dénutrition dans l'Extrême-Nord du Cameroun

Fatimé Ardjouné Adji\*, Madou Chantal\*\*, Watching Djakissam\* & Ngamo Tinkeu L.S\*.

\*Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun.

\*\* Institut de Recherche Agricole pour le Développement, Station polyvalente IRAD de Garoua B P 415, Cameroun

Auteur correspondant : Fatimé Ardjouné Adji [ardjounetamariana@gmail.com](mailto:ardjounetamariana@gmail.com)

Original submitted in on 25<sup>th</sup> January 2018. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 31<sup>st</sup> March 2018  
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v123i1.7>

## RESUME

*Objectifs* : contribuer à une amélioration de la croissance des enfants et de leur état nutritionnel en caractérisant leur état en référence aux normes internationales et proposer pour les enfants un aliment de complément à base de la farine de voandzou.

*Méthodologies et résultats* : les observations ont porté sur 38 nourrissons identifiés dès la naissance et suivis jusqu'à six mois d'âge. Le poids et la taille ont été mesurés pendant six mois et comparés aux standards 2006 de l'OMS. L'analyse des indices anthropométriques montre à un mois d'âge. Ensuite, un retard de croissance modéré et une insuffisance pondérale sont observés. Trois formulations sont testées sur de jeunes rats : une formulation avec pour légumineuse l'arachide ; une deuxième avec le voandzou sain et une troisième avec le voandzou attaqué à 50% par les bruches. Le gain de poids des rats le plus important est observé dans les lots nourris au voandzou sain avec  $20,3 \pm 4,7$ g suivi du lot nourri à l'arachide  $16,7 \pm 5,3$ g

*Conclusion et application* : à partir de l'âge de six mois, il est nécessaire de compléter les apports du lait maternel. L'aliment de complément doit avoir une composition nutritionnelle adéquate afin de répondre aux besoins des enfants et éviter la malnutrition. La valorisation du voandzou riche en protéine et éléments minéraux comme apport protéique de l'aliment de complément est à vulgariser. La formulation avec la farine de cette légumineuse a permis une prise de poids sur les rats supérieure à celle de l'arachide localement plus utilisé par les mères. La prise de poids chez ces rats est plus importante quand le voandzou n'est pas attaqué par les insectes. D'où l'intérêt d'une bonne conservation de cette denrée pour relever plus efficacement la dénutrition.

**Mots clés** : nourrissons, poids, taille, Z-score, malnutrition, formulation, voandzou

## Formulation of a complementary food based on the Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Vercourt (1980) to improve undernutrition in the Far North of Cameroon

**Objectives :** to contribute to an improvement of the growth of the children and their nutritional state by characterizing their state in reference to the international standards and to propose for children a complementary food based on the flour of voandzou.

**Methodology and Results :** observations were made on 38 infants identified from birth and followed up to six months of age. Weight and height were measured for six months and compared to 2006 WHO standards. Analysis of anthropometric indices shows at one month of age. Then, moderate growth retardation and underweight were observed. Three formulations are tested on young rats: a formulation with legume peanut; a second one with the healthy Bambara groundnut and a third one with the bambara groundnut attacked to 50% by bruchids. The largest weight gain of rats is observed in batches fed on healthy Bambara groundnut with  $20.3 \pm 4.7\text{g}$  followed by the peanut-fed lot  $16.7 \pm 5.3\text{g}$

**Conclusion and application of results:** From the age of six months, it is necessary to supplement the intake of breast milk. The complementary food must have an adequate nutritional composition to meet the needs of children and to avoid malnutrition. The valorization of bambara groundnut rich in protein and mineral elements as protein intake of the complementary food is to popularize. The flour formulation with this legume resulted in higher weight gain in rats than peanut, which is more commonly used by mothers. Weight gain in these rats is greater when the bambara groundnut is not attacked by insects. Hence the interests of a good conservation of this legume to more effectively fight undernutrition.

