

## Analyse de la Variabilité Génétique et du Potentiel Fourrager de Huit Morphotypes de Voandzou (*Vigna subterranea*)

### [ Assessment of Genetic Variability and Forage Potential in Eight Morphotypes of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) ]

NAINO JIKA Abdel Kader<sup>1</sup>, BORI Haoua<sup>2</sup>, HACHIMOU SABO Mahaman Rabiou<sup>1</sup>, AMADOU MOUNKAILA Hamissou<sup>1</sup>, DAN GUIMBO Iro<sup>1</sup>, and Ibrahim Amoukou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département des Productions Végétales, Université ABDOU Moumouni, Faculté d'Agronomie, Niamey, Niger

<sup>2</sup>Département des Cultures Irriguées, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, Niger

Copyright © 2024 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:** *Vigna subterranea* (commonly known as bambara groundnut) is a neglected and underutilized crop, predominantly cultivated by women on small plots in West Africa. Despite its importance in rural areas, no improved varieties are available in the Sahel countries. Although used for both its edible grains and as forage by rural farmers, very few studies have focused on the forage potential of this species. This study aims to assess the genetic variability and heritability of biomass production traits in eight morphotypes of *Vigna subterranea* collected from southern Niger. The traits studied include plant height (PH), number of leaves (NL), number of branches (NB), and fresh biomass weight (FBW). The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications. The Kruskal-Wallis test revealed a significant difference between the morphotypes only for fresh biomass weight ( $P = 0.002$ ). However, substantial variability was observed for all traits studied. The phenotypic coefficient of variation (PCV) and genotypic coefficient of variation (CVG) were particularly high for FBW (PCV = 79.78%, CVG = 64.4%) and low for PH (PCV = 13.07%, CVG = 5.99%). Broad-sense heritability ranged from 21% for PH to 65% for FBW, while genetic gain ranged from 1.36 for PH to 52.12 for FBW. These results indicate significant potential for the genetic improvement of these traits, which could enhance biomass productivity and resilience of *Vigna subterranea*. The implications of these findings for breeding programs are discussed.

**KEYWORDS:** bambara groundnut, genetic variability, heritability, neglected and underutilized species, Niger, *Vigna subterranea*.

**RESUME:** Le voandzou (*Vigna subterranea*) est une plante négligée et sous-utilisée, principalement cultivée par des femmes sur de petites superficies en Afrique de l'Ouest. Malgré son importance en milieu rural, aucune variété améliorée n'est disponible au Niger. Bien qu'utilisé tant pour ses grains comestibles que comme fourrage, peu d'études se sont focalisées sur son potentiel fourrager. Cette étude vise à évaluer la variabilité génétique et l'héritabilité des traits de production de fourrage chez huit morphotypes de voandzou collectés dans le sud du Niger. Les traits étudiés incluent la hauteur des plantes (HP), le nombre de feuilles (NF), le nombre de branches (NB) et le poids de la biomasse fraîche (PBF). L'expérimentation a été menée selon un dispositif en blocs complets randomisés avec trois répétitions. Le test de Kruskal-Wallis a révélé une différence significative entre les morphotypes uniquement pour le poids de la biomasse fraîche ( $P = 0,002$ ). Cependant, une variabilité a été observée pour tous les traits étudiés. Les coefficients de variation phénotypique (CVP) et génétique (CVG) étaient particulièrement élevés pour PBF (CVP = 79,78 %, CVG = 64,4 %) et faibles pour HP (CVP = 13,07 %, CVG = 5,99 %). L'héritabilité au sens large variait de 21 % pour HP à 65 % pour PBF, tandis que le gain génétique variait de 1,36 pour HP à 52,12 pour PBF. Ces résultats indiquent un potentiel pour l'amélioration génétique du rendement en biomasse, malgré la forte influence de l'environnement. Les implications des résultats pour les programmes de sélection sont discutées.

**MOTS-CLEFS:** voandzou, variabilité génétique, héritabilité, espèce négligée et sous-utilisée, Niger, *Vigna subterranea*.

