

## Fiche technique 2

Graines de haricot sec (*Phaseolus lunatus*) consommées au Sud et Est de la Côte d'Ivoire :

Une alternative dans la lutte préventive des maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 et

[Dry seeds of (*Phaseolus lunatus*) consumed in the South-East of Côte d'Ivoire can thus contribute to the prevention of cardiovascular risks and obesity].

*Tchumou Messou*<sup>1</sup>, *Yapi Grégoire*<sup>1</sup> and *Wohi maniga*<sup>2</sup>

1

Department,

Laboratoire de Biochimie Alimentaire et Technologies des Produits Tropicaux, UFR des Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui-Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

\*Auteur correspondant : [tchumoumessou49@gmail.com](mailto:tchumoumessou49@gmail.com) ; Tel : (+225) 07 68 61 91 / 01 08 37 34

2

Department,

Université Alassane Ouattara de Bouaké / Centre Entomologique des maladies virologiques, Abidjan, Côte d'Ivoire

### Résumé

Les graines de Haricot *Phaseolus lunatus* (L) sont caractérisées à la fois par une forte densité énergétique et une forte densité nutritionnelle. Cet aliment apporte des fibres, des protéines, des hydrates de carbone, des vitamines du groupe B, du fer, du cuivre, du magnésium, du manganèse, du zinc et du phosphore et des

composés phénoliques. Au delà de la stricte couverture des besoins nutritionnels, les graines de légumineuses, notamment les légumes secs tel que le haricot *P. lunatus* (L.), présentent des atouts indéniables pour la santé. En raison de leur faible index glycémique, les légumes secs sont ainsi conseillés dans la prise en charge du diabète de type 2. De nombreuses études montrent en effet que l'ingestion de légumineuses atténue la réponse glycémique postprandiale, et que leur consommation régulière permet d'améliorer le control glycémique chez les patients diabétiques. L'effet hypocholestérolémiant des fibres solubles des graines de légumineuses est également clairement démontré, et leur consommation régulière peut ainsi participer à la prévention des risques cardio-vasculaires. Enfin, la consommation de légumineuses peut être bénéfique pour la gestion du poids corporel et la prévention de l'obésité.

**Mots-clés:** Graines de légumineuse, Nutrition, Santé

### **Abstract**

*Phaseolus lunatus* (L.) seeds are characterized by both high energy density and high nutrient density. They provide fibers, proteins, carbohydrates, vitamins B, iron, copper, magnesium, manganese, zinc, phosphorus and polyphenols. Beyond the strict coverage of nutritional requirements, legume seeds, especially pulses, have undeniable health benefits. Due to their low glycemic index, dry pulses are recommended for the management of type 2 diabetes. Many studies have shown that pulses intake reduces the postprandial glycemic response and that their regular consumption helps to improve glycemic control in diabetics. The cholesterol-lowering effect of pulses is also clearly demonstrated, and their regular consumption can thus contribute to the prevention of cardiovascular risks. Finally, legume consumption can be beneficial for body weight management and the prevention of obesity. Their inclusion in a diet without caloric restriction actually leads to a slight but significant weight loss.

**Keywords :** Legumine seeds, Nutrition, Health

### **Introduction**

L'alimentation est une composante déterminante dans la prévention primaire de nombreuses maladies chroniques associées au vieillissement comme les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2, les maladies neuro-dégénératives et certains cancers. Les maladies cardiovasculaires sont la première cause de mortalité et de morbidité dans le monde et d'après les projections de l'OMS, cette situation devrait perdurer dans les vingt prochaines années [1]. Il y a aujourd'hui beaucoup plus de personnes atteintes de maladies cardio-vasculaires, de cancers ou de diabète de type 2 dans les pays en développement que dans les pays développés. Le nombre de personnes atteintes de diabète ne cesse de croître de façon très alarmante. En 2005, 35 millions de personnes sont décédées de maladies chroniques. Ces décès qui représentent 60% de l'ensemble des décès enregistrés dans le monde surviennent dans 80 % des cas, dans les pays à revenus faibles et intermédiaires [2]. Ce nombre est passé à 366 millions de diabétiques en 2010 et 552 millions sont attendus en 2030 [3] [Whiting, 2011].