**Keywords:** infants, weight, height, Z-score, malnutrition, formulation, bambara groundnut

## INTRODUCTION

L'importance de la nutrition dans le développement social et économique, notamment en raison de ses conséquences à long terme et de ses effets entre les générations est reconnue (Mekhancha-Dahel, 2005). Au Cameroun, la malnutrition est un problème de santé publique, et est particulièrement plus accentuée dans la région de l'Extrême-Nord où le taux est de 8,6% dont 1,8 % sous la forme sévère et 6,8% sous sa forme modérée (ENMR, 2013). Elle est souvent associée directement ou indirectement à plus de 50 % des décès survenant chez les enfants de moins de cinq ans (Ngirabega, 2010). La tranche d'âge la plus affectée est celle de 6-23 mois, période de sevrage correspondant à l'introduction d'aliment de complément (FAO, 2004). Les pratiques d'alimentation optimale du nourrisson comprennent la mise au sein des nouveau-nés dans l'heure qui suit l'accouchement, l'allaitement maternel exclusif pendant les six premiers mois, l'allaitement jusqu'à au moins deux ans et une bonne utilisation des aliments de complément (UNICEF, 2005). Un enfant allaité convenablement et qui reçoit des aliments de complément sains à un moment approprié de son âge court beaucoup moins de risque de malnutrition (Sawadogo, 2002), qui est associé à la diminution de

la résistance aux infections, à la détérioration du développement mental, au ralentissement de la capacité d'apprentissage, ainsi qu'à l'augmentation de la morbidité et de la mortalité (FAO/OMS, 1992). Par conséquent, les pratiques sous optimales d'allaitement et d'alimentation de complément exposent les enfants des pays en voie de développement à un haut risque de malnutrition et à ses conséquences avec des répercussions considérables et difficiles à inverser par la suite (Dewey & Adu-Afarwuah, 2008). L'aliment de complément vulgarisé auprès des populations locales à Yagoua par le personnel de santé pour le relèvement de la dénutrition est composé de céréales locales et de l'arachide comme légumineuse de qualité nutritionnelle connue, toutes fois la malnutrition demeure. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail qui a pour objectif de proposer à la population un aliment de complément formulé à partir d'une légumineuse locale, le voandzou (*Vigna subterranea*), plante hautement calorique avec 387 kcal/100 g, riche en vitamines, en éléments minéraux et équilibré en protéines (Amarteifio et al., 2006 ; Onwubiko et al., 2011) et dont les anti nutriments sont détruits au cours des

différentes transformations technologiques (Kaptso et al., 2001). Il est facile à trouver sur le marché local et d'usage courant, très présente dans les menus, régulièrement consommée, avec une diversité de types de valorisations culinaires dans les familles. 28 écotypes de voandzou sont identifiés, cultivés et consommés par les populations (Ngamo et al., 2016 a) à l'état frais, sous forme de grains bouilli ou rôti

principalement par la population Ngbaya (Ngamo et al., 2016b). Spécifiquement il s'agit de mettre au point un aliment de complément simple et nutritif avec une légumineuse déjà consommée par les populations locales et dont l'apport nutritionnel est connu avec des méthodes locales de préparation et de cuisson, et de comparer son efficacité avec l'aliment déjà vulgarisé auprès des mères.

## MATERIEL ET METHODES

**Caractérisation de la population expérimentale :** La population au sein de laquelle l'évaluation de l'état nutritionnel a été réalisée est composée d'enfants âgés de zéro à six mois d'âge. L'échantillon de départ était constitué de 71 enfants identifiés à la naissance à Yagoua, chef-lieu du département du Mayo Danay, région de l'Extrême-Nord (Cameroun). Au terme de six mois de suivi, un total de 38 enfants avaient les mensurations complètes les autres (46,5 %) constituent des cas de perdus de vue. Il s'agit d'une étude longitudinale avec recueil prospectif des données.

**Enregistrement des paramètres anthropométriques :** Le poids et la taille des nourrissons ont été mesurés mensuellement selon des techniques standards préconisées par l'OMS. Le poids est mesuré au moyen d'une balance électronique UNICEF mère/enfant de double pesée de marque allemande SECA à quatre piles et de 150kg de portée (kg) avec une précision de 0,1kg. L'enfant est mesuré complètement dévêtu. La toise (cm) UNICEF a servi de matériel de mesure de la longueur. Ce matériel est utilisé dans le centre nutritionnel thérapeutique interne de l'Hôpital Régional de Yagoua.

**Formulation et évaluation de l'aliment de complément :** Quatre formulations ont été constituées à partir du voandzou sain, du voandzou attaqué par les bruches à 50%, de l'arachide ainsi que la farine de riz qui constitue la formulation témoin comme indiqué dans le tableau 1. Ces formulations ont été administrées aux rats

mâles *Rattus norvegicus* de cinq semaines d'âge élevés en laboratoire à l'Université de Ngaoundéré, à raison 75% de la farine de riz associée respectivement à, 15% de la farine de voandzou sain, 15% de farine de voandzou attaquée et 15% de la pâte d'arachide, auquel on rajoute 5% de sucre et 5% d'huile. Les aliments ont été pesés à l'aide d'une balance électronique de marque NOVA. Trois lots, formés de cinq rats sont logés dans des cages en plastique couverts de toiles métalliques. Ces animaux reçoivent quotidiennement, durant une période de six semaines une consommation journalière de 50g des trois types d'aliments. Les rats ont été pesés tous les trois jours à l'aide d'une balance électronique de marque SANFORD et leur croissance est déterminée par la différence entre le poids initial et le poids final.

