

**Programme “DeSIRA - *Development Smart Innovation through Research in
Agriculture*”**

Convention de contribution : FOOD/2021/422-681

Activité A1.1 Identification des zones cibles et des NUS tolérantes au stress

Fiches sur la Bambara, Vouandzou (Vigna subterranea)



Partenaire responsable de l'activité : Alliance Bioversity International-CIAT

Partenaires concernés : AICS, CIHEAM-Bari, CNR, LUKE, Université Joseph Ki-Zerbo,
Université Abdou Moumouni

Juin/2022

Etat d'avancement : approuvé

Distribution : Public

**Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne.
Son contenu relève de la seule responsabilité de l'auteur et ne reflète pas nécessairement les opinions
de l'Union européenne**

Table des matières

Introduction et contexte4
Bambara, Vouandzou (*Vigna subterranea*)6

Introduction et contexte

SUSTLIVES (*SUST*aining and improving local crop patrimony in Burkina Faso and Niger for better *LIV*es and *EcoSystems*) est un projet financé par l'Union Européenne dont l'objectif est de favoriser la transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables et résilients aux changements climatiques au Burkina Faso et au Niger à travers la mise en valeur du patrimoine des cultures locales et de leurs chaînes de valeur. SUSTLIVES s'appuie sur une analyse approfondie des caractéristiques socio-économiques et agro-environnementales du Niger et du Burkina Faso, où l'on propose une approche globale pour protéger et renforcer l'agro-biodiversité ainsi qu'une démarche participative et inclusive, sensible au genre et à l'âge. L'objectif spécifique de SUSTLIVES est de renforcer les capacités de recherche et d'innovation des acteurs sur les chaînes de valeur des cultures négligées et sous-utilisées (NUS – *Neglected and Underutilised Species*) au Burkina Faso et au Niger. SUSTLIVES inclut huit partenaires :

- L'Agence italienne pour la coopération au développement (AICS) – Coordinateur du projet
- Le Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM-Bari) – Responsable de la coordination technico-scientifique du projet
- L'Alliance Bioersity International & Centre International de l'Agriculture Tropicale (ABC)
- Le Conseil national de la recherche agronomique italien (CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche)
- L'Université Roma Tre (Roma 3)
- L'Institut des ressources naturelles du Finland (LUKE)
- L'Université Joseph Ki-Zerbo (UJKZ)
- L'Université Abdou Moumouni (UAM).

Les NUS sélectionnées par le groupe de recherche ont été les suivantes :

Au Burkina Faso :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Fabirama (*Solenostemon rotundifolius*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Amarante (*Amaranthus sp.*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

Au Niger :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Cassava (*Manihot esculenta*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Gombo (*Abelmoschus esculentus*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

La sélection des NUS a pris en compte le potentiel commercial des cultures et les conditions socioéconomiques des femmes et des jeunes, et leur contribution au système alimentaire local, dans le but de classer en ordre de priorité les espèces qui ont le plus d'incidence sur leur autonomisation. Pour plus d'informations sur le processus de sélection des NUS, voir le dossier intitulé « Rapport sur le processus de sélection des NUS et des zones cibles » disponible sur le site web du projet Sustlives au lien suivant :

https://www.sustlives.eu/wp-content/uploads/2022/05/Sustlives_L1.1_rapport_final.pdf

Bambara, Vouandzou (*Vigna subterranea*)



Figure 1. Photo de Noix de bambara (*Vigna subterranea*) de Kibumba.

Source : Domaine public, via Wikimedia Commons

Taxonomie, cultivars et diversité Génétique

1. Taxonomie :

Le pois bambara [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] est une légumineuse à grains de la famille des *Papilionacées* cultivée principalement par les agriculteurs en Afrique sub-saharienne. Il est originaire d'Afrique précisément du nord-est du Nigeria et du nord du Cameroun. Les noms communs sont l'arachide bambara, la noix bambara, le haricot bambara, le goober du Congo, le pois de terre, le haricot moulu ou l'arachide de porc (voir Kambou et al. 2020).

C'est la troisième légumineuse la plus importante en Afrique semi-aride après l'arachide (*Arachishypogaea*) et le niébé (*Vignaanguiculata*). La noix de bambara est une légumineuse importante au Burkina Faso où elle occupe la deuxième place économique après le niébé. L'arachide bambara est aussi appelée pois de terre, haricot jugo ou haricot nyimo¹.

2. Les zones de culture et les cultivars connus :

Les sites de culture de l'arachide bambara

Le Nigeria est le plus grand producteur d'arachides au monde. L'arachide bambara est cultivée dans les provinces sud-africaines de Mpumalanga, Limpopo et KwaZulu-Natal. Ces dernières années, on a constaté un regain d'intérêt pour sa culture dans les zones arides de la savane, car elle résiste à la sécheresse et peut donner une récolte raisonnable même sur des sols pauvres, comme dans la région de Bambara, près de Tombouctou, au sud du Sahara².

Au Burkina Faso, sur la base de la texture des sols (sablonneux), le site de Rollo situé dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso peut être utilisé pour la culture de la noix de bambara. Le climat du site de Rollo est soudano-sahélien caractérisé par une saison des pluies (de juin à octobre) et une saison sèche (de novembre à mai). Les précipitations varient entre 400 et 600 mm par an avec une

¹ <https://southafrica.co.za>

² <https://southafrica.co.za>

moyenne de 33 jours de pluie par an et des températures moyennes entre 28° C et 29° C (PCD, 2015) (Voir Kambou et al. 2020).

