

## **Développement de barres énergétiques à base d'amandes de cajou pour la lutte contre le déficit énergétique**

Pingdwindé Marie Judith SAMADOULOUGOU-KAFANDO <sup>1</sup>, Fabrice BATIONO <sup>1</sup>, Zenabou SEMDE <sup>1</sup>, Diarra COMPAORE-SEREME <sup>1</sup>, Aida KABRE <sup>2</sup>, Hyacinthe KANTE-TRAORE <sup>1</sup>, Mah Alima Esther TRAORE <sup>1</sup>, Mahamadé GOUBGOU <sup>3</sup>, Laurencia Toulssoumdé SONGRE-OUATTARA <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT)/ Laboratoire des Sciences et Technologies des Aliments et Nutrition (LabSTAN), Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup> Université NAZI BONI/ Centre Universitaire de Gaoua, Gaoua, Burkina Faso

<sup>3</sup> Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/Institut de Recherche en Sciences de la santé (IRSS), Ouagadougou, Burkina Faso.

Correspondant : Pingdwindé Marie Judith SAMADOULOUGOU-KAFANDO, email : [kaftourb@yahoo.fr](mailto:kaftourb@yahoo.fr)

### **Résumé**

Les déficiences nutritionnelles et énergétiques sont des problèmes de santé publique dans les pays en développement, en particulier chez les enfants et les adolescents. Pour contribuer à la lutte contre ces problèmes au Burkina Faso et dans la sous-région, la présente étude avait pour objectif de formuler et de produire des barres énergétiques à base d'amandes de cajou.

Sept formulations de barres énergétiques composées d'ingrédients de grade alimentaire tels que les amandes de cajou, le sucre, le mil, l'arachide, le sésame, la noix de coco et l'amidon de maïs ont été développées à partir d'un plan de mélange en réseau, de degré de maillage 3 et ayant 2 composantes variables qui sont les amandes de cajou et le sucre. Les barres énergétiques ont été produites et testées au plan sensoriel à l'aide d'un jury de 30 dégustateurs. Les caractéristiques nutritionnelles et microbiologiques des barres énergétiques ont été également évaluées suivant les méthodes standards d'analyses.

Le taux d'acceptabilité a varié entre 56 et 84 %. Au plan nutritionnel, les teneurs ont varié de 3,77 à 5,96 % pour l'humidité, 1,19 à 1,79 % pour les cendres, 24,30 à 36,69 % pour la matière grasse, 43,23 à 61,16 % pour les glucides, 13,33 à 18,44 % pour les protéines, 5442,77 à 7261,52 mg/100 g pour les acides aminés et 516,72 à 576,97 Kcal pour 100 g pour la valeur énergétique. En ce qui concerne la microbiologie, la flore aérobie mésophile totale et les levures et moisissures ont varié de  $1,6.10^2$  à  $2.10^2$  UFC/g et de moins de 10 à  $8,2.10^1$  UFC/g

respectivement. En outre, aucun germe n'a été dénombré pour les paramètres coliformes thermotolérants, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, traduisant ainsi une qualité satisfaisante des barres énergétiques par rapport aux normes. La prise en compte des caractéristiques énergétiques optimales et de l'acceptabilité a permis de retenir deux formulations dont les procédés seront optimisés pour améliorer la biodisponibilité des nutriments essentiels.

