

Caractérisation physicochimique des graines de quatorze variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) de Côte d'Ivoire

[Physicochemical characterization of seeds of fourteen varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) from Côte d'Ivoire]

Casimir Anauma KOKO¹, Massé DIOMANDE¹, Benjamin Kan KOUAME¹, Edwige-Salomé Sopia YAPO², and Jacob N'dri KOUASSI²

¹Département de Biochimie et Microbiologie,
Université Jean Lorougnon Guédé,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Physiologie et Pathologie végétale,
Université Jean Lorougnon Guédé,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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: Cowpea is a legume consumed in Côte d'Ivoire. There are many cultivars whose seeds are widely available. This study aimed to determine some physicochemical characteristics of seeds of fourteen cowpea cultivars in order to identify differences and as soon as possible, select the best cultivars for the suitable uses. Parameters such as moisture, ash, protein, fat, total carbohydrates and energy value were determined following conventional methods. To appreciate the differences and identify cultivars with the best characteristics for the areas of intended use, chemometric methods were used. The results revealed that the seeds are energy foods (368.92 ± 4.71 kcal / 100 g), rich in protein ($21.22 \pm 0.69\%$) and carbohydrates ($63.82 \pm 1.12\%$). On the other hand, they showed low fat ($3.19 \pm 0.60\%$), ash ($4.12 \pm 0.26\%$) and moisture ($7.61 \pm 0.77\%$) contents. The low moisture content could facilitate the conservation of seeds for a relatively long period. Differences were observed between the physicochemical parameters of the analyzed cultivars seeds. The B3N12P4 cultivar which recorded the highest ash content (4.90 ± 0.05) could be used in food fortification. White cultivar (B1N19P5) recorded the highest protein content ($23.31 \pm 0.03\%$). Therefore, its seeds could be used to supplement traditional foods and be recommended in the field of composite flours. The use of seeds in these areas could help reduce the protein-deficiency in some poor populations affected by energy and protein diseases.

KEYWORDS: Cowpea, cultivar, chemical composition, legume, energy food, seeds, vegetable proteins.

RESUME: Le niébé est une légumineuse consommée en Côte d'Ivoire. Il en existe de nombreux cultivars dont les graines sont largement disponibles. La présente étude a eu pour objectif de déterminer quelques caractéristiques physicochimiques des graines de quatorze cultivars de niébé aux fins d'identifier des différences et sélectionner si possible les meilleurs cultivars pour des usages appropriés. Les paramètres tels que l'humidité, la teneur en cendres, les protéines, les lipides, les glucides totaux et la valeur énergétique ont été déterminés selon des méthodes conventionnelles. Pour apprécier les différences et identifier les cultivars présentant les meilleures caractéristiques pour les domaines d'utilisation envisagée, des méthodes chimiométriques ont été utilisées. Les résultats ont révélé que les graines sont des aliments énergétiques ($368,92 \pm 4,71$ kcal/100 g), riches en protéines ($21,22 \pm 0,69\%$) et en glucides ($63,82 \pm 1,12\%$). Par contre, elles sont pauvres en lipides ($3,19 \pm 0,60\%$), en cendres ($4,12 \pm 0,26\%$) et ont une faible humidité ($7,61 \pm 0,77\%$) pouvant faciliter leur conservation sur une période relativement longue. Des différences ont été observées entre les paramètres physicochimiques des graines de

cultivars analysés. Le cultivar B3N12P4 qui a enregistré la teneur en cendres ($4,90\pm 0,05$) la plus élevée pourrait être utilisée dans la fortification des aliments. Le cultivar blanc (B1N19P5) a enregistré la teneur la plus élevée en protéines ($23,31\pm 0,03$ %). Par conséquent, ses graines pourraient être utilisées pour compléter des aliments traditionnels et être recommandées dans le secteur des farines composées. L'utilisation des graines dans ces domaines pourrait contribuer à réduire les déficits en protéines chez certaines populations pauvres, en proie aux maladies protéino-énergétiques.

MOTS-CLEFS: niébé, cultivar, composition chimique, légumineuse, aliment énergétique, graines, protéines végétales

1 INTRODUCTION

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., est une des principales légumineuses alimentaires mondiales. Il est susceptible de combler les nombreux déficits protéiques enregistrés dans les pays en développement où les carences alimentaires demeurent encore un fléau majeur d'actualité [1]. En effet, dans certains pays, le niébé fournit plus de la moitié des protéines consommées et joue un rôle clé dans l'alimentation [2].

En Afrique, le niébé est cultivé avant tout pour ses graines sèches, cuisinées sous les formes les plus diverses. Dans de nombreuses régions, on consomme aussi ses jeunes feuilles, fraîches ou séchées, et ses gousses immatures [2], [3]. Selon Coulibaly et Lowenberg-Deboer [4], l'Afrique Occidentale est actuellement loin de couvrir ses besoins en niébé par sa propre production. Une augmentation de la production pourrait donc générer d'importantes devises pour tous les acteurs de la filière.

En Côte d'Ivoire, bien que beaucoup consommé, le niébé demeure une culture marginale [5]. Sa production avoisine les 36.310 tonnes/an, ce qui représente moins de 2 % de la production africaine [6]. Pourtant, le niébé, du fait de sa teneur relativement élevée en protéines devrait être valorisé dans plusieurs domaines. Il y a notamment, le domaine de farines composées et celui de l'enrichissement des aliments traditionnels.

Par ailleurs, il existe de nombreux cultivars locaux de niébé dont la diversité génétique a été étudiée au Sénégal en utilisant les marqueurs biochimiques et moléculaires [7]. De même, la variabilité agromorphologique de quarante-cinq de ces cultivars et leur structuration sur la base de dix-huit descripteurs a fait l'objet d'étude au Tchad [8]. Compte tenu du fait que, très peu de données existent sur la composition biochimique du niébé en Côte d'Ivoire, il est essentiel de caractériser les cultivars locaux. De plus, l'enrichissement des aliments traditionnels (à base de céréales) par adjonction de protéines végétales (légumineuses) étant susceptible d'améliorer leur valeur nutritionnelle [9], [10], l'utilisation du niébé dans ce domaine pourrait contribuer à réduire les nombreux déficits ou carences alimentaires.