Les types de noix de bambara cultivées

Les variétés sauvages, ainsi que les variétés cultivées, produisent des arachides de différentes couleurs et tailles, allant de petites graines violettes à de grosses graines de couleur crème avec des yeux noirs (figure 1). Les variétés blanches et crème avec de grosses graines sont préférées en Afrique, tandis que les variétés noires et rouges sont préférées en Asie du Sud-Est³.

3. Diversité des noix de bambara au Burkina Faso

Kambou et al., J. Appl. Biosci. 2020. Agro-morphological characterization of Bambara nut accessions [*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt] from Burkina Faso



Figure 1: colours of seeds

A: Light red, B: Dotted dark brown on cream background, C: Cream, D: Black marbled spots on a cream background, E: Dark brown marbled spots on a cream background, F: Black, G: Dark purple, H: Black rhombic spots on a cream background on the micro hair and not on the airy ends, I: Brown streaks on cream background

Figure 2. Diversité des graines de noix de bambara collectées au Burkina Faso.

Source : Kambou et al. (2020).

Dans l'étude de Kambou et al (2020), 90 accessions de noix de bambara (Tableau 1) ont été évaluées pour la variabilité phénotypique des caractères agronomiques et morphologiques. Ces accessions provenaient de trois zones agroécologiques du Burkina Faso : 18 accessions de la zone sahélienne, 17 de la zone soudanienne, 49 de la zone soudano-sahélienne et 6 de la banque de gènes de l'Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA).

Les accessions ont été évaluées pour 27 caractères morphologiques (Tableau 1). Une grande variabilité a été observée dans les 90 accessions de noix de bambara (Figure 1). Le résultat de l'analyse des caractères qualitatifs a montré la dominance des graines de couleur crème, des yeux gris papillon et des gousses lisses de couleur brun jaunâtre.

³ <https://southafrica.co.za>

Tableau 1. Accessions de noix de bambara utilisées dans l'étude de Kambou et al. (2020)

Kambou et al., J. Appl. Biosci. 2020 Agro-morphological characterization of Bambara nut accessions [*Vigna subterranea* (L) Verdcourt] from Burkina Faso

Table 1: Bambara nut accessions used and their location

Origin	Accessions
INERA	KVS 235, KVS 235 100 GY, KVS 246-1, KVS 246-2, KVS 246-3, Life 16-141
Sahelian	E 105b, E 108, E 110a, E 110b, E 111a, E 114, E 117, E 118, E 119, E 12, E 124a, E 124b, E 124c, E 125, E 126, E 13, E 59, E 61a
Sudano sahelian	E 01, E 03, E 04, E 09, E 103a, E 103b, E 105a, E 107, E 111b, E 131, E 132, E 16a, E 48, E 49, E 51, E 53, E 56a, E 56b, E 56c, E 58, E 61b, E 62a, E 62b, E 62c, E 65, E 70b, E 71, E 72, E 75, Nob-Loc, E 76a, E 76b, E 78a, E 83a, E 83b, E 88b, E 89a, E 89b, E90, E 92, E 93b, E 94, E 95a, E 95b, E 97, E 98, ED8, KAYA 2014
Sudanian	E 101b, E 123, E 130, E 16b, E 20, E 22, E 23, E 25, E 26, E 27, E 28, E 44, E 76c, E 78b, E 83c, E 86, E 88a

Tableau 2. Les caractères qualitatifs étudiés et leurs fréquences (%) dans les accessions de noix de bambara

Table 3 : Frequencies of qualitative characters studied in 90 Bambara nut's accessions

Characters	Variables	Frequency
Terminal leaflet form	Elliptic	30.00
	Lanceolate	68.89
	Oval	1.11
Pod colour	Brown	12.22
	Yellowish brown	87.78
Pod texture	Many grooves	41.11
	Some grooves	3.33
	Smooth	55.56
Seed colour	Dark brown	1.11
	Cream	31.11
	Black	1.11
	Dotted dark brown on cream background	1.11
	Dark purple	5.56
	Light brownish red	7.77
	Light red	2.22
	Brown streaks on cream background	6.67
	Light brown marbled spots on a cream background	1.11
	Dark brown marbled spots on a cream background	27.78
Presence of eye	Black marbled spots on a cream background	8.89
	Dark brown rhombic spots on a cream background on the micro hair shaft	4.44
	Black rhombic spots on a cream background on the micro hair and not on the hairy ends	1.11
	Present	74.44
Colour and appearance of eye	Absent	25.56
	Irregular brown	3.33
	Circular gray	2.22
	Thick gray on both sides	1.11
	Gray butterfly	52.22
	Triangular gray	7.77
	Irregular Black	1.11
Dark red butterfly	6.67	

Source : Kambou et al. (2020).