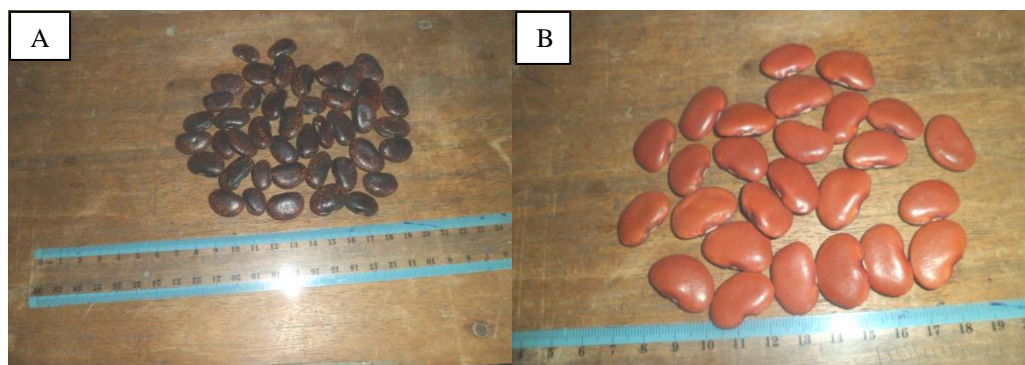
En Côte d'Ivoire, l'enquête STEPS de 2005 montre une exposition massive et continue des populations aux facteurs de risque commun aux Maladies Non Transmissibles; ce qui laisse craindre une épidémie de ces affections dans les années à venir.

Dans ce contexte, un défi majeur pour la recherche est d'identifier les modes alimentaires, aliments, nutriments, micronutriments ou autres microconstituants susceptibles de prévenir ou retarder les dysfonctionnements vasculaires précoces. La consommation élevée de fruits et légumes à montrer ces preuves épidémiologiques et cliniques pour la santé, notamment cardiovasculaire [4] (Wang *et al.*, 2014s). Les fruits et légumes présentent plusieurs intérêts, faible densité énergétique, apport de fibres, minéraux et vitamines, mais sont aussi sources d'une grande variété de composés bioactifs appelés phytomicronutriments. Les légumineuses à graines, notamment les légumes secs tel que *P. lunatus* est une espèce de haricot qui appartient à la famille des Fabaceae et au genre *Phaseolus*. Ses graines constituent une importante source de protéines (21-26 %) et de glucides (55-64 %), de fibres (3,2-6,8 %), de lipides (1-2,3 %) et des minéraux tels que le potassium, le zinc, le calcium, de fer avec de faibles quantités de sodium et de phosphore [5]. Elles sont riches en vitamines B tels que la niacine, la thiamine et la riboflavine [6]. Elles sont utilisées dans de nombreuses préparations comme compléments alimentaires avec les céréales telles que le riz, le maïs, le sorgho ou avec la banane plantain. *P. lunatus* est cultivée en association avec les tubercules, la banane plantain et les légumes dans la zone forestière mais aussi avec le sorgho et le millet en zone de savane [7]. Selon [8], la consommation élevée des graines de *P. lunatus* réduit le risque de développer le diabète, l'hypertension et l'hypercholestérolémie. Elles contiennent deux à trois fois plus de protéines que les céréales [9]. De plus, elles sont particulièrement riches en acides aminés essentiels tels que la lysine [10]. Ce type de recherche est crucial pour affiner et optimiser les recommandations nutritionnelles et pour fournir les bases scientifiques nécessaires au développement de nouveaux aliments fonctionnels susceptibles de prévenir ou limiter la progression des maladies cardiovasculaires (MCV).

## 1-Matériel et Méthodes

### 1-1-Matériel

Le matériel biologique utilisé pour cette étude est constitué de trois cultivars de *Phaseolus lunatus* collectés au cours des pré-enquêtes menées dans les villages d'Assoumoukro (M'batto) et N'guessankro (Bongouanou) dans la région du Moronou sur la base des couleurs des graines (noir, blanc et rouge).





**Photographies :** Cultivars de *Phaseolus lunatus* (A: noir) ; (B: rouge) et (C: blanc)

## 1-2-Méthodes

### 1-2-1-Détermination du taux de fibres

La teneur en fibres brutes des graines de *Phaseolus lunatus* a été déterminée selon la méthode [11]. Deux (2) grammes de farine (PE) ont été pesés et dissouts dans 50 mL d'acide sulfurique (0,25 N) et portés à ébullition pendant 30 min sous réfrigérant à reflux. Ensuite, 50 mL de soude (0,31N) ont été ajoutés au contenu et le tout a été porté à ébullition pendant 30 min. Le mélange a été filtré sur du papier Whatman N °3 et le résidu a été lavé plusieurs fois à l'eau chaude jusqu'à élimination complète des alcalis. Le résidu a été séché à l'étuve à 105 °C pendant 8 h puis peser (P1) après refroidissement dans un dessiccateur. Le résidu de poids (P1) a été incinéré au four à 550 °C pendant 3 h puis les cendres obtenues (P2) ont été pesées après refroidissement au dessiccateur. Le taux de fibres a été exprimé en pourcentage de matière sèche.