Toutefois, la connaissance de la matière première à traiter constitue la première étape de toute recherche de développement technologique et industriel [11]. Ainsi, la caractérisation physicochimique des niébés de Côte d'Ivoire a-t-elle été entreprise.

L'objectif de cette étude est de caractériser la nature physicochimique de quatorze cultivars locaux de niébé aux fins d'identifier des différences entre eux et sélectionner si possible, les meilleurs cultivars pour un éventuel enrichissement des aliments traditionnels.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Des graines sèches de quatorze (14) cultivars de Niébé provenant de diverses régions de Côte d'Ivoire ont été utilisées dans cette étude. Pour chaque cultivar, trois (3) échantillons de graines ont été prélevés. Au total, quarante-deux (42) échantillons de niébé, à raison de trois par cultivar, ont été analysés.

2.2 MÉTHODES D'ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES

Sur les échantillons de Niébé, des paramètres physicochimiques tels que les teneurs en eau, en protéines, en cendres, en glucides, en matières grasses (MG) et la valeur énergétique ont été déterminés. L'humidité, la teneur en protéines, la teneur en matières grasses et la teneur en cendres ont été évaluées selon la méthode BIPEA [12]. La teneur en glucides a été déterminée par calcul selon l'expression suivante :

$$\text{Glucides totaux (\%)} = 100 - [\text{cendres (\%)} + \text{protéines (\%)} + \text{lipides (\%)} + \text{humidité (\%)}]$$

La valeur énergétique a été calculée en tenant compte des coefficients d'Atwater [13] selon l'expression suivante :

$$\text{Valeur énergétique (kcal/100 g)} = [(\% \text{ glucides} \times 4) + (\% \text{ protéines} \times 4) + (\% \text{ lipides} \times 9)]$$

2.3 MÉTHODES CHIMIOMETRIQUES

Les données recueillies à l'issue de la caractérisation physicochimique des échantillons de graines de Niébé ont été soumises à des analyses statistiques. Ainsi, une analyse de variance multidimensionnelle a été réalisée aux fins d'apprécier l'existence de différence entre les échantillons étudiés. Par ailleurs, des analyses de variance ont été également effectuées sur ces données. Des tests de comparaison multiples (Tukey HSD) ont été conduits lorsque la différence a été révélée comme significative ($p < 0,05$) aux fins de séparer les différents échantillons. Pour regrouper les cultivars de niébé suivant leur similarité, une analyse de classification hiérarchique a été réalisée. Enfin, l'analyse en composantes principales a été effectuée aux fins de visualiser les différences et d'associer aux différents cultigrupes identifiés, leurs caractéristiques principales. Pour ces traitements statistiques, le logiciel STATISTICA 7.0 a été utilisé.

3 RÉSULTATS

3.1 COMPOSITION CHIMIQUE MOYENNE DES ÉCHANTILLONS DE NIÉBÉ

La composition chimique des échantillons de niébé a été déterminée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 1. A l'analyse, les graines de niébé ont une humidité moyenne de l'ordre de $7,61 \pm 0,77$ %. De plus, avec une teneur moyenne en cendres de $4,12 \pm 0,26$ % et un taux de matières grasses de l'ordre de $3,19 \pm 0,60$ %, ces graines contiennent des glucides totaux ($63,82 \pm 1,12$ %). Elles renferment par ailleurs, des protéines ($21,22 \pm 0,69$ %). En outre, la consommation des graines de niébé fournit en moyenne une énergie de $368,92 \pm 4,71$ kcal/100 g. Au niveau des échantillons de ces graines, certains paramètres ont des coefficients de variation (CV) supérieurs à 15 %. Il s'agit notamment des teneurs en matières grasses (CV=18,86 %).

Tableau 1. Composition chimique moyenne des graines de Niébé de Côte d'Ivoire

Paramètres	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type	Coefficient de Variation (%)
Humidité (%)	42	7,61	6,29	9,35	0,77	10,22
Cendres (%)	42	4,12	3,72	4,96	0,26	6,51
Matières grasses (%)	42	3,19	1,86	4,13	0,60	18,86
Glucides (%)	42	63,82	61,28	65,84	1,12	1,76
Protéines (%)	42	21,22	20,54	23,35	0,69	3,28
Valeur énergétique (kcal/100 g)	42	368,92	360,45	376,45	4,71	1,27

N : Nombre d'échantillons

3.2 CORRÉLATION ENTRE LES VARIABLES CARACTÉRISANT LES GRAINES DE NIÉBÉ

La matrice de corrélation des variables caractérisant les graines de niébé (Tableau 2) montre qu'il existe de nombreuses relations significatives entre les caractéristiques physicochimiques. C'est ainsi qu'il y a une relation positive et significative entre la teneur en eau et la teneur en cendres (coefficient de corrélation de Pearson égal à 0,48) ; ce qui signifie que les graines caractérisées par un taux d'humidité élevé sont celles dans lesquelles la proportion de cendres est importante. Des relations positives existent aussi, entre la valeur énergétique et des paramètres tels que les matières grasses (coefficient de corrélation de Pearson égal à 0,60) et les glucides totaux (coefficient de corrélation de Pearson égal à 0,52).

En revanche, il existe de nombreuses relations significatives et négatives entre les caractéristiques des graines. C'est le cas de la valeur énergétique qui est corrélée avec l'humidité (coefficient de corrélation de Pearson égal à -0,75), avec la teneur en cendres (coefficient de corrélation de Pearson égal à -0,53) et avec les protéines (coefficient de corrélation de Pearson égal à -0,32). D'autres relations significatives et négatives existent entre les glucides totaux et l'humidité (coefficient de corrélation de Pearson égal à -0,79) d'une part et entre les glucides totaux et les cendres (coefficient de corrélation de

Pearson égal à -0,54) d’autre part. Il en existe également entre les protéines et les matières grasses (coefficient de corrélation de Pearson égal à -0,55).

En somme, les corrélations les plus significatives au seuil de 5 % valaient +0,60 et -0,79.