**Analyse statistique :** Les données collectées ont été vérifiées progressivement pour ce qui est des paramètres anthropométriques et les indices sont exprimés en Z-score ou écart type de la population de référence. Les malnutris modéré et sévère dont les indices poids/taille, poids/âge et taille/âge exprimé en Z-score et rapporté à la médiane de référence sont < -2 et < -3 respectivement (OMS, 1995). Ces indices ont été calculés à l'aide des programmes ENA for SMART 2011. Les données concernant la formulation des aliments ont été analysées à l'aide du logiciel EXCEL 2010.

**Tableau 1.** Composition des formulations avec les différentes proportions

	Formulation 1	Formulation 2	Formulation 3	Témoin
Farine de riz	75	75	75	90
Farine de voandzou sain	15	0	0	0
Farine de voandzou attaqué	0	0	15	0
Pâte d'arachide	0	15	0	0
Sucre	5	5	5	5
Huile	5	5	5	5
Poids total de la formulation	100	100	100	100

**RESULTATS**

**Calcul des indices et état nutritionnel des nourrissons selon les standards OMS 2006**

**Prévalence de l'émaciation selon l'indice poids/taille :**

Chez les filles tout comme chez les garçons, les moyennes mensuelles du poids et de la taille dans les deux sexes présentées dans le tableau 2 ne montrent aucune forme d'émaciation avec des Z-scores supérieurs à -2 à tous les âges pendant les six mois variant entre 1,2 et 1,6 et 0,5 à 1,6 respectivement. Lorsque l'évaluation des variables est individuelle à un mois d'âge, il ressort que 10,8% des nourrissons souffrent d'une émaciation globale avec un indice poids pour taille <-2 comme définis dans le tableau 3, dont 8,1 % sous sa forme sévère (Z-score <-3) et 2,7% modéré (Z-score <-2) au premier mois ; du deuxième au sixième mois aucune émaciation

n'est observée. Selon la classification de la situation nutritionnelle d'après l'OMS en 2000 ces pourcentages sont classés comme situation sérieuse, d'où l'intérêt d'un suivi particulier des nourrissons. Cette émaciation au premier mois de vie serait un indicateur de l'état nutritionnel des mères. Les résultats de l'Enquête Démographique et de Santé III, 2004 où 1,5% des enfants de moins de six mois sont émaciés dans la population camerounaise corroborent ceux obtenus avec 10,8 % et 0% au premier et deuxième mois d'âge respectivement. Les résultats de Ben Selem et al., (2006) sur les enfants tunisiens ont montré qu'à tous les âges, la prévalence de l'émaciation était faible inférieure à 5 %, et a diminué avec l'âge.

**Tableau 2.** Moyennes du poids et de la taille durant les six mois d'âge

Age (mois)	1	2	3	4	5	6
Poids filles n=10	3,7±0,8	4,6±0,7	5,5±0,6	6,2±0,9	6,8±0,8	7,5±0,6
Taille filles n=10	49,8±3,2	52,4±3,3	55,4±3,2	57,7±3,2	60,0±3,5	62,4±3,3
Z-score	1,2	1,8	1,8	1,7	1,8	1,8
Poids garçons n=28	3,9±0,9	4,9±0,7	5,8±0,6	6,5±0,5	7,1±0,5	7,6±0,5
Taille garçons n=28	51,9±2,5	54,4±2,7	57,1±2,5	59,4±2,6	61,5±2,7	62,5±2,6
Z-score	0,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6
État nutritionnel	Normal	normal	normal	normal	Normal	Normal

**Tableau 3.** Pourcentage de l'émaciation de l'échantillon de l'indice poids/taille par sexe exprimé en Z-score selon les normes OMS 2006 à un mois d'âge

Mois 1	Total (n=38)	Garçons (n=28)	Filles (n=10)
Émaciation globale	10,8 %(4)	14,8 %(4)	0,0 %(0)
Émaciation modérée	2,7 %(1)	3,7 %(1)	0,0 %(0)
Émaci sévère	8,1 %(3)	11,1 %(3)	0,0 %(0)