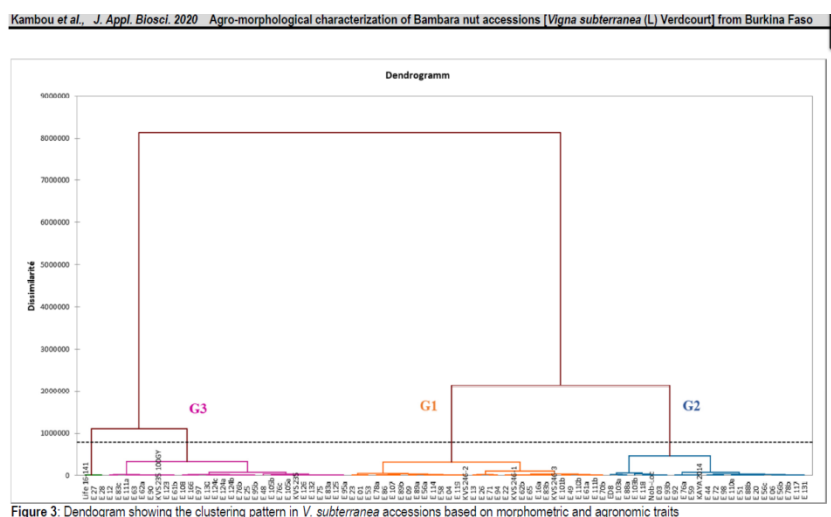


Figure 2. Un dendrogramme de différents groupes d'accessions de Bambara basé sur des traits morphométriques et agronomiques. Le groupe 3 avait le meilleur potentiel agronomique.

Source : Kambou et al. (2020)

Tolérance aux stress biotiques et abiotiques

La noix de bambara tolère beaucoup la sécheresse car elle est résistante aux températures élevées. Elle convient aux sols marginaux où d'autres légumineuses ne peuvent pas être cultivées. Cette plante constitue une culture à faible impact. Dans les zones sèches, Bambara semble être remarquablement exempt de graves problèmes de ravageurs et de maladies. Cependant, dans les régions où d'autres légumineuses à grains sont cultivées, des maladies virales ont été observées. Les deux maladies virales courantes sont le virus de la marbrure du niébé (CMeV) et le virus de la mosaïque transmise par les pucerons du niébé (AbMV). Les maladies fongiques sont courantes dans des conditions humides, telles que les taches foliaires (CLS) (par exemple *Cercospora* sp.), le flétrissement causé par *Fusarium* sp. et la pourriture de la tige (*Sclerotium rolfsii*). En climat sec, les gousses peuvent être attaquées par les termites. Le nématode à galles (*Meloidogyne javanica*) attaque également le Bambara dans les sols sablonneux. Pendant le stockage, les graines de pois bambara décortiquées sont extrêmement sensibles aux attaques des bruches (*Callosobruchus maculatus*). Les autres insectes nuisibles comme les pucerons, les termites moissonneurs, la mineuse des feuilles et le lépidoptère ravageur ont été également observés. Les nématodes affectent aussi le rendement (voir Hillocks et al. 2012).

Culture

La culture d'arachide Bambara donne un rendement raisonnable sur des sols pauvres dans des zones à faible pluviométrie (500 à 800 kg ha⁻¹) et peut être cultivée sans engrais ni produits chimiques qui sont coûteux et souvent difficiles d'accès dans les zones plus éloignées.

La noix de bambara se développe bien sur les sols latéritiques acides qui sont courants en Afrique, mais moins bien sur les sols calcaires. Elle est utile dans la rotation des cultures car elle apporte de l'azote au sol à un niveau similaire à celui des autres légumineuses (20 - 100 kg ha⁻¹) (voir Ouedraogo et al. 2012).

Cette légumineuse originaire d'Afrique est principalement cultivée par les femmes. Au Burkina Faso, le système de culture de l'arachide de Bambara est caractérisé par le semis d'une graine par trou, dans un sol labouré, suivi d'un buttage manuel. Cette pratique agricole consiste à amener la terre jusqu'au collet de la plante à l'aide d'une houe manuelle. Le buttage doit être effectué tôt (environ 2 semaines après le semis = SAS) ou tard (7 SAS) mais pas à 4 SAS sur les variétés qui mûrissent avant 90 jours. Le buttage à 4 SAS réduit de manière significative le rendement moyen (voir Hillocks et al. 2012).

Conservation post-récolte :

L'arachide de Bambara est apparentée au niébé et est utilisée pour la consommation humaine et animale. Elle est cultivée principalement pour ses graines, qui sont utilisées comme aliment, dans les cérémonies traditionnelles (comme les funérailles) et les échanges de cadeaux. Les graines mûres et sèches sont bouillies et consommées comme légumineuses, moulues en farine et utilisées comme aliments pour animaux⁴.

Données agronomiques

Tableau 3. Superficie récoltée, rendement et production de l'arachide bambara au Burkina Faso, au Niger et au Nigeria (FAOSTAT)

FAOSTAT 2020	Superficie récoltée (ha)	Rendement (hg/ha)	Production (tonnes)
Burkina Faso	55,237	10,400	57,428
Niger	81,240	6,840	55,570
Nigeria	4,073,101	11,030	4,492,778

Aspects culturels

Le rôle important des femmes dans la culture du bambara est associé à la croyance que seules les femmes qui ont perdu un enfant peuvent cultiver la plante. On croyait que la récolte invite la mort dans le ménage, mais si une mère a déjà perdu un enfant, une autre mort lui serait épargnée.

Les croyances et les tabous limitent les hommes à de nombreuses activités liées à la culture et, dans certains cas, même à toucher la graine et à la consommer.