Tableau 2. Matrice de corrélation entre les variables caractérisant les graines de niébé

Variables	Humidité	Cendres	Matières grasses	Glucides	Protéines	Valeur énergétique
Humidité	1,00					
Cendres	0,48	1,00				
Matières grasses	0,02	0,04	1,00			
Glucides	-0,79	-0,54	-0,23	1,00		
Protéines	-0,01	-0,11	-0,55	-0,28	1,00	
Valeur énergétique	-0,75	-0,53	0,60	0,52	-0,32	1,00

En gras les valeurs significatives au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

3.3 DIFFÉRENCIATION ENTRE LES ÉCHANTILLONS DE GRAINES DE NIÉBÉ

Une classification hiérarchique des échantillons de graines de niébé a été réalisée. Les résultats sont présentés sur la figure 1. L’analyse du dendrogramme a révélé que des différences existent entre les échantillons au point où l’on peut distinguer plusieurs classes :

- la classe 1 comprend les échantillons tels que B1N19P5, B3N10P1, B2N13P5, B3N1P4, B3N12P4 ;
- la deuxième classe renferme les échantillons tels que B2N2P2, B2N8P3, B2N5P4, B2N9P4, B3N7P4, B3N17P3
- et la troisième classe est composée de B2N4P3, B3N3P3 et B3N15P1.

Le regroupement des graines en trois classes sur la base de leur similarité permet de résumer à 82,43 % les différenciations entre ces graines. De plus, chaque classe comprend des graines de différents cultivars. Les classes obtenues sont donc assez composites.

Par ailleurs, une analyse de variance multidimensionnelle a été réalisée sur les caractéristiques physicochimiques des échantillons de niébé. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 3. A l’analyse, il ressort que les effets de la variété culturelle sont significatifs ($p<0,05$) sur l’ensemble des caractéristiques des graines.

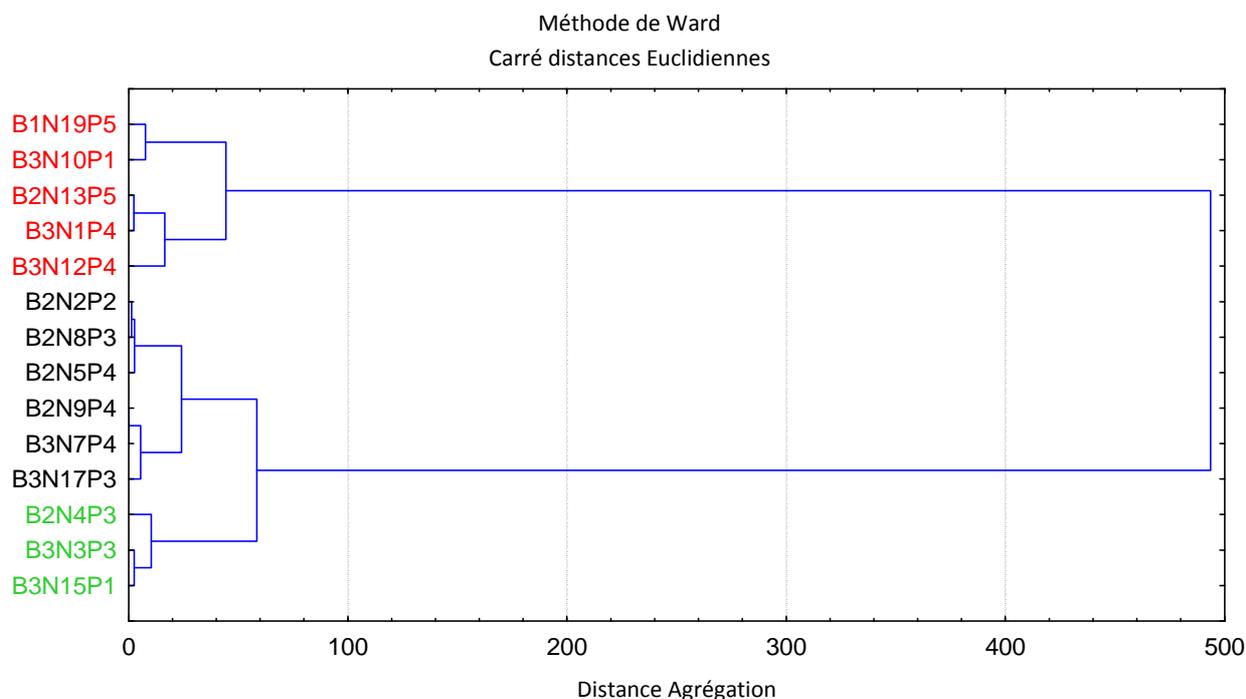


Fig. 1. Dendrogramme des graines de quatorze cultivars de niébé

Tableau 3. Résultats de l'analyse de variance multidimensionnelle sur les paramètres physicochimiques des échantillons de graines de niébé

Effet	Test	Valeur	F	effet dl	Erreur dl	P
Cultivars	Wilk	0,000000	100	65	117,3632	0,00

Les effets sont significatifs à $p < 0,05$.

3.4 COMPARAISON ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES CULTIVARS DE NIÉBÉ

Le tableau 4 présente les compositions chimiques moyennes des graines de chaque cultivar de niébé. L'humidité des graines a varié de $6,31 \pm 0,02$ % pour le cultivar B2N4P3 à $9,33 \pm 0,01$ % (cultivar B3N12P4). Au niveau des cendres, les teneurs enregistrées ont varié de $3,83 \pm 0,15$ % (cultivar B3N15P1) à $4,90 \pm 0,05$ % (cultivar B3N12P4). De même, la teneur en matières grasses des graines a varié de $1,95 \pm 0,08$ % (cultivar B3N1P4) à $4,01 \pm 0,16$ % pour le cultivar B2N2P2. Concernant la teneur en glucides, elle a varié de $61,44 \pm 0,14$ % (cultivar B3N12P4) à $65,81 \pm 0,02$ % pour le cultivar B3N17P3. La teneur en protéines et la valeur énergétique de graines ont varié respectivement de $20,63 \pm 0,02$ % (cultivar B3N3P3) à $23,31 \pm 0,03$ % (cultivar B1N19P5) et de $362,25 \pm 0,86$ kcal/100 g (cultivar B2N13P5) à $375,84 \pm 0,78$ kcal/100 g (cultivar B2N4P3).