**Prévalence du retard de croissance selon l'indice taille/âge :**

Les moyennes des variables poids et taille montrent un retard de croissance modéré au deuxième, troisième et quatrième mois de naissance chez les filles avec des valeurs de Z-scores respectives de -2,3 ; -2,08 et -2,04. Contrairement aux filles, chez les garçons cet état nutritionnel persiste jusqu'au sixième mois où la fréquence augmente avec l'âge. Il est de 34,2% à un mois et de 32,4% à six mois dont 33,3% chez les garçons et 30,0% chez les filles. Ceci s'expliquerait par le fait le retard de croissance commence le plus souvent pendant la grossesse et est lié à une l'alimentation non optimale les six premiers mois de la vie. D'après l'EDS III 2004, 6,5

% des enfants camerounais de moins de six mois ont un retard de croissance dont 0,7% sous sa forme sévère et 5,8% sous sa forme modérée. En 2011, 4% et 12,1% de nourrissons présentent respectivement une malnutrition sévère et modérée d'après les résultats de l'Enquête Démographique et de Santé à Indicateurs Multiples (EDS MICS). D'après une étude réalisée Razafindrazaka, 2006 chez les enfants Malgaches, la prévalence d'enfants de 0-23 mois qui accusent un retard de croissance est de 35,7% avec 12% sous sa forme sévère, cette proportion varie considérablement et atteint 12,8% chez les nourrissons de moins de six mois.

**Tableau 4.** Moyennes de la taille durant les six mois d'âge

Age (Mois)	1	2	3	4	5	6
<b>Taille fille n=10</b>	49,8±3,2	52,4±3,3	55,4±3,2	57,7±3,2	60,0±3,5	62,4±3,3
Z-score	-1,96	-2,3	-2,08	-2,04	-1,84	-1,46
État nutritionnel	Normal	Modéré	Modéré	modéré	normal	Normal
<b>Taille garçon n=28</b>	51,9±2,5	54,4±2,7	57,1±2,5	59,4±2,6	61,5±2,7	62,5±2,6
Z-score	-1,42	-2,02	-2,1	-2,16	-2,11	-2,4
État nutritionnel	Normal	Modéré	Modéré	modéré	modéré	Modéré

**Tableau 5.** Pourcentage du retard de croissance de l'échantillon de l'indice taille/âge par sexe exprimé en Z-score selon les normes OMS 2006

		Total n = 38	Garçons n = 28	Filles n = 10
<b>Mois 1</b>	RCG	34,2(13)	28,6(8)	50,0(5)
	RCM	18,4(7)	17,9(5)	20,0(2)
	RCS	15,8(6)	10,7(3)	30,0(3)
<b>Mois 2</b>	RCG	51,4(19)	48,1(13)	60,0(6)
	RCM	32,4(12)	40,7(11)	10,0(1)
	RCS	18,9(7)	7,4(2)	50,0(5)
<b>Mois 3</b>	RCG	51,4(19)	48,1(13)	60,0(6)
	RCM	32,4(12)	33,3(9)	30,0(3)
	RCS	18,9(7)	14,8(4)	30,0(3)
<b>Mois 4</b>	RCG	54,1(20)	55,6(15)	50,0(5)
	RCM	35,1(13)	44,4(12)	10,0(1)
	RCS	18,9(7)	11,1(3)	40,0(4)
<b>Mois 5</b>	RCG	48,6(18)	48,1(13)	50,0(5)
	RCM	27,0(10)	29,6(8)	20,0(2)
	RCS	21,6(8)	18,5(5)	30,0(3)
<b>Mois 6</b>	RCG	32,4(12)	33,3(9)	30,0(3)
	RCM	18,9(7)	22,2(6)	10,0(1)
	RCS	13,5(5)	11,1(3)	20,0(2)

RCG : retard de croissance globale ; RCM : retard de croissance modéré ; RCS : retard de croissance sévère

**Prévalence de l'insuffisance pondérale selon l'indice poids/âge :** Aucune insuffisance pondérale n'est observée chez les filles comme chez les garçons avec les moyennes des variables poids et taille. Les Z-scores sont situés dans la fourchette de -1,02 à -0,4. Lorsque les variables sont prises individuellement, l'insuffisance

pondérale globale décroît avec l'âge, 13,2 % sous sa forme sévère et modérée à un mois d'âge. À deux mois, ces valeurs sont de 2,6 % et 26,3 % respectivement. Du troisième au sixième mois la forme sévère s'estompe alors que la forme modérée passe à 10,5% ; 2,6% ; 2,6% ; et 0% respectivement.