$$\text{Fibres (\%)} = \frac{P1-P2}{PE} \times 100$$

PE : poids de l'échantillon

P1 : poids du résidu séchage à l'étuve

P2 : poids du creuset après calcination

### 1-2-2-Taux de lipides des graines de *Phaseolus lunatus*

Les lipides totaux des graines de haricot ont été extraits selon la méthode de soxhlet [12]. Dix (10) grammes de farine ont été pesés et introduits dans une cartouche de WHATMAN préalablement tarée. Un volume de 200 mL de solvant (hexane) a été déposé dans un ballon d'extraction préalablement pesé à vide. Le ballon contenant le solvant de masse (M<sub>1</sub>g) a été déposé sur la calotte (110 °C) pendant 8 h. Après ce temps d'extraction, le ballon a été retiré de l'appareil de soxhlet et mis à l'étuve à 130 °C pendant 1 h pour l'évaporation totale du solvant. L'évaporation terminée, le ballon a été repesé (M<sub>2</sub>g). Le taux de lipides (TL) a été déterminé à partir de l'équation et exprimé en pourcentage de matière sèche:

$$TL(\%) = \frac{(M_2 - M_1) \times 100}{PE}$$

M<sub>1</sub>g : masse du ballon vide

M<sub>2</sub>g : masse du ballon + matière grasse

PE : Poids de l'échantillon

### 1-2-3-Dosage des protéines

Le dosage de la teneur en protéines des graines de *P. lunatus* a été réalisé selon la méthode de [12]. Un gramme de farine a été chauffé à 400 °C pendant 2 h en présence d'une pincée du mélange de catalyseur (Sélénium + sulfate de potassium (K<sub>2</sub>) et 20 mL d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 97 % (v/v). Le minéralisât obtenu a été complété à 100 mL avec de l'eau distillée. Dix (10) millilitres du mélange ont été prélevés auquel est ajouté 10 mL de soude (40 %, p/v) avant d'être porté à ébullition dans un distillateur de type LEGALLAIS. L'ammoniac qui s'est dégagé a été piégé dans un vase doseur contenant 10 mL du mélange acido-basique (4 %, p/v) indicateur mixte (Rouge de méthyle + vert de bromocrésol) à pH 4,4-5,8. Le dosage a été réalisé par une solution décimolaire d'acide sulfurique et la quantité exprimée en pourcentage de matière sèche.

$$N(\%) = \frac{(V_e - V_o) \times N_{H_2SO_4} \times 14,007 \times 100}{PE}$$

Avec:

VE= volume d'acide sulfurique versé ;

Vo= volume du témoin;

N(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) : Normalité de l'acide sulfurique versé (0,1N) ;

PE : Prise d'essai ;

14,007 : Masse atomique de l'azote.

La teneur en protéines a été obtenue par la relation suivante par [13].

$$\text{Teneur en protéines}(\%) = \text{Taux d'azote (N)} \times 6,25 \quad (10)$$

### 1-2-4-Détermination du taux de glucides et de la valeur énergétique

Le taux de glucides et la valeur énergétique ont été déterminés selon la méthode préconisée par la [14] :

1 g de glucide fournit 3,57 Kcal;

1 g de protéine fournit 2,44 Kcal;

1 g de lipide fournit 8,37 Kcal ;

E (Kcal/100 g de matière sèche) = 2,44 X % Protéines + 3,57 X % Glucides totaux + 8,37

X % Lipides (14)

### 1-2-5-Dosage des minéraux (Ca et le Fer)

Les éléments minéraux des graines de *Phaseolus lunatus* ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique selon la méthode de digestion de [12] utilisant les acides forts. Un échantillon de cendres (0,5 g) a été dissout dans 31 mL d'un mélange constitué d'acide perchlorique (11,80 mol/L), d'acide nitrique (14,44 mol/L) et d'acide sulfurique (18,01 mol/L). Le mélange bien agité sous la hotte a été chauffé sur une plaque chauffante jusqu'à l'apparition de fumées blanches épaisses. Après ce traitement thermique, le milieu réactionnel a été refroidi sur la paillasse pendant 10 min puis dilué dans 50 mL d'eau distillée. Il a été porté de nouveau à ébullition pendant 30 min à l'aide de la même plaque chauffante puis refroidi à nouveau dans les mêmes conditions. Le mélange a été ensuite filtré sur le papier filtre WHATMAN N °42. Le filtrat ainsi obtenu a été complété au trait de jauge de la fiole avec de l'eau distillée. Le taux de matière minérale a été déterminé au spectrophotomètre atomique à flamme de marque VARIAN AA.20 à une longueur d'onde spécifique par comparaison aux solutions étalons (mg/100 g de matière sèche).