**Mots clés :** Formulation, Amande de cajou, Barre énergétique, Plan de mélange.

## **Introduction**

Les barres énergétiques sont largement consommées dans le monde en tant que produit à emporter hautement nutritif (Barakat et al., 2023). Leur teneur élevée en énergie répond parfaitement aux besoins des enfants, des adolescents et des athlètes, et leurs concentrations en minéraux et en vitamines adaptées à leurs besoins nutritionnels spécifiques (Razafindrakoto, 2010). Ce sont des compléments alimentaires solides, sous forme de barre, obtenus d'un mélange de matières premières énergétiques telles que des oléagineux, des céréales, des fruits, du sucre, des sirops, du chocolat, etc. En raison de sa riche composition nutritionnelle, sa valeur énergétique élevée et sa disponibilité au niveau local (Semporé et al., 2021 ; Semporé et al., 2024), l'amande de cajou peut être une bonne option d'ingrédient de base pour la fabrication des barres énergétiques. Les autres ingrédients tels que le mil, les arachides et le sésame sont couramment utilisés dans la transformation alimentaire locale non seulement en raison de leur disponibilité et de leur accessibilité dans de nombreux pays africains (Akusu et al., 2020 ; Allan et al., 2022 ; Compaoré-Sérémé et al., 2023) mais aussi en raison de leur haute valeur nutritive et énergétique (Anim-Somuah et al., 2013 ; Kumar et al., 2022 ; Ramya et al., 2024). Au regard des potentialités nutritionnelle, énergétique et économique de ces ingrédients, leur utilisation pour la formulation d'aliment à haute valeur nutritive et énergétique est opportune.

## **Objectifs**

L'objectif principal est de contribuer à la lutte contre déficiences nutritionnelles et énergétiques par la formulation et la production de barres énergétiques à base d'amande de cajou.

Il s'agit spécifiquement de :

- faire des formulations de barres énergétiques à partir d'un plan de mélange ;

- produire et déterminer les caractéristiques physicochimiques, nutritionnelles et sensorielles des barres énergétiques ;
- Identifier une formule optimale de barres énergétiques.

## **Méthodologie**

### **Matériel**

Le matériel biologique était composé de :

- amandes blanches de cajou dont l'approvisionnement s'est fait auprès d'une société de transformation industrielle de l'anacarde de la ville de Banfora au Burkina Faso ;
- mil de la variété Missari 1, de sésame de la variété S42, d'arachide de la variété tôle ware obtenus auprès d'un producteur semencier de la ville de Kaya au Burkina Faso ;
- sucre blanc cristallisé et de la fécule de maïs, achetés dans une alimentation de la ville de Ouagadougou et des noix de coco achetées dans un marché de la ville de Ouagadougou.

### **Méthodes**

La méthodologie a consisté dans un premier temps à déterminer une formule de base de barre énergétique appelée F0. Les premières proportions des groupes d'aliments à utiliser ont été obtenues à partir de la moyenne de quatre formules issues des recherches bibliographiques et les essais ont été effectués suivant le diagramme de production des barres de céréales établi par Razafindrakoto (2010). Au cours des essais, les ingrédients et les proportions ont été variés en utilisant la table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest pour des calculs théoriques des teneurs en glucides, lipides, protides et de la valeur énergétique afin de garantir l'efficacité de la méthode. Après chaque essai une dégustation a été réalisée dans le but de récolter des critiques et suggestions afin d'améliorer la formule générale notée F0.

A partir de la formule F0, le logiciel Minitab 18 a été utilisé pour générer un plan de mélange en réseau, de degré de maillage trois avec deux composantes variables (le sucre et les amandes de cajou). Sept formules ont été générées et les différentes formulations de barres ont été produites et caractérisées sur le plan nutritionnel, sensoriel et microbiologiques selon des méthodes standards d'analyse.

L'optimisation a été réalisée à partir des résultats d'analyses nutritionnelles et sensorielles. Pour l'optimisation de la valeur nutritionnelle, la cible a été fixée en se référant au ratio de macronutriments pour un plat équilibré qui est de : 40 à 55% de glucides, 28 à 38% de lipides et 15 à 30% de protéines. Pour ce qui est de l'optimisation de l'acceptabilité, la cible a été fixée à 80 % dans le but d'obtenir une formule qui sera acceptée par au moins 80 % des dégustateurs.

Des analyses complémentaires sur le profil en acides aminés et la qualité microbiologique ont été réalisées sur les formulations retenues.