**Tableau 6.** Insuffisance pondérale de l'échantillon

Age (Mois)	1	2	3	4	5	6
<b>Poids filles n=10</b>	3,7±0,8	4,6±0,7	5,5±0,6	6,2±0,9	6,8±0,8	7,5±0,6
Z-score	-0,86	-0,84	-0,47	-0,29	-0,13	-0,23
État nutritionnel	normal	normal	Normal	normal	Normal	Normal
<b>Poids garçons n=28</b>	3,9±0,9	4,9±0,7	5,8±0,6	6,5±0,5	7,1±0,5	7,6±0,5
Z-score	-0,97	-1,02	-0,79	-0,66	-0,52	-0,4
État nutritionnel	normal	normal	Normal	normal	Normal	Normal

Ces proportions sont supérieures à celles que l'on s'attend à trouver dans une population en bonne santé et bien nourrie qui sont de 2,3 % de l'insuffisance pondérale sévère et 0,1 % de l'insuffisance pondérale modérée. Les

résultats obtenus par Ben Selem *et al.* (2006) sur les enfants de Monastir (Tunisie) montrent que 3,4% des enfants de moins de six mois souffrent d'une IP.

**Tableau 7.** Pourcentage de l'insuffisance pondérale de l'échantillon de l'indice poids/âge par sexe exprimé en Z-score selon les normes OMS 2006

		Total (n = 38)	Garçons (n = 28)	Filles (n = 10)
<b>Mois 1</b>	IPG	26,3 %(10)	25,0 %(7)	30,0 %(3)
	IPM	13,2 %(5)	14,3 %(4)	10,0 %(1)
	IPS	13,2 %(5)	10,7 %(3)	20,0 %(2)
<b>Mois 2</b>	IPG	28,9 %(11)	35,7 %(10)	10,0 %(1)
	IPM	26,3 %(10)	32,1 %(9)	10,0 %(1)
	IPS	2,6 %(1)	3,6 %(1)	0,0 %(0)
<b>Mois 3</b>	IPG	10,5 %(4)	10,7 %(3)	10,0 %(1)
	IPM	10,5 %(4)	10,7 %(3)	10,0 %(1)
	IPS	0,0 %(0)	0,0 %(0)	0,0 %(0)
<b>Mois 4</b>	IPG	2,6 %(1)	0,0 %(0)	10,0 %(1)
	IPM	2,6 %(1)	0,0 %(0)	10,0 %(1)
	IPS	0,0 %(0)	0,0 %(0)	0,0 %(0)
<b>Mois 5</b>	IPG	2,6 %(1)	0,0 %(0)	10,0 %(1)
	IPM	2,6 %(1)	0,0 %(0)	10,0 %(1)
	IPS	0,0 %(0)	0,0 %(0)	0,0 %(0)

IPG : insuffisance pondérale globale ; IPM : insuffisance pondérale modérée ; IPS : insuffisance pondérale sévère

Après la détermination de l'état nutritionnel par les paramètres anthropométriques des nourrissons, l'étude sur la formulation de l'aliment voandzou dont les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

**Impact des différentes formulations sur l'évolution pondérale des rats :** Au cours des 42 jours de la période expérimentale, la croissance des rats est progressive, avec des différences observées entre les courbes de croissances des rats nourris aux différentes formulations, comme le montre de la figure 1. La croissance des rats nourris au régime témoin est réduite par rapport à celle du régime voandzou et arachide. Pour les rats nourris avec le voandzou attaqué, on observe un fléchissement de la courbe de croissance à partir de 17 jours. Ceci serait dû au fait que le voandzou attaqué a perdu ses qualités nutritionnelles, et qu'au départ l'organisme a utilisé ses réserves mais au bout de leur épuisement, il se produit un fléchissement de la courbe. La différence observée au niveau de la courbe de croissance des rats nourris avec du voandzou attaqué peut s'expliquer par le fait que la farine de voandzou présente une perte en terme en protéine, lipide, sucre et en amidon (Goudoum *et al.*, 2016). Selon Ngamo *et al.*, 2016a, Les dégâts causés par les bruches entraînent des pertes qualitatives