### 1-2-6-Détermination de la teneur en vitamines B (B1, B2, B3, B6 et B9)

La teneur en vitamines B des graines de *Phaseolus lunatus* a été déterminée selon la méthode de [15]. Une masse d'un gramme de farine a été dissout dans 0,1mL de HCl à la température ambiante. Le mélange homogénéisé est centrifugé à 3000trs/min pendant 25 min à 0 °C dans une centrifugeuse réfrigérée. Le surnageant est recueilli et filtré sur du papier Whatman N °3 puis à travers un filtre millipore 0,45 µm (Sartorius, AG, Goettingen, germany). Les échantillons ainsi traités sont conservés à -20 °C pour analyse. La phase mobile est composée de 50 mL de  $MK_2HPO_4$  et de MeOH (70:30). Dix (10) microlitres de l'échantillon/standard est injecté dans un moniteur UV 254 nm. Les standards sont filtrés et injectés séparément. Tous les étalons ont été préparés à partir des poudres pures des substances de références primaires. L'analyse qualitative au niveau des différents échantillons a été obtenue par comparaison du temps de rétention des composés élués aux temps de rétention des solutions de références. Les concentrations ont été obtenues à partir de la moyenne des surfaces des pics des solutions de références. Les analyses sont effectuées au triple et la concentration de l'échantillon a été exprimée en µg/100 g de matière sèche.

$$CE (\mu\text{g}/100 \text{ g}) = \frac{\text{Aire E X CT}}{\text{Aire T}}$$

CE : concentration de l'échantillon

Aire T : surface du pic du témoin

Aire E : surface du pic de l'échantillon

CT : centration du témoin

### 1-3-Détermination des composés phytochimiques et le pouvoir antioxydant des graines de *Phaseolus lunatus*

#### 1-3-1-Dosage des phénols totaux

Les polyphénols totaux des graines de *Phaseolus lunatus* ont été dosés selon la méthode décrite par [16]. Un millilitre d'extrait méthanolique est introduit dans un tube à essai. Au contenu du tube est ajouté 1 mL de réactif de Folin-Ciocalteu. L'ensemble est laissé au repos pendant 3 min, puis 1 mL de solution de carbonate de sodium 20 % (v/v) y est ajouté. Le contenu du tube est complété à 10 mL avec de l'eau distillée et le tout est placé à l'obscurité pendant 30 min. L'absorbance est lue à 725 nm. Le blanc est préparé pour chaque tube à essai, en remplaçant le réactif de Folin-Ciocalteu par le méthanol 70 % (v/v). Une gamme étalon est établie à partir d'une solution mère d'acide gallique (1 mg/mL) dans les mêmes conditions que l'essai permet de déterminer la quantité de phénols dans l'échantillon exprimée en mg/100 mg de matière sèche.

$$\text{Polyphenols totaux} \left( \frac{\text{mg}}{100 \text{ g}} \right) = \frac{DO_{725} \times 5 \times 10^3}{5,04 \times m_e}$$

(Droite d'étalonnage : = 5,04\*masse d'acide gallique en mg) ;  
me = masse de l'échantillon (g)

### 1-3-2-Détermination des flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes a été fait selon la méthode décrite par [17]. Les flavonoïdes réagissent avec le chlorure d'aluminium en présence d'acétate de sodium pour donner un complexe de couleur jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans le milieu. Un volume de 0,5 mL d'extrait méthanolique est introduit dans un tube à essai. Au contenu, sont ajoutés successivement 0,5 mL d'eau distillée ; 0,5 mL de chlorure d'aluminium (10 %, p/v) ; 0,5 mL d'acétate de sodium (1 M) et 2 mL d'eau distillée. Le blanc est préparé pour chaque échantillon, en ajoutant 0,5 mL d'eau distillée dans les tubes à essai sans le chlorure d'aluminium. Les tubes ont été laissés au repos pendant 20 min à l'obscurité et l'absorbance a été lue au spectrophotomètre à 415 nm contre un blanc. Une gamme étalon est établie à partir d'une solution de quercétine à 0,1 mg/mL dans les mêmes conditions que l'essai pour la quantification de flavonoïdes de l'échantillon.

$$\text{Flavonoïdes} \left( \frac{\text{mg}}{100 \text{ g}} \right) = \frac{DO_{415} \times 2 \times 10^3}{18,12 \times m_e}$$

(Droite d'étalonnage : = 18,12\*masse de quercétine en mg) ;  
me = masse de l'échantillon (g)

### 1-3-3-Détermination des caroténoïdes

La teneur en caroténoïdes est déterminée selon la méthode décrite par [18]. Deux (2) grammes de farine sont délayées dans 50 mL d'acétone. Le mélange obtenu est filtré et le résidu est repris avec deux fois 50 mL d'acétone jusqu'à décoloration complète. Au filtrat obtenu est ajouté 100 mL d'éther de pétrole dans une ampoule à décanter. La phase étherée est lavée avec de l'eau distillée puis séchée avec le sulfate de sodium. La densité optique est lue à 450 nm contre l'éther de pétrole. Une gamme étalon est établie dans les mêmes conditions que l'essai à partir d'une solution de  $\beta$ -carotène (1mg/mL) afin de déterminer la quantité de caroténoïdes de l'échantillon.