Par ailleurs, l'analyse de variance a montré que toutes ces variations étaient significatives ($p < 0,05$) quel que soit le paramètre physicochimique considéré (Tableau 4). Par conséquent, tous les paramètres physicochimiques des graines étudiées (humidité, cendres, lipides, glucides, protéines, énergie) diffèrent significativement (au risque de 5 %) entre les cultivars. Ainsi, les graines du cultivar B1N19P5 ont obtenu la teneur en protéines la plus élevée ($23,31 \pm 0,03$ %), suivi de celles du cultivar B3N1P4 ($22,11 \pm 0,07$ %) pendant que le cultivar B3N3P3 a enregistré la valeur la plus basse ($20,63 \pm 0,02$ %). Au niveau de la teneur en matières grasses, les cultivars B2N2P2, B3N15P1 et B2N5P4 ont enregistré les taux les plus élevées avec respectivement $4,01 \pm 0,16$ %, $3,79 \pm 0,04$ % et $3,65 \pm 0,06$ %. Pendant que le cultivar B3N12P4 a obtenu les teneurs en cendres ($4,90 \pm 0,05$) et en eau ($9,33 \pm 0,01$ %) les plus élevées, le cultivar B2N4P3 a enregistré la valeur énergétique la plus élevée ($375,84 \pm 0,78$ kcal/100 g). En outre, les cultivars B3N17P3 et B2N4P3 ont obtenu les teneurs en glucides les plus élevées avec respectivement $65,81 \pm 0,02$ % et $65,72 \pm 0,13$ %.

Tableau 4. Caractéristiques physicochimiques des graines de quatorze variétés de niébé de Côte d'Ivoire

Variétés	Humidité (%)	Cendres (%)	Matière grasse (%)	Glucides (%)	Protéines (%)	Valeur énergétique (kcal/100 g)
B1N19P5	$7,29 \pm 0,05^a$	$4,18 \pm 0,03^a$	$2,32 \pm 0,12^a$	$62,88 \pm 0,15^a$	$23,31 \pm 0,03^a$	$365,72 \pm 0,79^a$
B2N2P2	$7,95 \pm 0,02^b$	$3,94 \pm 0,02^b$	$4,01 \pm 0,16^b$	$62,90 \pm 0,13^a$	$21,18 \pm 0,03^b$	$372,46 \pm 0,80^b$
B2N4P3	$6,31 \pm 0,02^c$	$3,94 \pm 0,01^{c,b}$	$3,37 \pm 0,15^c$	$65,72 \pm 0,13^b$	$20,64 \pm 0,08^c$	$375,84 \pm 0,78^c$
B2N5P4	$7,17 \pm 0,01^d$	$4,30 \pm 0,01^a$	$3,65 \pm 0,06^{d,b,c}$	$63,28 \pm 0,56^a$	$21,25 \pm 0,06^{d,b}$	$370,99 \pm 2,02^{d,b}$
B2N8P3	$7,41 \pm 0,02^e$	$4,02 \pm 0,02^{d,b,j}$	$3,54 \pm 0,21^{e,c}$	$63,73 \pm 0,24^c$	$21,31 \pm 0,04^{e,b}$	$372,07 \pm 0,98^{e,b,d}$
B2N9P4	$7,68 \pm 0,03^f$	$3,88 \pm 0,01^{e,b}$	$3,18 \pm 0,09^{f,c}$	$64,44 \pm 0,15^d$	$20,80 \pm 0,07^{f,c}$	$369,63 \pm 0,51^{f,d,e}$
B2N13P5	$8,52 \pm 0,03^g$	$4,23 \pm 0,01^a$	$2,65 \pm 0,15^a$	$63,53 \pm 0,07^e$	$21,07 \pm 0,05^{g,b}$	$362,25 \pm 0,86^g$
B3N1P4	$7,96 \pm 0,01^{h,b}$	$3,88 \pm 0,06^{f,b}$	$1,95 \pm 0,08^a$	$64,10 \pm 0,07^f$	$22,11 \pm 0,07^h$	$362,39 \pm 0,56^{h,g}$
B3N3P3	$7,03 \pm 0,01^i$	$4,17 \pm 0,02^{a,j}$	$3,61 \pm 0,09^{g,c}$	$64,54 \pm 0,09^g$	$20,63 \pm 0,02^{i,c}$	$373,23 \pm 0,45^{i,b,e}$
B3N7P4	$7,64 \pm 0,01^{j,f}$	$4,00 \pm 0,01^{g,b,j}$	$3,28 \pm 0,21^{h,c}$	$64,28 \pm 0,17^h$	$20,78 \pm 0,08^{j,c}$	$369,86 \pm 1,02^{j,d,e,f}$
B3N10P1	$8,40 \pm 0,01^k$	$4,16 \pm 0,01^{a,j}$	$3,27 \pm 0,08^{i,c}$	$63,15 \pm 0,05^a$	$21,00 \pm 0,14^{k,b,f,j}$	$366,11 \pm 0,42^a$
B3N12P4	$9,33 \pm 0,01^l$	$4,90 \pm 0,05^h$	$3,52 \pm 0,06^{j,c}$	$61,44 \pm 0,14^i$	$20,79 \pm 0,15^{l,c,f,j}$	$360,68 \pm 0,21^{k,g,h}$
B3N15P1	$7,32 \pm 0,03^a$	$3,83 \pm 0,15^{i,b}$	$3,79 \pm 0,04^{k,b}$	$63,74 \pm 0,11^j$	$21,30 \pm 0,07^{m,b}$	$374,34 \pm 0,49^{l,b,c,e,i}$
B3N17P3	$6,52 \pm 0,03^m$	$4,23 \pm 0,02^a$	$2,49 \pm 0,11^a$	$65,81 \pm 0,02^{k,b}$	$20,93 \pm 0,09^{n,f,g,j}$	$369,39 \pm 0,61^{m,d,f,j}$

Les teneurs avec des lettres identiques dans la même colonne sont statistiquement identiques (risque de 5 %).