et quantitatives des graines de voandzou 100 jours après le stockage. Tapondjou *et al.*, (2002) et Kumar (1991) pensent que les grains attaqués sont dépréciés et perdent leur qualité leptique et nutritionnelle en réduisant les protéines et vitamines contenus dans les graines ; ils deviennent ainsi impropres à la consommation, car ils y laissent le produit de leur métabolisme et des souillures dues aux excréments et exuviations (Delobel et Tran, 1993). Les enquêtes menées par Ngamo *et al.*, 2016e, 2016d sur infestation des denrées par les insectes ravageurs des denrées stockées à l'Extrême-Nord Cameroun, montre que l'infestation varie selon le type de denrées, mais que de niébé et de voandzou étaient toujours infestées par des insectes ravageurs d'où la grande vulnérabilité de ces légumineuses, importante à l'alimentation de l'homme. Les travaux de Ijarotimi et collaborateurs en 2012 montrent qu'au Nigeria, la qualité nutritionnelle d'une formulation à base de farine de grain de popcorn germé et de la farine du voandzou ont montré des résultats bien plus meilleurs en terme d'apport en protéine, d'éléments minéraux et en valeur énergétique que les formulations d'Ogi et de Cerelac retrouvées dans les supers marchés (Ijarotimi *et al.*, 2012).

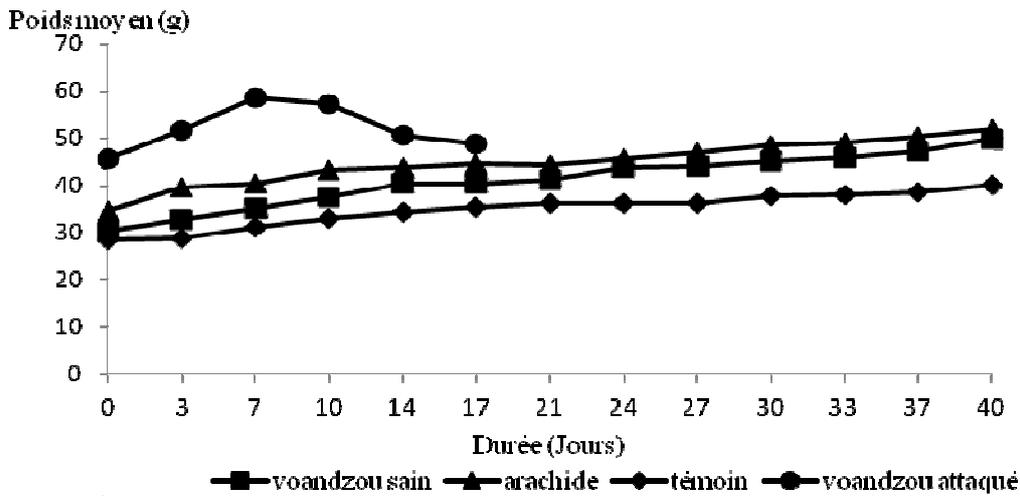


Figure 1. Évolution des courbes de croissance corporelle moyenne en (g) de jeunes rats nourris avec quatre aliments

**Impact et efficacité des différentes formulations :** Le gain de poids le plus important observé est celui de l'aliment voandzou sain avec un gain de  $20,3 \pm 4,7g$  suivi de l'aliment arachide avec un gain de  $16,7 \pm 5,3g$ . Ceci serait dû à sa composition nutritionnelle importante en lysine et méthionine qui selon Howell *et al.*, 1994 le est plus élevée que toutes les autres légumineuses. Le plus faible gain de poids est celui du témoin  $10,8 \pm 3,0g$  constitué du riz, pauvre en protéine et qui a lui seul ne peut relever la dénutrition. Le régime à base de légumineuses est important et assure un niveau élevé en protéines d'une part et d'autre part le fer, les glucides, les fibres, les vitamines et minéraux (F A O, 2004). Les travaux de Zannou (2005) et Bouafou (2007) ont montré

l'intérêt des protéines administrées à des rats devant des régimes dépourvus de protéines. Pour la formulation avec le voandzou attaqué, le gain de poids au 21<sup>ème</sup> jour est de  $3 \pm 4,07$  représenté par la figure 2. Cette faible performance s'expliquerait par la destruction de la méthionine et de la lysine. Rahaman *et al.*, en 2005 suggère que les nutriments indispensables à la croissance harmonieuse des organes sont les protéines et les minéraux majeurs. Ces deux éléments sont aussi prisés par les ravageurs du voandzou qui sont principalement *Callosobruchus maculatus* et *Callosobruchus subinnotatus* parfois en cohabitation avec les parasitoïdes qui sont leur hot naturel (Ngamo *et al.*, 2016c).