D'autres significations symboliques puissantes du bambara incluent la fertilité, la guérison et la protection, et il a été largement utilisé dans la médecine traditionnelle et les pratiques spirituelles. Ces significations se sont développées en un ensemble de pratiques et de règles socioculturelles

⁴ <https://southafrica.co.za>

que les communautés doivent suivre et qui affectent la vie quotidienne des ruraux de différents groupes ethniques.

Ces questions ont des implications importantes pour les interventions ciblant d'autres cultures spécifiques, même les cultures mineures. Dans ce cas, il existe une opportunité d'augmenter les revenus des femmes en améliorant les opportunités commerciales pour les produits de bambara. Cependant, les avantages des femmes leurs pourraient être menacés car elles sont souvent exclues lorsque les cultures deviennent plus rentables. Par conséquent, les futures interventions de développement doivent garantir la participation et les avantages continus des femmes à toutes les étapes, en s'engageant activement et en étant façonnées par les valeurs, les objectifs et la prise de décision des femmes.

Section nutritionnelle

Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles



Figure 3 . Arachide Bambara (*Vigna subterranea* L.).

Source: Kambou et al. (2020).

Composition nutritionnelle du Bambara

L'arachide Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) est une légumineuse africaine sous-utilisée, principalement cultivée par les femmes dans les zones tropicales et subtropicales où elle sert de moyen de subsistance dans la région semi-aride de l'Afrique subsaharienne. Cette culture prend son nom de la tribu des Bambaras au Mali et dans les provinces sahéliennes d'Afrique de l'Ouest. Selon les statistiques de la FAO, sur la période de 1993 à 2014, la production mondiale d'arachide Bambara provenait exclusivement de l'Afrique, les principaux producteurs répertoriés étant le Burkina Faso (premier pays producteur d'arachide Bambara), le Mali, le Cameroun, le Niger et la République démocratique du Congo (FAOSTAT, 2016).

L'arachide de Bambara produit essentiellement des légumineuses, mais presque toutes les parties de la plante (feuilles, gousses, fanes, graines) sont utilisées et trouvent place dans plusieurs recettes dans la région de l'Afrique sub-saharienne (Ade-Omowaye et al., 2021).

Au Nigéria, l'arachide bambara a trouvé diverses utilisations alimentaires : elle peut être frite ou bouillie et consommée comme collation ou pilée en farine et utilisée dans la préparation de soupes, de porridge et de divers produits alimentaires frits ou cuits à la vapeur tels que « akara, moïn-moïn » et « okpa ». Elle est également utilisée dans la préparation de boissons alimentaires locales comme le « kunnu » et le « tuwo » (Adeleke et al., 2017).

L'arachide bambara est considérée comme un aliment complet qui répond aux besoins nutritionnels de l'alimentation humaine avec sa composition composée de 21% de protéines, de 6,6% de lipides et de 57% d'hydrates de carbone dans les graines (Feldman et al., 2019). La combinaison de légumineuses et de céréales nécessaire pour satisfaire les besoins nutritionnels essentiels trouve une solution optimale dans l'association de l'arachide bambara et du sorgho dans des conditions agricoles limitées en eau. La combinaison est très satisfaisante pour chaque besoin nutritionnel (protéines, hydrates de carbone, énergie, lipides, vitamines et micronutriments) (Mustafa et al., 2021).

Les graines d'arachide bambara ont une valeur énergétique brute supérieure à celle des légumineuses ordinaires, et les graines rouges pourraient être utiles dans les régions où la carence en fer est un problème, car elles contiennent presque deux fois plus de fer que les graines crèmes (Hillocks et al., 2012). Plusieurs auteurs ont décrit les propriétés nutritionnelles de l'arachide bambara (Abberton et al., 2022; Ibrahim et Ogunwusi, 2016; Nwokolo, 1987; Séraphin et al., 2015; Hillocks et al., 2012).

Tableau 4 : Composition chimique de l'arachide bambara (Pois bambara), sec, cru (g/100 g de portion comestible (PC))

	g/100 g PC
Énergie (kJ)	1350
Énergie (kcal)	323
Eau	9,0
Protéines totales	19,5
Lipides totaux	5,9
Glucides disponibles	33,6
Fibres alimentaires totales	28,9
Cendres	3,1

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).

La majeure partie de la fraction glucidique est constituée d'oligosaccharides et de polysaccharides complexes, dont l'amidon représente jusqu'à 49,5% des glucides totaux. L'amylose représente 19,6-35,1% de la teneur totale en amidon, le reste des constituants étant essentiellement constitué d'amylopectine. L'arachide Bambara crue a une plus grande proportion d'amidon à digestibilité lente et d'amidon résistant que l'amidon à digestibilité rapide, ce qui implique une mauvaise digestibilité. Néanmoins, la cuisson peut augmenter considérablement la fraction d'amidon rapidement digestible, améliorant ainsi la digestibilité et la disponibilité des hydrates de carbone (Tan et al., 2020).

Quant aux minéraux de l'arachide bambara, les plus abondants sont le potassium, le magnésium, le phosphore, le zinc et le fer. Les concentrations de ces minéraux sont plus élevées que celles des légumineuses couramment consommées comme le pois chiche (Tan et al., 2020).

Tableau 5: Minéraux (mg/100 g PC) dans l'arachide bambara, sèche, brute

	mg / 100 PC
Calcium	53
Fer	3,2
Magnésium	174
Phosphore	267
Potassium	1160
Sodium	2
Zinc	2,40
Cuivre	0,76

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).