## Résultats

### Technologie des barres énergétiques

La matière première et les ingrédients ont été préparés de manière à pouvoir être incorporés directement dans la préparation des barres. La préparation a consisté à effectuer des opérations préliminaires telles que le triage, le dépelliculage, le lavage, le séchage et le concassage. Ainsi donc, l'arachide a été dépelliculé et concassé, le sésame dépelliculé, l'anacarde concassé, le coco rappé et le mil complet a été concassé en semoule. La semoule de mil a été cuite à la vapeur avant son incorporation dans la formulation.

Le sirop de sucre a été préparé à 180 °C sur une plaque chauffante pendant 3 à 5 minutes après ébullition. Les ingrédients préalablement pesés ont été ensuite ajoutés au sirop de sucre puis chauffés à 60 °C pendant 5 minutes avant d'être mis dans des moules en silicone. Les moules ont été par la suite placés dans un four pour une cuisson à 150 °C pendant 40 minutes avant d'être refroidit à la température ambiante pendant 15 à 20 minutes. Les barres ont été ensuite démoulées (figure 1), puis conditionnées dans des emballages plastiques.



Figure 1 : Échantillon de barres énergétiques à base d'amandes de cajou

### Caractéristiques nutritionnelles, sensorielles et microbiologiques formulations de barres énergétiques retenues

Le plan de mélange a généré sept formules F1 à F7 avec des proportions variables d'amandes de cajou et de sucre, et des proportions fixes pour les autres ingrédients. L'optimisation a permis d'obtenir une formule optimale constituée de 34 % d'amandes de cajou et de 21% de sucre. Cette formule satisfait aux objectifs nutritionnels fixés avec  $33,77 \pm 1,07\%$  MS de lipides, de

47,47  $\pm$  1,10% MS de glucides et de 17,00  $\pm$  0,05% MS de protéines pour une valeur énergétique de 561,85  $\pm$  0,05 Kcal/100gMS. L'objectif sensoriel a également été atteint avec un taux d'acceptabilité de 84%. Sa teneur totale en acides aminés était de 5442,766 mg/100g. En plus de cette formule optimale, la formulation F3 du plan de mélange constituée de 43% d'amande de cajou et de 12% de sucre a présenté des caractéristiques nutritionnelles intéressantes et a été également retenue. Les barres énergétiques produites selon cette formulation étaient composées de 36,69  $\pm$  1,64% MS de lipides, de 43,23  $\pm$  1,82%MS de glucides et de 18,44  $\pm$  0,05% de protéines avec une valeur énergétique de 576,97  $\pm$  0,05 mg/100g. Sa teneur totale en acides aminés était de 7261,519 mg/100g. Son taux d'acceptabilité a été de 64 % donc inférieur à la cible de 80 %. Cela pourrait être lié au fait que 72 % des panelistes étaient des jeunes de 15 à 30 ans et avaient tendance à préférer les formulations plus sucrées. Cette formulation a été retenue car certains consommateurs recherchent de plus en plus des aliments moins sucrés. Les résultats des analyses microbiologiques des barres énergétiques des deux formulations étaient conformes aux critères de qualité microbiologiques des barres de céréales recommandés par le Gand-Duché de Luxembourg (2018) et le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2017).

## **Conclusion**

La présente étude a permis de formuler des barres énergétiques à base d'amandes de cajou et d'ingrédients locaux. Les produits obtenus ont présenté des caractéristiques nutritionnelles assez intéressantes et une bonne acceptabilité sur le plan sensoriel. L'optimisation des caractéristiques nutritionnelles et de l'acceptabilité a permis d'identifier deux formulations de barres très énergétiques, respectant les proportions recommandées en macronutriments, qui pourraient contribuer non seulement au soutien à l'effort physique mais aussi à la lutte contre le déficit énergétique du consommateur.