En addition, une analyse en composantes principales a été effectuée. La représentation des différents cultivars dans un espace bidimensionnel est montrée par la figure 2. Celle-ci permet de visualiser les différences entre les cultivars étudiés dans un plan factoriel (F1-F2). Dans ce plan qui résume les différenciations à près de 78 %, certains cultivars tels que, B1N19P5 et B3N1P4 d'une part, et B3N12P4 d'autre part sont très isolés des autres. Le cercle de corrélation des variables

caractérisant les graines de niébé est présenté sur la figure 3. A l'analyse, la première composante (F1) est caractérisée par les paramètres tels que l'humidité, les glucides et valeur énergétique dont les coefficients sont supérieurs à 0,7 (en valeur absolue) tandis que la composante 2 (F2) est définie par les variables telles que les protéines et les matières grasses. L'analyse comparative des figures 2 et 3 a révélé que le cultivar B3N12P4 est caractérisé par son humidité ($9,33 \pm 0,01$ %) qui est la plus élevée de tous. En outre, les cultivars B1N19P5 et B3N1P4 sont caractérisés par leur teneur élevée en protéines d'une part et par leur faible teneur en matières grasses d'autre part.

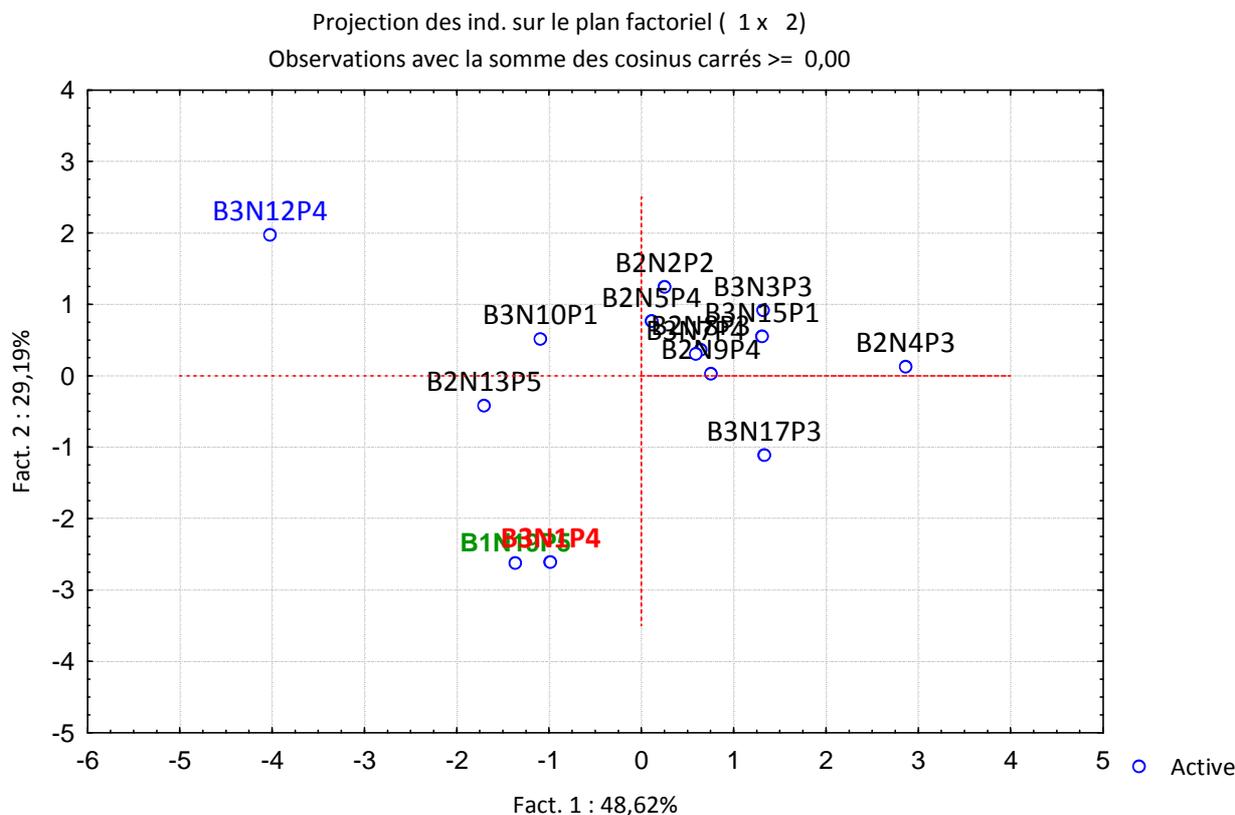


Fig. 2. Représentation des résultats de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les cultivars de niébé (plan factoriel F1 –F2)

4 DISCUSSION

La caractérisation physicochimique des échantillons de niébé a révélé que les graines possèdent une faible humidité ($7,61 \pm 0,77$ %). Ceci représente un véritable atout pour la conservation de ces graines sur une période relativement longue. En effet, une teneur en eau maximale de 9 % est idéale pour la conservation des graines séchées [14]. Des valeurs plus basses ($5,55 \pm 0,10$ %) obtenues sur un cultivar nigérian (*Kanando*) de niébé ont été rapportées [15]. En outre, les graines de niébé contiennent des cendres dont la valeur est plus élevée que celle de $2,6 \pm 0,05$ % obtenue sur une variété améliorée (cultivar BRS-Milênio) au Brésil [16]. La teneur en matières grasses (3,19 %) est relativement faible comme pour la plupart des légumineuses. Ces résultats confirment ceux de Khalid et al. [10] qui ont enregistré un taux de lipides de l'ordre de $2,1 \pm 0,1$ % dans une farine entière de niébé au Soudan. La richesse des échantillons analysés, en protéines ($21,22 \pm 0,69$ %) et en glucides ($63,82 \pm 1,12$ %) confirme bien le fait que le niébé est une légumineuse. Des teneurs en protéines plus élevées (25,79-29,25 %) ont été signalées [17]. Par ailleurs, la teneur élevée en glucides ainsi qu'en protéines indique clairement que la graine de niébé est un aliment énergétique. Ainsi, la valeur énergétique de l'ordre de $368,92 \pm 4,71$ kcal/100 g en est un indicateur. De plus, la consommation d'un kilogramme de graines permet de couvrir les besoins énergétiques journaliers d'un homme adulte qui s'élèvent à 3050 kcal [18]. La valeur énergétique enregistrée dans cette étude est plus élevée que celle de l'ordre de 323,4 kcal/100 g obtenue sur des graines d'une variété améliorée de niébé au Brésil [16]. Par ailleurs, des valeurs comprises entre 337 et 361 kcal/100 g de graines de niébé ont été rapportées [17].