Tableau 6 : Vitamines (mg/100 g PC) dans l'arachide bambara, sèche, crue

VITAMINES	COMPOSANTS	mg/100 g pc
Vitamine B₁	Thiamine	0,19
Vitamine B₂	Riboflavine	0,14
Vitamine B₃ (Équivalent niacine)	Niacine	4,1
Vitamine B₆		0,17
Vitamine B₉	Folate	[0,1]
Vitamine E (équivalent α-tocophérol)		0,23
	Gamma-tocophérol	2,20
	Delta-tocophérol	1,30

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).

Parmi les acides aminés essentiels, la leucine et la lysine sont présentes à des concentrations plus élevées tandis que la méthionine est la plus faible. La phénylalanine, la valine, l'histidine et l'isoleucine sont également présentes en fortes concentrations. Sa composition riche en lysine et pauvre en méthionine fait de l'arachide Bambara une bonne source de protéines complémentaires aux céréales, souvent déficientes en lysine mais riches en méthionine (Tan et al., 2020).

Tableau 7: Composition en acides aminés (g/100 g de protéines) de l'arachide bambara (sèche, crue)

Acides aminés essentiels (indispensables)

Leucine	7,8
Isoleucine	4,3
Valine	5,3
Threonine	3,3
Phenylalanine + tyrosine	9,3
Lysine	6,6
Histidine	3,2
Methionine + cystine	2,9
Arginine	6,4
Acides aminés non essentiels	
Asparagine	10,6
Glutamine	17,0
Serine	5,1
Glycine	3,6
Alanine	4,3
Proline	4,9

Source : Apata and Ologhobo (1994)

La majorité des acides gras de l'arachide bambara sont insaturés, principalement les acides oléique et linoléique (oméga-6). L'acide palmitique est le troisième acide gras le plus abondant et l'acide linoléique (oméga-3) est présent en faible concentration. Bien qu'une teneur élevée en acides gras insaturés soit attrayante du point de vue de la santé des consommateurs, elle accroît la susceptibilité des graisses à l'oxydation et au rancissement. Par conséquent, les utilisations finales devraient être prises en compte lors du choix du caractère souhaitable de la composition lipidique (Tan et al., 2020).

Tableau 8 : Acides gras (g/100 g PC) dans l'arachide bambara (sèche, crue)

	g/100g PC
Acides gras saturés totaux	1,64
Acides gras monoinsaturés totaux	0,96
Acides gras polyinsaturés totaux	1,93

Acide linoléique	1,82
Acide α-linoléique	0,11

Source : *FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).*

Tableau 9 : Composition détaillée en acides gras (% d'acides gras totaux) de l'arachide bambara (sèche, crue)

Acides gras	
Acide palmitique (C16:0)	20,89
Acide palmitoléique (C16:1)	0,30
Acide margarique (C17:0)	0,71
Acid stéarique (C18:0)	7,23
Acide oléique (C18:1)	22,96
Acid linoléique (C18:2)	36,48
acide linolenique (C18:3)	1,32
Acide arachidique (C20:0)	2,03
Acide gadoleique (C20:1)	0,56
Acide cis-11,14-eicosadiénoïque (C20:2, n – 6)	0,07
Acide arachidonique (C20:4, n – 6)	0,05
Acide behénique (C22:0)	5,49
Acide lignocérique (C24:0)	1,89

Source : Yao et al. (2015).

Composition phytochimique

Les inhibiteurs enzymatiques sont des composants chimiques qui inhibent les enzymes digestives et exercent donc des effets antinutritionnels. L'inhibiteur enzymatique le plus prédominant des légumineuses africaines est l'inhibiteur de la trypsine, bien que d'autres inhibiteurs tels que les inhibiteurs de l' α -amylase aient également été signalés (Okafor et al., 2014).

Tableau 10 : Concentrations d'inhibiteurs enzymatiques, de polyphénols et de phytate signalées chez l'arachide bambara

Inhibiteurs d'enzymes	Polyphénols/Tannins	Phytate

17,94 mg Unités d'inhibiteur de la trypsine/g	0,62 mg/100 g	255 mg/100 g
---	---------------	--------------

Source : Okafor et al. (2014).

Les glycosides cyanogènes sont des glycosides de 2-hydroxynitriles et sont largement répandus dans les légumineuses, y compris l'arachide bambara (Nkafamiya et al., 2015). Toutefois, la toxicité des glycosides cyanogéniques n'est pas préoccupante dans les légumineuses transformées, car la plupart des procédés normaux de transformation des aliments réduisent considérablement leurs concentrations (Duodu et Apea-Bah, 2017).