### 1-3-4-Détermination de l'activité antioxydante

L'activité anti-oxydante est déterminée selon la méthode décrite par [19]. Deux virgule cinq (2,5) millilitres d'extraits méthanolique est introduit dans un tube à essai. Au contenu du tube est ajouté 1 mL de solution de DDPH. Le tube est placé à l'obscurité pendant 30 min et la densité optique est lue à 415 nm contre un blanc. Le blanc est préparé pour chaque échantillon, en remplaçant le réactif de DDPH (3 mM dans du méthanol) avec de l'eau distillée. Un tube contrôle est réalisé et l'absorbance est lue dans les mêmes conditions que l'essai.

$$A.A (\%) = \frac{[DOTC - (DOTE - DOTB)] \times 100}{DOTC}$$

A.A= Activité antioxydante

DOTC= Absorbance du tube contrôle (1mL de DDPH + 2,5 mL de méthanol 70 %)

DOTE= Absorbance du tube à essai (1mL de DDPH + 2,5 mL d'extrait phénolique)

DOTB= Absorbance du tube blanc ou témoin (1mL de méthanol 70 % + 2,5 mL d'extrait méthanolique).

### 2-Analyses statistiques des données

L'exploitation des résultats concernant les paramètres physico-chimiques, nutritionnels et phytochimiques au sein de chaque cultivar et entre les différents cultivars a été effectuée à l'aide du logiciel statistica 7.1 (StatSoft Inc). Les analyses de variance à deux facteurs (ANOVA) ont permis de comparer les paramètres mesurées. La réalisation de l'ANOVA et l'égalité des variances a d'abord été vérifié à travers le test de Levene. Lorsqu'une différence significative est observée entre les modalités de chaque paramètre, l'ANOVA a été complétée par des comparaisons multiples en effectuant le test de Newman Keul. Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5%.

### 3-Résultats

#### 3-1-Vitamines B des graines de *Phaseolus lunatus*

La composition en thiamine (B1), riboflavine (B2), pyridoxine (B6) et folate (B9) des graines des trois cultivars de *P. lunatus* est présentée dans le (Tableau I): La teneur en thiamine (B1) varie de 210,80 ±1,11 µg/100 g de matière sèche (cultivar blanc); de 230,5±0,82 µg/100 g de matière sèche (cultivar rouge) et de 239,97 ± 0,77 µg/100 g de matière sèche (cultivar noir). La teneur en vitamine B2 varie de 189,90± 0,84 µg/100g de matière sèche (cultivar blanc); de 280,00 ± 0,90 µg/100 g de matière sèche (cultivar rouge) et de 420,25 ± 0,50 µg/100 g de matière sèche (cultivar noir). Les graines du cultivar rouge contiennent la plus forte concentration en vitamine B6 par rapport aux graines des cultivars blanc et noir. La forte concentration en vitamine B9 a été obtenue dans les graines du cultivar noir (600 ± 1,09 µg/100 g de matière sèche) et cela au stade 4 (52 jours) de maturité. Les graines du cultivar noir sont riches en vitamines B1, B2, B6 et B9.

**Tableau I:** Concentrations en vitamines B (B1, B2, B3, B6 et B9) des graines de *P. lunatus* (µg/100 g de matière sèche)

	B1	B2	B6	B9
--	----	----	----	----



<b>VB</b>	210,8±1,11d	189,9± 0,84i	1500± 2,16h	499,37±0,56b
<b>VR</b>	230,05±0,82b	280± 0,90e	1679,72±0,98c	577,53±0,81a
<b>VN</b>	239,97±0,77a	420,25±0,50a	2000± 1,32g	600±1,09a

Moyenne ± écart type, n=3 ; dans les colonnes, les moyennes affectées de lettres différentes indiquent une différence significative au seuil de (P< 0,05) **VB**= Cultivar blanc **VR**=Cultivar rouge **VN**= Cultivar noir

### 3-2-Composition nutritionnelle des graines de *Phaseolus lunatus*

La valeur énergétique est plus élevée dans les graines du cultivar rouge. Elle est de 311,25 ± 0,33 Kcal/100 g de matière sèche. La valeur énergétique la plus faible qui est de 300,79 ± 0,59 Kcal/100 g de matière sèche a été obtenue dans les graines du cultivar blanc.