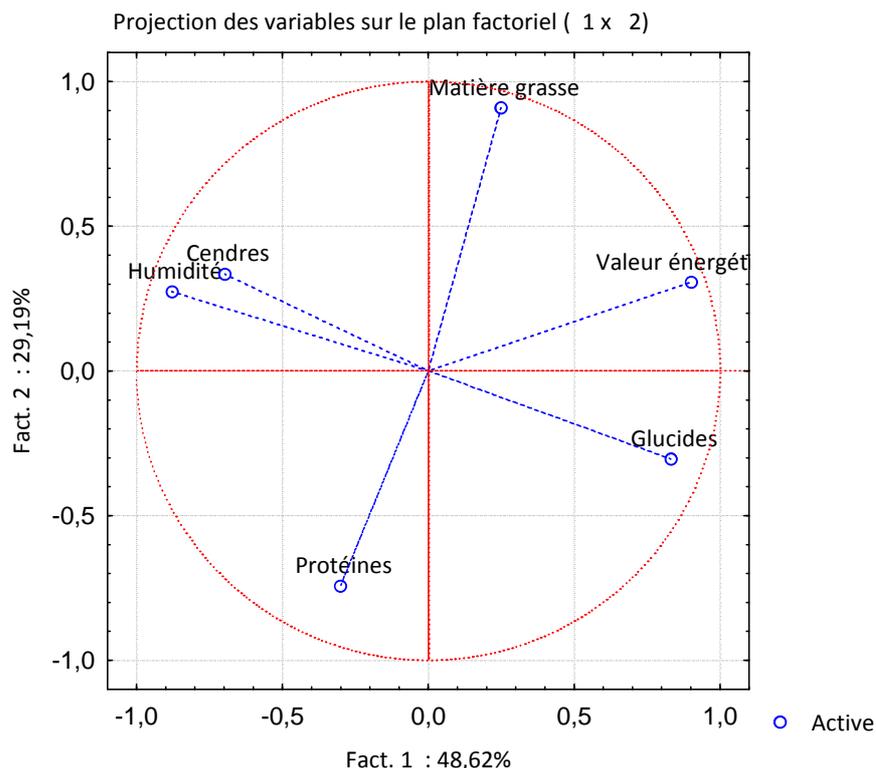


Fig. 3. Cercle de corrélation de variables

L'analyse de la matrice de corrélation a indiqué que les corrélations les plus significatives au seuil de 5 % valaient +0,60 et -0,79. La corrélation de 0,60 concerne la valeur énergétique et la teneur en matières grasses dont le coefficient de détermination est 0,36 ; ce qui signifie que l'élévation de la valeur énergétique est expliquée à 36 % par l'importance de matières grasses. Ce résultat met en exergue le rôle énergétique de la matière grasse qui a déjà été signalé [13]. Dans le cas de la corrélation négative de -0,79 entre l'humidité et la teneur en glucides totaux, le coefficient de détermination de 0,62 montre que l'élévation du taux de glucides est expliquée à 62 % par la faible teneur en eau des graines. Cette étude confirme bien que les graines de niébé sont riches en énergie.

En outre, au niveau des échantillons de ces graines, la teneur en matières grasses (CV=18,86 %) dont le coefficient de variation (CV) est supérieur à 15 %, varie significativement d'un échantillon à l'autre [19]. Ceci laisse supposer l'existence de différence entre les échantillons analysés. Ces différences ont été mises en évidence par l'analyse de classification hiérarchique. En effet, l'analyse réalisée sur les caractéristiques des graines des différents cultivars a permis de les regrouper sur la base de leur similarité. Ce regroupement des graines prenant en compte près de 82,43 % des différenciations entre les cultivars permet de distinguer trois classes assez composites. Cette typologie semble montrer l'influence de la variété culturale sur les caractéristiques physicochimiques des graines de niébé. En effet, les cultivars regroupés dans la classe 1 sont dominés par des graines de couleur blanche. En addition, une analyse de variance multidimensionnelle a été effectuée sur les paramètres physicochimiques des échantillons de graines de niébé aux fins d'apprécier l'effet de la variété culturale. Les résultats ont confirmé les effets significatifs ($p < 0,05$) de la variété sur l'ensemble des paramètres physicochimiques des graines.

L'analyse de variance a indiqué par ailleurs, que chacun des paramètres physicochimiques des graines variait significativement d'un cultivar à l'autre. Ces paramètres permettent donc de faire la différence entre les cultivars. Il s'agit de l'humidité, des cendres, des matières grasses, des glucides, des protéines et de la valeur énergétique des graines. Les différences de teneurs enregistrées au niveau des paramètres physicochimiques des graines issues de différents cultivars peuvent être dues aux conditions environnementales, aux pratiques culturales et au facteur génétique [17], [20]. De ce fait, les graines du cultivar B1N19P5 ont enregistré la teneur en protéines la plus élevée ($23,31 \pm 0,03$ %), suivi de celles du cultivar B3N1P4 ($22,11 \pm 0,07$ %). En général, une teneur élevée en protéines dans le niébé est souhaitable pour une meilleure nutrition [21]. Par conséquent, la teneur en protéines plus élevée du cultivar B1N19P5, donne à penser qu'il pourrait être une importante source de protéines pour les populations. Agbogidi [22] a affirmé que, le niébé est la source principale de

protéines pour les populations pauvres. Cette haute teneur est par ailleurs, une indication que son utilisation en alimentation humaine pourrait aider à réduire l'incidence ou la survenue de maladies nutritionnelles telles que le kwashiorkor [23].