Tableau 11 : Concentration du cyanure dans l'arachide blanche bambara

Extraits à l'eau distillée	Extraits à l'aide de méthanol
175 ± 0,70 (mg/kg)	240 ± 0,70 (mg/kg)

Source : Nkafamiya et al. (2015)

Tableau 12 : Concentrations d'oligosaccharides non digestibles déclarées dans l'arachide bambara

Stachyose	Raffinose
1,89 g/100 g	2,85 g/100 g

Source : Omoikhoje et al. (2006)

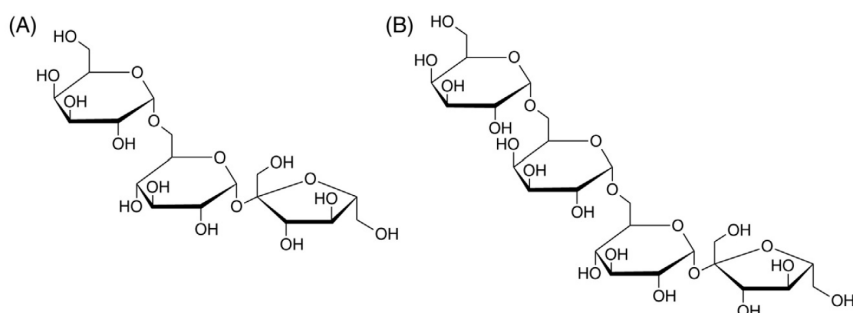


Figure 4 : Structures chimiques des oligosaccharides indigestibles (α -galactosides) dans les légumineuses africaines. (A) Raffinose (masse molaire 504,42), (B) stachyose (masse molaire 666,58). Source : Adapté de Duodu et Apea-Bah (2017).

Phytostérols

Les phytostérols (stérols végétaux) sont des composés lipidiques structurellement semblables au cholestérol et se retrouvent dans les huiles de légumes, de céréales et de noix (Halimi et al., 2019).

Tableau 13 : Fourchettes déclarées pour la concentration de phytostérols sélectionnés (en % des stérols totaux) dans les graines d'arachide bambara

Campestérol	Stigmastérol	β -Sitostérol
0,95 – 4,33	0,71 – 3,93	1,89 – 2,23

Source : Adeyeye et al. (2015)

Effet des méthodes de transformation traditionnelles sur les facteurs nutritionnels et antinutritionnels

L'arachide bambara est séchée après la récolte pour un entreposage à long terme. Le séchage est une technique efficace de conservation des aliments qui prolonge la période d'entreposage et assure la disponibilité des aliments en cas de pénurie alimentaire. Avant d'être consommées, les graines séchées sont soit réhydratées par trempage dans de l'eau, soit broyées sous forme sèche en farine. La plupart des prétraitements ou traitements ont une incidence sur les propriétés nutritionnelles, sensorielles et fonctionnelles des graines (Tan et al., 2020).

Tableau 14 : Méthodes de transformation traditionnelles

Décortiquage	<p>Le tégument de la graine (ou testa) est parfois séparé des cotylédons avant tout traitement ultérieur. Étant donné qu'une grande partie des composants antinutritionnels est présente dans le testa, le décortiquage peut améliorer la digestibilité et la valeur nutritionnelle des graines, notamment en augmentant la disponibilité des minéraux et des protéines.</p> <p>Parmi les autres conséquences du décortiquage, l'on mentionne l'augmentation du lessivage des minéraux pendant le trempage et la cuisson, ce qui nuit à la qualité nutritionnelle.</p> <p>En particulier, une diminution de la teneur en inhibiteurs de la trypsine de 64%, en hémagglutinine de 65%, en tanin de 64%, en phytate de 32%, en raffinose de 46% et en stachyose de 57% a été signalée.</p>
Fraisage	<p>L'arachide Bambara séchée peut être broyée en farine pour améliorer sa polyvalence. La perturbation de la structure de la paroi cellulaire, par le broyage ou d'autres procédés abrasifs, peut accroître la disponibilité et la digestibilité des nutriments, de l'amidon et des protéines en particulier. Le broyage pourrait accroître les interactions entre les minéraux et les facteurs antinutritionnels, réduisant ainsi leur biodisponibilité.</p>
Trempage	<p>Après séchage, les graines d'arachide Bambara sont généralement réhydratées par trempage dans l'eau pendant 12 à 24 h avant la cuisson. Le trempage provoque la lixiviation des éléments nutritifs et des facteurs antinutritionnels dans l'eau de trempage. En particulier, une diminution de la teneur en inhibiteurs de la trypsine de 53%, en hémagglutinine de 52%, en tanins de 55%, en phytate de 24%, en raffinose de 36% et en stachyose de 51% a été rapportée.</p>
Fermentation	<p>La fermentation est une option de transformation traditionnelle à faible technologie qui permet d'améliorer la valeur nutritive de l'arachide bambara. Habituellement, le processus consiste à tremper les graines entières, puis à décortiquer, cuire et envelopper dans des feuilles de bananier avant de fermenter pendant environ 4 jours.</p> <p>Les effets positifs de la fermentation sont une décomposition des oligosaccharides et polysaccharides non digestibles en hydrates de carbone plus simples digestibles et une</p>

	réduction des facteurs antinutritionnels et de la teneur en phénols (diminution moyenne des inhibiteurs de la trypsine de 40%).
Ébullition	Les graines de bambara sont souvent cuites dans une eau excessive pendant des périodes variables jusqu'à ce que la texture souhaitée soit atteinte. L'ébullition a un impact positif sur la qualité nutritionnelle en détruisant les facteurs antinutritionnels (diminution des tanins de 43% et des phytates de 26%) et en améliorant la digestibilité in vitro de l'amidon et des protéines

Source : Tan et al. (2020) et Duodu et Apea-Bah (2017)

Utilisation des différentes parties de la plante – en tant qu'aliment ou à d'autres fins - et informations sur la transformation