## **Remerciements**

Nos remerciements au Fonds National de la Recherche et de l'Innovation pour le Développement (FONRID) pour le financement à travers le projet du Projet N°0050 FONRID/AAP7/NCP/PC/2020 intitulé « Contribution à la valorisation du fruit de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) par l'amélioration et le développement des technologies de transformation des produits dérivés ».

## Références

- Akusu, O. M., Kiin-Kabari, D. B., & Isah E. M. (2020). Anti-nutrients, Bioaccessibility and Mineral Balance of Cookies Produced from Processed Sesame Seed Flour Blends. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 10(1): 1-11 <https://doi.org/10.5923/j.food.20201001.01>.
- Allan, E., Dunkel, F., Lachapelle, P., Kim, S. H., Kinnare, C., Ndiaye, A., & Kuo, W. Y. (2022). Developing culturally acceptable peanut nutrition bars with smallholder women farmers in Kaffrine, Senegal using participatory action research. *Local Development & Society*, 4(2), 289–311. <https://doi.org/10.1080/26883597.2022.2115939>.
- Anim-Somuah, H., Henson, S., Humphrey, J., & Robinson E. (2013). Strengthening Agri-Food Value Chains for Nutrition: Mapping Value Chains for Nutrient-Dense Foods in Ghana. Institute of Development Studies (IDS). <https://hdl.handle.net/20.500.12413/2632>.
- Barakat, H., & Alfheaid H. A. (2023). Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera*) and Its Promising Potential in Developing Functional Energy Bars: Review of Chemical, Nutritional, Functional and Sensory Attributes. *Nutrients* 15(9) 1-26. <https://doi.org/10.3390/nu15092134>.
- Compaore-Sereme, D., Hama-Ba, F., Tapsoba, F. W. B., Manner, H., Maina, N. H., Dicko, M. H., & Sawadogo-Lingani, H. (2023). Production and sensory evaluation of composite breads based on wheat and whole millet or sorghum in the presence of *Weissella confusa* A16 exopolysaccharides. *Heliyon*, 9(3), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13837>.
- Kumar, R., Dhiman, M., Sharma, L., Dadhich, A., Kaushik, P., & Sharma, M.M. (2022) Nanofertilizers: The targeted nutrient supplier and enhance nutrients uptake by pearl millets (*Pennisetum glaucum*), *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 45, e102524. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102524>.
- Luxembourg Food Safety Division FSD (2018). Microbiological criteria for foodstuffs Interpretation guidelines, Luxembourg, 57p.
- Official Journal of the Algerian Republic OJAR (2017). Microbiological criteria applicable to foodstuffs, Algiers, Algeria, n°39, 32 p.
- Ramya, C. S., Manik, S. F., Malathi, G., Kamalasundari, S., Singh, B., Angmo, D., Bhushan, S., & Sachan, D. S. (2024). Pearl Millet: A Critical Review on Processing Techniques and Its

Products. Journal of Scientific Research and Reports, 30(4), 274–286.  
<https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i41914>.

Razafindrakoto, S. (2010). Barres de céréales au Moringa oleifera, à la banane séchée et l'ananas séché. Diplôme d'Ingénieur. Université d'Antananarivo, 2010, p.134.

Semporé, J. N., Bougma, S., Ouédraogo, E. R., Kagambega, W., Oboulbiga E. B., Tarpaga, W. V., Songré-Ouattara, L. T., Dicko, M. H. (2024). Evaluation of the post-selection nutritional composition and levels of compounds with antinutritional effects of cashew (*Anacardium occidentale* L.) accessions selected for productivity improvement, Journal of Food Composition and Analysis, 136, e106713, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106713>.

Semporé, J. N., Songré-Ouattara, L. T., Tarpaga, W. V., Bationo, F., & Dicko, M. H. (2021). Comparison of Proximate Composition and Nutritional Qualities of Fifty-Three Cashew Accessions from Burkina Faso. Food and Nutrition Sciences, 12 (12), 1191-1203.  
<https://doi.org/10.4236/fns.2021.1212087> .