Le taux de protéines est plus élevé dans les graines du cultivar blanc que celles des cultivars noir et rouge. Sa teneur est de 25,06 ± 0,13 g/100 g de matière sèche. Les teneurs en lipides des graines des cultivars blanc, rouge varie respectivement de 1,4± 0,01 à 2,16 ± 0,08 g/100 g de matière sèche. Le cultivar rouge est plus riche en lipides avec une teneur de 2,16 ± 0,08. Les teneurs en fibres brutes des graines des trois cultivars varient respectivement de 5,13± 0,07 g/100 g à 4,93± 0,08 g/100 g de matière sèche dans les graines des cultivars blanc, rouge et noir. Les graines du cultivar rouge sont riches en fibres. La teneur en glucide est de 64,16± 0,09 g/100 g de matière sèche pour le cultivar blanc ; 69,63± 0,48 g/100 g de matière sèche pour le cultivar rouge et de 67,95 ± 0,28 g/100 g de matière sèche pour le cultivar noir. Les graines du cultivar rouge renferment plus de glucides que les cultivars noir et blanc. Les graines du cultivar rouge contiennent plus de fer que les graines des cultivars blanc et noir. Sa teneur est de 12,56 ± 0,28 mg/100 g de matière sèche. Les graines du cultivar rouge sont riches en calcium que les cultivars blanc et noir (**Tableau II**).

**Tableau II** : Composition biochimique des graines (g/100 g ms) et minérale (mg/100 g ms) des graines des trois *P. lunatus*

	Energie	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Fer	Calcium
<b>VB</b>	300,79±0,59b	25,06± 0,13a	1,4± 0,01d	64,16± 0,09c	5,13 ± 0,07ba	10,33±0,17bd	340,5±0,51e
<b>VR</b>	311,25±0,33dc	20,06± 0,20h	1,6± 0,01c	69,63± 0,48a	4,62± 0,04b	12,56±0,28a	359,32±0,89i
<b>VN</b>	310,02±0,68dc	21,21± 0,18h	2,16± 0,08a	67,95± 0,28b	4,93± 0,08b	9,49± 0,27bc	301,03±1,00f

Moyenne ± écart type, n=3 ; dans les colonnes, les moyennes affectées de lettres différentes indiquent une différence significative au seuil de (P< 0,05) **VB**= Cultivar blanc **VR**=Cultivar rouge **VN**= Cultivar noir

### 3-3-Polyphénols totaux et activité antioxydante des graines de *Phaseolus lunatus*

Les graines des trois cultivars de *Phaseolus lunatus* (L.) contiennent une moyenne de 789,95 mg/100g de polyphenols totaux avec un taux élevé dans les graines du cultivar blanc qui est 860 ± 0,85 mg/100 g de matière sèche) **Tableau III**. Les graines du cultivar noir contiennent une forte concentration de flavonoïdes qui est 13,62

$\pm 0,50$  mg/100 g de matière sèche par rapport aux graines des cultivars blanc et rouge. Les teneurs en caroténoïdes des graines des cultivars *P. lunatus* varient de  $8,43 \pm 0,21$  à  $17,83 \pm 0,22$  mg/100 g de matière sèche. La plus forte teneur en caroténoïdes est observée chez le cultivar noir ( $17,83 \pm 0,22$  mg/100 g de matière sèche).

L'activité antioxydante augmente dans les graines des trois cultivars. Les concentrations varient de 81,72 à 95,30 % de pourcentage d'inhibition dans l'ensemble chez tous les cultivars. L'activité antioxydante est plus élevée dans les graines du cultivar.

**Tableau III** : Composés phytochimiques (mg/100 g ms) et (AA) Activité Antioxydante (%) des graines des trois *P. lunatus*

	Polyphénols totaux	Flavonoïdes	Caroténoïdes	AA(%)
<b>VB</b>	860,1 $\pm$ 0,85f	8,74 $\pm$ 0,14c	8,43 $\pm$ 0,21g	84,86
<b>VR</b>	803,9 $\pm$ 0,90g	10,28 $\pm$ 0,03d	16,21 $\pm$ 0,16b	85,66
<b>VN</b>	705,85 $\pm$ 0,95k	13,62 $\pm$ 0,50a	17,83 $\pm$ 0,22a	95,3

Moyenne  $\pm$  écart type, n=3 ; dans les colonnes, les moyennes affectées de lettres différentes indiquent une différence significative au seuil de (P< 0,05). **VB**= Cultivar blanc **VR**=Cultivar rouge **VN**= Cultivar noir

#### 4-Discussion

Beaucoup d'études scientifiques rapportent les avantages pour la santé de consommer un régime végétal et d'augmenter l'apport alimentaire de légumineuses. Les individus consommant des quantités élevées de fruits, de légumes, de grains et graines entières, de légumineuses présentent généralement un plus faible risque de développer une maladie cardiaque, de l'hypertension artérielle, un accident vasculaire cérébral ou un diabète de type 2. L'étude de haricot *Phaseolus lunatus* (L.) a montré que les graines de cette légumineuse sont riches en vitamines B, composés nutritionnels et composés phytochimiques.