Les graines d'arachide bambara peuvent être consommées crues comme légume frais, bouillies, frites, cuites et rôties (Feldman et al 2019). La consommation de graines fraîches immatures comme légumes en salade ou cuites en soupe comme les pois peut ouvrir de nouvelles possibilités de transformation industrielle en offrant une alternative aux pois et autres légumineuses fraîches. Les légumineuses séchées sont utilisées après avoir bouilli dans les ragoûts et les soupes ou pour faire des haricots en conserve. Les graines cuites et/ou grillées sont consommées directement comme snack aux noix ou sont utilisées dans différentes formulations de snack sain riches en protéines (Ade-Omowaye et al., 2021). Les graines séchées, brutes ou préalablement grillées servent à obtenir une farine qui remplace partiellement la farine de blé dans des produits comme le pain, les pâtes, les sucreries et les biscuits. Enfin, l'arachide bambara permet de produire un lait de qualité comparable au soja, prêt à être consommé ou prêt à être fermenté avec de l'acide lactique comme boisson probiotique (Ade-Omowaye et al., 2021).

En ce qui concerne le processus d'ébullition, les graines de cette légumineuse ont une contrainte en raison de la longue durée de cuisson. Ils ont généralement besoin de 3 à 4 heures d'ébullition. Cela peut ne pas convenir aux communautés rurales en raison de la demande accrue de combustible (bois) (Feldman et al., 2019). Le phénomène de la difficulté à cuire peut limiter son utilisation. Elle est associée à des modifications structurales cellulaires et à des changements de composition qui se produisent dans les cotylédons et les téguments des graines. Les méthodes de traitement utiles pour remédier à cet inconvénient comprennent les traitements chimiques (auxiliaires de cuisson), biologiques (germination et fermentation) et physiques (écrasage, broyage, torréfaction et mise en conserve) (Mubaiwa et al., 2018).

Les produits dérivés des graines peuvent être représentés par des isolats de protéines, utiles dans la formulation de vinaigrettes pour salades et sauces, d'amidon et d'émulsifiants comme ingrédients naturels des produits industriels (Ade-Omowaye et al., 2021).

Les feuilles, les tiges et les haubans servent d'aliments au bétail (Majola et al., 2021).

Contribution à l'emploi

Le bambara est souvent délaissé dans les communautés rurales comme une « culture des pauvres » et est également considérée comme une « culture des femmes », car les femmes en sont les gardiennes

et les hommes se concentrent généralement sur la production céréalière, dont le prix est plus élevé, en particulier dans les pays à faible revenu, comme en Afrique subsaharienne (Feldman et al., 2019). En fait, il est principalement cultivé par les femmes dans ces régions, où il sert de moyen de subsistance. La perception qu'il s'agit de toute façon d'un aliment pauvre se traduit par une difficulté à développer une chaîne de valeur par rapport aux grandes cultures. Au fur et à mesure que les conditions de vie s'améliorent ou que la disponibilité des aliments augmente, d'autres aliments sont préférés au bambara. Néanmoins, plus récemment, l'arachide bambara a bénéficié d'une culture relativement étendue comparativement à d'autres légumineuses sous-utilisées, en particulier dans les pays d'Afrique subsaharienne (Mubaiwa et al., 2018). Elle a l'avantage d'être une légumineuse riche en protéines et de haute valeur nutritionnelle. Par conséquent, elle a de bonnes chances de créer des marchés de niche pour les graines brutes et les aliments transformés potentiels. Pour les mêmes raisons, le bambara a également le potentiel de devenir une culture d'exportation (Feldman et al., 2019). Certains produits dérivés de graines fraîches ou sèches présentent le potentiel de développer un peu d'activités de transformation, à condition que des équipements tels que des machines de transformation ou de l'énergie soient mis à disposition.

Un système semencier coordonné fait défaut en Afrique de l'Ouest ou en Afrique subsaharienne en général. Les agriculteurs utilisent des semences de mauvaise qualité à la ferme, bien qu'ils profitent de la grande variabilité génétique des variétés locales (Majola et al., 2021).

Références

- Abberton M, Paliwal R, Faloye B, Marimagne T, Moriam A, Oyatomi O. (2022). Indigenous African orphan legumes: Potential for food and nutrition security in SSA. *Front. Sustain. Food Syst.* 6:708124. doi: 10.3389/fsufs.2022.708124
- Ade-Omowaye BI, Smetanska I, Mamdouh D. (2021). Potential Industrial Applications of Bambara Groundnut. In *Food and Potential Industrial Applications of Bambara Groundnut* (pp. 209-226). Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-030-73920-1_12
- Adeleke OR, Adiamo OQ, Fawale OS. (2017). Nutritional, physicochemical, and functional properties of protein concentrate and isolate of newly-developed Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) cultivars. *Food Sci. Nutr.* 6, 229-242. doi: 10.1002/fsn3.552
- Adeyeye EI, Olaleye AA, Adesina AJ (2015). Lipid composition of Testa, dehulled seed and whole seed of bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc). *Curr. Adv. Plant Sci. Res.* 2, 1–9.
- Apata DF, Ologhobo AD. (1994). Biochemical evaluation of some Nigerian legume seeds. *Food Chem.* 49, 333–338. Doi: 10.1016/0308-8146(94)90001-9
- Duodu KG and Apea-Bah FB. (2017). African legumes: Nutritional and health-promoting attributes. In Taylor JRN and Awika JM. eds. *Gluten-Free Ancient Grains. Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-Promoting Foods for the 21st Century*, Woodhead Publishing, Elsevier Ltd. pp. 223-269.
- FAOSTAT, 2016. Production quantities by country. Available from: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>
- Feldman A, Ho WK, Massawe F, Mayes S. (2019). Bambara groundnut is a climate-resilient crop: how could a drought-tolerant and nutritious legume improve community resilience in the face of