En outre, cette forte teneur en protéines fait que le niébé est considéré comme un excellent supplément des céréales en Afrique sahélienne [3]. Les cultivars B1N19P5 principalement et B3N1P4 accessoirement peuvent être recommandés à cette fin. Le cultivar B1N19P5 possède des petites graines de couleur blanche avec un œil blanc pendant que B3N1P4 est un cultivar blanc-noir ayant de grosses graines. Hamid et al. [20], étudiant les caractéristiques de deux variétés de niébé, ont rapporté que les graines du cultivar noir étaient plus riches en protéines ($23,23 \pm 0,44$ %) que celles du cultivar rouge ($19,6 \pm 0,04$ %). Dans cette étude, le cultivar rouge (B3N3P3) a également enregistré la valeur la plus faible ($20,60 \pm 0,02$ %).

Les deux cultivars (B1N19P5 et B3N1P4) peuvent être aussi valorisés dans le domaine des farines composées. En effet, compte tenu du coût élevé de la farine de blé importée par les pays en développement, la substitution partielle du blé par des farines locales présente de nombreux avantages [24], [25]. De plus, des produits de boulangerie et de pâtisserie très appréciés par les consommateurs ont été obtenus en substituant le blé par une farine de légumineuse (Voandzou) dans des proportions comprises entre 0 et 20 % [26]. Le cultivar B1N19P5 présente un atout supplémentaire du fait de sa couleur blanche. En effet, la couleur est importante selon l'application industrielle, puisque toute pigmentation aurait un impact sur le produit final et donc son acceptation pourrait être affectée [20]. L'humidité ($9,33 \pm 0,01$ %) relativement élevée, enregistrée au niveau du cultivar B3N12P4, ne représente pas un véritable problème pour la conservation de ses graines sur une longue période. En effet, cette valeur est proche de celle de 9 % d'humidité recommandée [14]. Au niveau de la teneur en matières grasses, les cultivars B2N2P2, B3N15P1 et B2N5P4 ont enregistré les taux les plus élevés avec respectivement $4,01 \pm 0,16$ %, $3,79 \pm 0,04$ % et $3,65 \pm 0,06$ %. Ces valeurs sont supérieures à celle de l'ordre de $2,50 \pm 0,03$ % de lipides, obtenue dans une variété améliorée (*Nhyira*) au Ghana [23]. Le cultivar B3N12P4 a la teneur en cendres ($4,90 \pm 0,05$) la plus élevée. Cette valeur est proche de celle de l'ordre de 4,56 %, enregistrée dans une variété locale « *kpayo* » au Bénin [27]. Par ailleurs, la valeur énergétique la plus élevée ($375,84 \pm 0,78$ kcal/100 g) qui a été enregistrée au niveau du cultivar B2N4P3 est proche des $360,67 \pm 2,43$ kcal/100 g obtenue dans le cultivar *Akidi* au Nigéria [17]. Ce cultivar est tout aussi riche en énergie que les racines de manioc dont les valeurs énergétiques oscillent entre 385 et 388 kcal/100 g [28]. La teneur relativement élevée en cendres ($4,90 \pm 0,05$ %) du cultivar B3N12P4 représente un avantage, en ce sens qu'il pourrait être utilisé pour la fortification d'aliments traditionnels de base.

5 CONCLUSION

Les caractéristiques physicochimiques des graines de quatorze cultivars locaux de niébé ont été déterminées. Il ressort de cette étude que les graines sont des aliments énergétiques, riches en protéines et en glucides. Par contre, elles sont pauvres en cendres, en matières grasses et ont une faible humidité pouvant faciliter leur conservation sur une période relativement longue. Des différences ont été observées entre les paramètres physicochimiques des graines de cultivars analysés. Celles-ci sont certainement liées aux conditions environnementales, aux pratiques culturales et au facteur génétique. Les cultivars B1N19P5 principalement et B3N1P4 accessoirement, ayant enregistré les teneurs en protéines les plus élevées, peuvent être utilisés en alimentation pour combler les déficits en apport protéique des populations en proie aux maladies protéino-énergétiques dans les pays en voie de développement. Les graines de ces cultivars peuvent du fait de leur teneur élevée en protéines, être recommandées dans le domaine des farines composées en vue de la fabrication de produits de boulangerie, de biscuiterie et de pâtisserie.

NOMENCLATURE

B1N19P5 : cultivar blanc avec des petites graines et un œil blanc
B2N2P2 : cultivar blanc avec des grosses graines et un œil blanc
B2N4P3 : cultivar blanc-noir avec de petites graines
B2N5P4 : cultivar brun avec de grosses graines
B2N8P3 : cultivar rouge clair avec de petites graines
B2N9P4 : cultivar noir
B2N13P5 : cultivar blanc avec des graines moyennes et un œil noir
B3N1P4 : cultivar blanc-noir avec de grosses graines
B3N3P3 : cultivar rouge
B3N7P4 : cultivar rouge clair avec de grosses graines
B3N10P1 : cultivar brun avec de petites graines
B3N12P4 : cultivar blanc avec des graines moyennes et un œil blanc