Les vitamines B solubles sont nécessaires au métabolisme cellulaire, spécialement dans le métabolisme des glucides. Selon la [20], le taux de vitamine B6 (pyridoxine) dans l'alimentation humaine est de 1,3 mg/jour ou 1300  $\mu$ g/jour de matière sèche. Les graines des trois cultivars de *P. lunatus* contiennent un taux élevé de Pyridoxine (B6), donc elles peuvent être recommandées dans l'alimentation des adultes parce que la quantité de Pyridoxine (B6) est supérieure au taux recommandé par la [20]. Une carence en vitamines B peut engendrer des troubles métaboliques, se manifestant par des symptômes plus ou moins caractéristiques (la pellagre et le béri-béri). Les graines de *Phaseolus lunatus* peuvent constituer dès lors une bonne source de folates (B9) afin

d'éviter l'anémie mégalo-blastique au sein de populations sous-alimentées ou malnutries, principalement en Afrique et dans certains pays asiatiques

La consommation des graines de *P. lunatus* riches en polyphénols peuvent protéger les cellules humaines contre l'oxydation évitant ainsi leur destruction prématurée et les rides corporels [21]. L'utilisation de ces graines dans les recettes alimentaires est à encourager. Il est intéressant de noter que les flavonoïdes des graines des trois cultivars de *P. lunatus* sont capables d'inhiber et/ou de réduire la production d'espèces oxygénées réactives (ROS) par les neutrophiles [22]. L'activité antioxydante des graines de *P. lunatus* est forte dans les graines du cultivar noir. Elles peuvent posséder des propriétés anti-inflammatoires ([23] ; [24]) et capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire

Le taux de carbohydrates contenu dans les graines de *P. lunatus* peut constituer une bonne source de calories pour lutter contre le marasme et peut entrer dans l'alimentation infantile [25]. Les protéines végétales des cultivars de *P. lunatus* constituent une alternative de source protéique dans l'alimentation humaine. Ses protéines peuvent intervenir dans l'élaboration et l'entretien des tissus vivants avec pour rôle principal la constitution des enzymes qui réalisent toutes les activités métaboliques de l'organisme. Ces protéines peuvent assurer également la défense de l'organisme (anticorps) et ont un rôle contractile (myosine, actine). Les protéines ont pour rôle, le remplacement de cellules mortes chez les adultes, une bonne croissance des nourrissons et des enfants, un bon développement du fœtus chez les femmes enceintes et une bonne sécrétion du lait maternel pendant l'allaitement [26]. Les graines de *Phaseolus lunatus* contenant de fortes concentrations en fer peuvent jouer le rôle de transporteur d'oxygène aux tissus au niveau de l'hémoglobine. Le potassium règle la teneur en eau de l'organisme et contribue, avec le sodium, au maintien de l'équilibre acido-basique. Il active certains systèmes enzymatiques, nécessaires à la synthèse des protéines, au stockage du glycogène, à l'excitabilité des fibres nerveuses et aux articulations musculaires. Les légumineuses ont des teneurs naturellement faibles en acides gras saturés, et parce qu'elles sont des aliments végétaux, elles sont également exemptes de cholestérol. Ces végétaux ont également un faible indice glycémique, généralement compris entre 10 et 40. Les graines de légumineuses constituent également une source importante de fibres, de vitamines du groupe B (notamment de folates), ainsi que de minéraux (fer, zinc, calcium ...). La digestibilité des protéines végétale est souvent considérée inférieure à celle des produits animaux. Cette plus faible digestibilité est attribuée à la structure de la graine qui protège les protéines de l'attaque des enzymes digestives, et à la présence de composés qui bloque l'activité protéolytique de ces enzymes (facteurs antitrypsiques, tannins, ...). La cuisson entraîne une fragilisation de la structure de la graine, et une inactivation des inhibiteurs de protéase, améliorant ainsi la digestibilité des protéines. La fermentation des graines avant cuisson permet également de réduire sensiblement l'activité de ces enzymes.

## Conclusion

Une alimentation riche en produits végétaux et spécifiquement les graines de *Phaseolus lunatus* est importante pour une bonne santé. La particularité des graines de *P. lunatus* est d'être des sources riches et exclusives d'une grande diversité de composés nutritifs, micro-nutriments ou-constituants actifs qui participent à la santé de l'homme. Si les phytomicronutriments ne sont pas essentiels pour la croissance et le développement

des grandes fonctions de l'organisme, ils pourraient jouer un rôle déterminant dans le maintien de la santé ou de la réduction du risque de maladie à l'âge adulte et au cours du vieillissement.