- climate change ? In *Sustainable solutions for food security* (pp. 151-167). Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-319-77878-5_8
- Halimi RA, Barkla BJ, Mayes S, King GJ. (2019). The potential of the underutilized pulse bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) for nutritional food security. *J. Food Compos. Anal.* 77, 47–59. doi: 10.1016/j.jfca.2018.12.008
- Hillocks RJ, Bennett C, Mponda OM. (2012). Bambara nut: A review of utilisation, market potential and crop improvement. *Afr. Crop Sci. J.* 20, 1 – 16. <https://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/78601>
- Kambou DJ, Nandkangre H, Ouoba A, Konate M N’Golo, Sawadogo N, Ouedraogo M, Sawadogo M (2020). Agro-morphological characterization of Bambara nut accessions [*Vigna subterranea* (L) Verdcourt] from Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 153: 15727 – 15744. <https://doi.org/10.35759/JABs.153.1>
- Ibrarhin HD, Ogunwusi AA. (2016). Industrial potentials of bambara nut. *J. Poverty Invest. Devel.* 22, 12–18. <https://iiste.org/Journals/index.php/JPID/article/view/29338/30127>
- Majola NG, Gerrano AS, Shimelis H. (2021). Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) production, utilisation and genetic improvement in Sub-Saharan Africa. *Agronomy*, 11(7), 1345. doi: 10.3390/agronomy11071345
- Mubaiwa J, Fogliano V, Chidewe C, Bakker EJ, Linnemann AR. (2018). Utilization of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) for sustainable food and nutrition security in semi-arid regions of Zimbabwe. *PLoS One*, 13, e0204817. doi: 10.1371/journal.pone.0204817
- Mustafa MA, Mabhaudhi T, Massawe F. (2021). Building a resilient and sustainable food system in a changing world—A case for climate-smart and nutrient dense crops. *Global Food Security*, 28, 100477. doi: 10.1016/j.gfs.2020.100477
- Nkafamiya I, Osemeahon SA, Andema AK, Akinterinwa A. (2015). Evaluation of cyanogenic glucoside contents in some edible nuts and seeds in Girei, Adamawa State, Nigeria. *IOSR J. Env. Sci. Toxicol. Food Technol.* 9, 2319–2399. DOI: 10.9790/2402-09712733
- Nwokolo E. (1987). A nutritional assessment of African yam bean *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex A. Rich) Harms, and bambara groundnut *Voandzeia subterranea* L. *J. Sci. Food Agric.* 41, 123-129. doi: 10.1002/jsfa.2740410205
- Okafor JNC, Ani JC, Okafor GI. (2014). Effect of processing methods on quality of Bambara groundnut (*Voandzeia subterranea* (L.) Thouars) flour and their acceptability in extruded snacks. *Am. J. Food Technol.* 9, 350–359. DOI: 10.3923/ajft.2014.350.359
- Omoikhoje SO, Bamgbose AM, Aruna MB. (2006). Determination of the nutrient and antinutrient components of raw, soaked, dehulled and germinated Bambara groundnut seeds. *J. Anim. Vet. Adv.* 5, 1022–1025.
- Ouedraogo M, Zagre M’BI B, Jorgensen ST, Liu F, 2012. Effect of mounding times on yield of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces in Sahel-Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*, 7(32), 4505-4511.

- Séraphin DK, Youssouf KK, Doudjo S, Emmanuel AN, Benjamin YK, Dago G. (2015). Caractérisation biochimique et fonctionnelle des grains de sept cultivars de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. Fabaceae] cultivés en Côte D'Ivoire. *ESJ*. 11, 288 - 304. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/6277>
- Tan XL, Azam-Ali S, Goh EV, Mustafa M, Chai HH, Ho WK, Mayes S, Mabhaudhi T, Azam-Ali S, Massawe F. (2020). Bambara Groundnut: An Underutilized Leguminous Crop for Global Food Security and Nutrition. *Front. Nutr.* 7, 601496. DOI: 10.3389/fnut.2020.601496
- Vincent A, Grande F, Compaoré E, Amponsah Annor G, Addy PA, Aburime LC, Ahmed D, Bih Loh AM, Dahdouh Cabia S, Deflache N, Dembélé FM, Dieudonné B, Edwige OB, Ene-Obong HN, Fanou Fogny N, Ferreira M, Omaghomi Jemide J, Kouebou PC, Muller C, Nájera Espinosa S, Ouattara F, Rittenschober D, Schönfeldt H, Stadlmayr B, van Deventer M, Razikou Yiagnigni A & Charrondièrè UR. (2020). FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) User Guide & Condensed Food Composition Table / Table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest (2019) Guide d'utilisation & table de composition des aliments condensée. Rome, FAO.
- Yao DN, Kouassi K., Erba D, Scazzina F, Pellegrini N, Casiraghi MC. (2015). Nutritive evaluation of the Bambara groundnut Ci12 landrace [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] produced in Côte d'Ivoire. *Int. J. Mol. Sci.* 16, 21428–21441. doi: 10.3390/ijms160921428