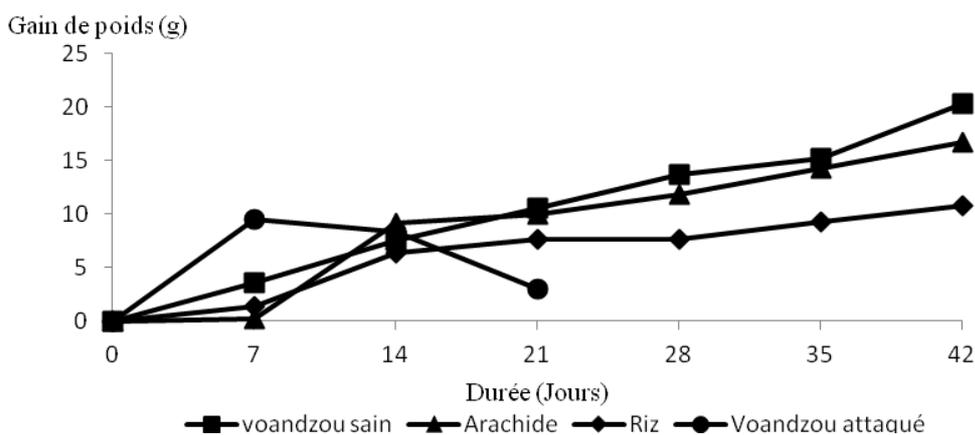


Figure 2. Évolution du gain de poids en fonction du temps dans les quatre groupes pendant 42 jours

## CONCLUSION

La recherche qui a été menée dans le but d'arriver à une amélioration de la croissance des nourrissons et de leur état nutritionnel en proposant une formulation à base de la farine de voandzou sain. Des résultats obtenus, la surveillance nutritionnelle a permis non seulement de dresser le profil de croissance et de quantifier les troubles de la croissance chez les nourrissons de l'échantillon, mais aussi de déceler tôt les enfants qui ont des problèmes nutritionnels. Les valeurs moyennes des Z-scores des indices T/A, P/A et P/T calculées montrent que le taux d'émaciation générale de l'échantillon est de 10,8%, 26,3% des enfants présentent une insuffisance

pondérale à un mois d'âge. 32,4% pour le RC à six mois d'âge. La formulation voandzou sain provoque une prise pondérale des rats avec un gain de  $20,3 \pm 4,7$ g par rapport au voandzou attaqué. Une bonne conservation du voandzou maintiendrait les protéines disponibles entre autre la lysine, la méthionine en quantité importante ainsi que tous les autres éléments pour le relèvement de la dénutrition des nourrissons. L'utilisation de la farine de voandzou comme ingrédient dans la fabrication de diverses recettes alimentaire reste une piste prometteuse à explorer.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amarteifio J.O., Tibe O. & Njogu R.M., 2006. The mineral composition of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) grown in Southern Africa. *African Journal of Biotechnology* 5: pp 2408-2411.
- Ben Salem K., Mandhouj O., Letaief M., Mtar A. & Soltani M., 2006. Distribution des paramètres anthropométriques des nourrissons dans la région de Monastir (Tunisie). *Revue de Santé de la Méditerranée orientale*, Vol. 12 (Supplément No 2).
- Bouafou K. G. M, 2007. Bilan azoté chez le rat en croissance de la farine d'asticots séchés. *Tropicultua Agri Overseas ASBL* (Belgique).
- Delobel A. & Tran M., 1993. Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. *Faune Tropicale XXXII*. ORSTOM/CTA Eds, Paris, 424 p.
- Dewey K., Adu-Afarwah S., 2008. Review article : Systematic review of the efficacy and effectiveness of complementary feeding interventions in developing countries. *Maternal and Child Nutrition* 2008: 4: 24-85.
- EDS III, 2004. Enquête Démographique et de santé au Cameroun.
- ENMR, 2014. Enquête nutritionnelle et de mortalité rétrospective au Cameroun
- FAO, 2004. Undernourishment around the world. *In: The state of food insecurity in the world 2004*. Rome : The Organization.
- FAO/OMS, 1992. Conférence internationale sur la nutrition. Rapport final. Rome.
- Goudoum A, Ngamo Tinkeu L. S., Madou C., Watching Djakissam, Mbofung C. M., 2016. Variation of some chemical and functional properties of Bambara groundnut (*Voandzeia Subterranean* L. Thouars) during short time storage. *Food Science and Technology* 1-6. (DOI : <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.0065>)
- Howell, J. A., Eshbaugh, W.H., Guttman, S. & Rabakonandrianina, E., 1994. Common names given to bambara groundnut (*Vigna subterranea* : *Fabaceae*) in central Madagascar. *Economic Botany* 48, 217-221.
- Ijarotimi et al., 2012. Formulation and nutritional quality of infant formula produced from germinated popcorn, bambara groundnut and african locust bean flour. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 1 (6): 1358-1388. 32p
- Kaptso, K.G., Fombang, E., Njintang, Y.N. & Mbofung, C.M.F., 2001. Effet de l'irradiation sur les propriétés physico-chimiques et la digestibilité in vitro des 258 graines et farines de haricot durci (*Phaseolus vulgaris*). *Biosciences Proceeding* 8, 252-262.
- Mekhancha-Dahel C. C., 2005. Unité de dépistage et de suivi, cadre pour la surveillance nutritionnelle des enfants et adolescents, cas du Khroub (Constantine, Algérie) - 1996/97 - 1999/00 - 2001/02. Thèse de doctorat soutenue le 24 septembre 2005, institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (INATAA), 405p.
- Ngamo LST, Ngassoum MB, Jirovertz L, Ousman A, Nukenine E, Moukala OE, 2001. Protection of stored Maize against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) by use of essential oils of species from Cameroon. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 66(2a): 473-478.
- Ngamo Tinkeu L S, Béranger Raoul Tamgno, Maurice Gandebe, 2016a. Bioactivity of flours of seeds of