## Références

- [1] -**Mathers C.D., Loncar D.**, . Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med.* 3, e442, **2006**.
- [2] **Organisation Mondiale de la Santé**, Prévention des maladies chroniques, un investissement vital
- [4] -**Wang X., Ouyang Y., Liu J., Zhu M., Zhao G., Bao W., Hu F.B.**, . Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ.* 349, g 4490, **2014**.
- [5]-**Kizito Iheanacho.M.E** , . Comparative studies of the nutritional composition of soybean (*Glycine max*) and Lima bean (*Phaseolus lunatus*). *Scientia Africana*, **9**:29-35, **2010**.
- [6]-**Sathe S.K. & Salunkhe D.K.**, . Technology of removal of unwanted components of dry bean. *CRC Cri Rev Food Science Nutrition*, **21**:263-268, **1984**.
- [7]-**Ezeagu E.I. & Ibegbu M.D.**, . Biochemical composition and nutritional potential of ukpa: a variety of tropical Lima beans (*Phaseolus lunatus*) from Nigeria. *Polish Journal Food Nutrition Sciences*, **60** (3): 231-235, **2010**.
- [8] -**Gardner C.D.I., Chatterjee C., Rigby A., Spiller G. & Farquhar J.W.**,. Effects of a plant- based diet on plasma lipids in hypercholesterolemic Adults. *Annals International Med*, **142**: 725-1155, **2005**.
- [9]-**Soltner D.** ,. Les bases de la reproduction végétale. Sol, climat, plante.Ed. Lavoisier, 464 p, **1990**.
- [10]-**Andriamamonjy N. (2000)**. Valeur nutritionnelle des graines sèches de 7 variétés de haricot et de 2 variétés d'Ambérie (Mémoire de DEA de Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et à la nutrition). Faculté des sciences : Université d'Antananarivo, 53p, **2000**.
- [11] -**AOAC.**, . Official Method of Analysis. Association of Agricultural Chemist Washington D.C 34 p, **1995**.
- [12] -**AOAC.**, . Official Methods of Analysis Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, **1990**.
- [13]-**Glowa W.**, . Zirconium dioxide, a new catalyst in the Kjeldahl method for total N determination. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, **57**: 1228-1230, **1974**.
- [14] -**FAO.**, . Food energy-methods of analysis and conservation factors. FAO Ed, Rome, 97pp, **2002**.
- [15] -**Fatima Ismail., Farah N., Talpur. & Memon A.N.**, . Determination of Water Soluble Vitaminin Fruits and Vegetables Marketed in Sindh Pakistan. *Pakistan Journal Nutrition*, **12** :197-199, **2013**.
- [16]-**Singleton V.L., Orthofer R. & Lamuela-Raventos R.M.**, . Analysis of total phenols and other antioxydants by means of Folhin-cioalceu reagent. *Methods Enzymology*, **299**: 152-178, **1999**.
- [17] -**Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J. & Nacoulma O.G.**,. Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honeys as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, **91**: 571-577, **2005**.
- [18] -**Rodriguez-Amaya D.B. (2001)**. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods.ILSI Press, Washington DC, USA.

[19]-**Choi C. W., Kim S. C., Hwang S. S., Choi B. K., Ahn H. J., Lee M. Z., Park S. H. & Kim S. K.**, . Antioxydant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plant and flavonoids by assay guided comparasion. *Plant Science*, **163**: 1161-1168, **2002**.

[20]-**FAO/WHO.**,. Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok,Thailand. World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome (Accessed 2010.07.04), **2002**.

**Gockowski J., Mbazo'o J., Mbah G. & T.F Moulende.**, . African traditional leafy vegetables and urban and peri-urban poor. *Food Policy*, **28**: 221-235, **2003**.

[21] -**Oomah B. D., Cardador-Martinez A. & Loarca-Pina G.**, . Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **85**: 935-942, **2005**.

[22] -**Limasset B., Le Doucen C., Dore J.-C., Ojasoo T., Damon M. & Crastes de Paulet A.**, . Effects of flavonoids on the release of reactive oxygen species by stimulated human neutrophils. Multivariate analysis of structure-activity relationships (SAR). *Biochemical Pharmacological*, **46**: 1257-1271, **1993**.

**Da Silva E.J.A., Oliveira A.B., Lapa A.J.**, . Pharmacological evaluation of the anti-inflammatory activity of a citrus bioflavonoid, hesperidin, and the isoflavonoids, dauricin and dauriquinone, in rats and mice. *Journal Pharm Pharmacological*, **46**(2): 118-220, **1994**.

Read, M. A.,. Flavonoids: naturally occurring anti-inflammatory agents Vascular. *Am. Journal. Pathological*, **147**(2) : 235-7, **1995**.

[25] -**Vadivel V. & Janardhanan K.**, . Chemical composition of the underutilized legume *Cassia hirsuta* L. *Plant Foods Human Nutrition*, **55**: 369-381, **2000**.

[26]-**Bravo L., Siddhuraju P. & Sauvo-Calixto F.**, . Composition of under exploited Indian pulses.Comparison with common legumes. *Food Chemistry*, **64**: 185-102, 1999.