B3N15P1 : cultivar blanc avec des grosses graines et un œil noir

B3N17P3 : cultivar blanc avec des petites graines et un œil noir

REFERENCES

- [1] C. J. Ndouyang, A. R. Ejoh, Aboubakar, B. Facho, Y.N. Njintang, B. A. Mohammadou, et C. M. Mbofung, "Propriétés physico-chimiques et fonctionnelles de *Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze, tubercule non conventionnel," *Revue de génie industriel*, 3, pp. 34-45, 2009.
- [2] Pasquet, S. R., et Baudoin, J. P., *Le niébé*, In : A. Charrier, M. Jacquot, S. Hamon, and D. Nicolas (Eds.), *L'amélioration des plantes tropicales*, Montpellier : CIRAD, ORSTOM, pp. 483-505, 1997.
- [3] A. Balla, et M. Baragé, "Influence de la variété, du temps de stockage et du taux de natron sur la cuisson des graines de niébé," *TROPICULTURA*, 24, 1, pp. 39-44, 2006.
- [4] Coulibaly, O. and Lowenberg-Deboer, J., *The economics of cowpea in west Africa*, In: C. A. Fatokun, S. A. Tarawali, B. B. Singh, P. M. Kormawa, and M. Tamo (Eds.), *Challenges and Opportunities for enhancing sustainable cowpea production*, Ibadan: IITA, pp. 354- 366, 2002.
- [5] F. P. M. N'gbesso, L. Fondio, K. B. E. Dibi, A. H. Djidji, et N. C. Kouamé, "Étude des composantes du rendement de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]," *Journal of Applied Biosciences*, 63, pp. 4754 – 4762, 2013.
- [6] FAOSTAT, Fao statistical production, 2014. [Online] Available: <http://www.faostat3.org>. (02/03/2016)
- [7] K. C. Kouakou, H. Roy-Macauley, M. C. Gueye, M. C. Otto, J. F. Rami, N. Cissé, et R. S. Pasquet, "Diversité génétique des variétés traditionnelles de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] au Sénégal : étude préliminaire," *Plant Genetic resources Newsletter*, 152, pp. 33-44, 2007.
- [8] D. Nadjiam, A. N. Doyam, et D. Bedingam, "Étude de la variabilité agromorphologique de quarante-cinq cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*, (L.)Walp.) de la zone soudanienne du Tchad," *Afrique SCIENCE*, 11, (3), pp. 138–151, 2015.
- [9] E. O. Afoakwa, S. Sefa-Dedeh, and E. Sakyi-Dawson, "Effects of cowpea fortification, dehydration method and storage time on some quality characteristics of maize-based traditional weaning foods," *AJFAND*, Vol. 4, (1), pp. 1-15, 2004.
- [10] I. I. Khalid, B. Elhardallou, and E. A. Elkhalifa, "Composition and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp) flour and protein isolates," *American Journal of food technology*, 7, (3), pp. 113-122, 2012.
- [11] Miche J. J., *Conservation des aliments, composition, qualité, biodisponibilité*, PUF, France, 1974.
- [12] BIPEA, *Bureau Inter Professionnel d'Études Analytiques. Recueil des méthodes d'analyses des Communautés Européennes*, BIPEA : Gennevillier, 1976.
- [13] FAO, *Food energy - methods of analysis and conversion factors*, Food and Agriculture Organization of United Nations: Rome, 2003.
- [14] Hayma J., *Le stockage des produits agricoles. Agrodok 31*, 4^e Edition. Digigrafi, Wageningen, The Netherlands, 2004.
- [15] A. S. Famata, S. Modu, H. M. Mida, L. Hajjagana, A. Y. Shettima, and A. Hadiza, "Chemical composition and mineral element content of two cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp) varieties as food supplement," *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*, Vol. 3, (4), pp. 93-96, 2013.
- [16] K. M. G. Frota, R. A. M. Soares, and J. A. G. Arêas, "Chemical composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), BRS-Milênio cultivar," *Ciênc. Tecnol. Aliment, Campinas*, 28, (2), pp. 470-476, 2008.
- [17] C. E. Chinma, I. C. Alemede, and I. G. Emelife, "Physicochemical and Functional Properties of Some Nigerian Cowpea Varieties," *Pakistan Journal of Nutrition*, 7, (1), pp. 186-190, 2008.
- [18] FAO, *Besoins d'énergie et de Protéines: rapport d'une consultation d'expert conjointe FAO/OMS/ONU*, Série des rapports techniques, N°724. Genève, OMS, 1985.
- [19] Feinberg M., *La validation des méthodes d'analyse : Approche Chimométrique de l'assurance qualité au laboratoire*, Ed. Masson, 1996.
- [20] S. Hamid, S. Muzzafar, I. A. Wani, and F. A. Masoodi, "Physicochemical and functional properties of two cowpea cultivars grown in temperate Indian climate," *Cogent Food & Agriculture*, 1: 1099418, 2015.
- [21] Lambot, C., *Industrial potential of cowpea*. In: C. A. Fatokun, S. A. Tarawali, B. B. Singh, P. M. Kormawa, and M. Tamo (Eds.), *Challenges and Opportunities for enhancing sustainable cowpea production*, Ibadan: IITA, pp: 367-375, 2002.
- [22] O. M. Agbogidi, "Response of six cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to spent engine oil," *African Journal of Food Science and Technology*, 1, (6), pp. 139-142, 2010.
- [23] F. Appiah, J. Y. Asibuo, and P. Kumah, "Physicochemical and functional properties of bean flours of three cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties in Ghana," *African Journal of Food Science*, Vol. 5, (2), pp. 100 – 104, 2011.
- [24] Touko, A. B., Egue, K., Goto, C. E, Sedzro, K., Tougnon, K., Amouzou, A., *Promotion du manioc par la diversification de ses formes d'utilisation*, In: G. Amani, C. Nindjin, B. N'zué, A. Tschannen, D. Aka (Eds), *Atelier International sur les Potentialités à la Transformation du Manioc en Afrique de l'Ouest*, Abidjan : FIDAfrique, pp. 120-122, 2007.

- [25] E. I. Ohimain, "The Prospects and Challenges of Cassava Inclusion in Wheat Bread Policy in Nigeria," *International Journal of Science, Technology and Society*, 2, (1), pp. 6-17, 2014.
- [26] S. K. Diallo, D. Soro, K. Y. Koné, N. E. Assidjo, K. B. Yao, and D. Gnakri, "Fortification et substitution de la farine de blé par la farine de Voandzou (*Vigna subterranea* L. verdc) dans la production des produits de boulangerie," *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 18, no. 2, pp. 434-443, 2015.
- [27] R. L. F. Houinsou, E. S. Adjou, D. E. Ahoussi, D. C. K. Sohounhloué, and M. M. Soumanou, "Caractéristiques biochimique et sensorielle du niébé (*Vigna unguiculata*) conservé au moyen des huiles essentielles extraites de plantes de la famille des Myrtaceae," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 9, no. 1, pp. 428-437, 2014.
- [28] A. C. Koko, K. B. Kouamé, Y. B. Anvoh, N. G. Amani, N. E. Assidjo, "Comparative study on physicochemical characteristics of cassava roots from three local cultivars in Côte d'Ivoire," *European Scientific Journal*, 10, (33), pp. 418-432, 2014.