- leguminous crops *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* and *Glycine max* used as botanical insecticides against *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera : Curculionidae) on sorghum grains. *International Journal of Biological and Chemistry Sciences*, 10 (3): 919-927.
- Ngamo Tinkeu L S, Augustin Goudoum, Watching Djakissam, Chantal Madou, 2016b. Les bruches du voandzou *Vigna subterranea* (L.) et les outils de protection post récolte dans le Nord du Cameroun. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology* 69, 83-89.
- Ngamo Tinkeu L S, Chantal Madou, Watching Djakissam, Augustin Goudoum, Robert Ndjouenkeu, 2016c. Post-harvest storage systems and insect pests occurring on Bambara groundnuts (*Vigna subterranean* (L.) Verdc) in the Sudano-Guinean savannah of Cameroon. *Journal of Entomology and Zoology Studies* : 4(2): 167-17
- Ngamo Tinkeu Simon Léonard, Djakissam Watching, Ngassoum Martin Benoit, 2016d. Response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera : Pteromalidae) to variation in densities of its host *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Chrysomelidae) within stored grains of *Vigna subterranean* (L.) Verdc (Fabaceae). *Scholars Academic Journal of Biosciences* : 4(3B):253-257.
- Ngamo Tinkeu L S, Djakissam W, Ayiki EN, Madou C, Djamilia Hapl-Meu, 2016e. Competition among bruchids (Coleoptera : Chrysomelidae): *Callosobruchus maculatus* Fab.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) on Bambara groundnut (Fabacea). *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 4(3B) : 258-263.
- PCIMA, 2014. Protocole national révisé de prise en charge intégrée de la malnutrition aiguë. 186p.
- Rahaman A., Abdel S. M., Elmakil H.B., Hassan W.I., Babiker E.E., & Eltinay A.H., 2005. Proximate composition, anti-nutritional factors and mineral content and availability of selected legumes and cereal grown in Sudan. *Journal of Food technology*, 3 (4): 511-515.
- Razafindrazaka R. V.L., 2006. Elaboration et évaluation d'une stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément des jeunes enfants à Brickaville (Côte Est de Madagascar). Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie soutenue publiquement le 18 mai 2006. Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée. 223p
- Taponjou L. A., Adler C., Bouda H. & Fontem D. A.; 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Product Research*, 38: 395-402.
- UNICEF, 2005. La situation des enfants dans le monde 2005. 164 p
- Sawadogo S.P., 2002. Pratiques alimentaires dans la province de la Gnagna. Mémoire de DEA en Sciences Biologiques Appliquées, Centre de Recherche en Sciences Biologiques et Nutritionnelles (CRSBAN), Université d'Ouagadougou.
- Ngirabega J.D.D, 2010. La malnutrition et la santé de l'enfant en milieu rural au Rwanda gestion du suivi de la croissance à base communautaire. Thèse de doctorat de Docteur en Sciences Médicales. Université Libre de Bruxelles, Faculté de Médecine, École de Santé Publique. 400pp
- WHO working group, 1995. Use and interpretation of anthropometric indicator of nutrition status. Bull WHO 1995. 1- 452.
- Zannou T.V.J., 2005. Stratégies d'amélioration des farines infantiles à base de manioc et de soja de haute densité énergétique par incorporation de farine de maïs germés. Thèse de doctorat 3e cycle. Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. 124p