## **1 INTRODUCTION**

Le voandzou (*Vigna subterranea* L. Verdc.; Syn: *Voandzeia subterranea* L. Thouars.), également connu sous le nom de pois de terre ou pois bambara, est une légumineuse, négligée et sous-utilisée, mais largement cultivée en Afrique [1] d'où elle est originaire [2], [3], [4]. Cette plante autogame joue un rôle important dans la sécurité alimentaire, le développement pastoral et la gestion durable des terres. Ses graines, riches en nutriments sont de véritables trésors nutritionnels considérées par certains auteurs comme un aliment complet et équilibré [5]. De plus, le voandzou enrichit le sol en azote grâce à sa symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium* [6], ce qui en fait un allié pour les pratiques agricoles durables. Sa résilience au stress hydrique et son faible besoin en intrants en font une culture adaptée pour soutenir le développement rural et les agriculteurs marginalisés [7], [8], [9].

Le voandzou est souvent qualifié de « culture du pauvre » et de « culture des femmes » en raison de la forte implication des femmes dans toutes les étapes de sa production, de la préparation du sol à la récolte [10]. C'est la troisième légumineuse la plus importante en Afrique, après l'arachide (*Arachis hypogea*) et le niébé (*Vigna unguiculata*), et est reconnue comme une « culture du nouveau millénaire » [11].

Malgré son importance, les semences améliorées de voandzou sont quasiment absentes en Afrique de l'Ouest, obligeant les agriculteurs à produire eux-mêmes leurs semences et à les maintenir au fil des générations [12]. La plupart des recherches se concentrent sur les graines destinées à la consommation humaine, tandis que les feuilles et les cosses, utilisées comme alimentation du bétail, sont souvent ignorées. Les feuilles, riches en protéines, sont précieuses pour le fourrage du bétail [13]. Du Zimbabwe, où le voandzou est appelé 'nyimo' (Shona) ou 'indlubu' (Ndebele), au Niger, en passant par le Burkina Faso, il est utilisé par les communautés rurales pour l'alimentation humaine et animale. Les fans, comprenant les tiges et les feuilles sont couramment utilisées pour nourrir le bétail, et les tourteaux de graines servent à l'alimentation des porcs, de la volaille et de certaines espèces de poissons comme le *Tilapia* [14], [15]. Les jeunes feuilles, riches en azote et en phosphore, sont bénéfiques pour la santé animale [16], [17].

La recherche sur la production fourragère du voandzou, en particulier sa biomasse aérienne demeure relativement limitée. L'obtention d'informations sur les divers facteurs influençant la variation des traits liés à la production de biomasse permettra d'orienter efficacement les programmes de sélection. La démarche consistant à décomposer la variation totale en composantes phénotypiques, génotypiques et environnementales, et à quantifier l'héritabilité ainsi que le gain génétique, pourrait permettre de déterminer les stratégies de sélection optimales. Ces informations sur l'héritabilité et la variabilité peuvent également éclairer la sélection des caractères individuels.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la variabilité génétique au sein de huit morphotypes de voandzou collectés au Niger et d'estimer l'héritabilité, les coefficients de variations génotypique, phénotypique et environnementale et le gain génétique.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

L'étude a été menée sur le site expérimental de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), durant la saison des pluies de l'année 2023.

Le matériel végétal utilisé pour cette étude se composait de huit morphotypes de voandzou, présentant des couleurs différentes, obtenus auprès d'agriculteurs locaux de la région de Dosso au Niger.

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en blocs complets randomisés avec trois répétitions. Chaque bloc a été subdivisé en huit parcelles élémentaires, chacune recevant aléatoirement l'un des huit morphotypes de voandzou. Chaque parcelle élémentaire était constituée de soixante-trois poquets, espacés de 20 cm tant en interligne qu'en intra ligne avec des allées de 1,5 mètre entre les blocs et 1 mètre entre les parcelles.

Les semis ont été réalisés le 19 juin 2023, avec deux graines par poquet. Un démariage a été effectué le 20e jour après semis, pour ne conserver qu'un seul plant par poquet. Les pratiques culturales recommandées telles que la préparation du sol, le défrichage, le désherbage et la fertilisation organique ont été pratiquées.

### **2.1 COLLECTE DES DONNÉES**

Les données ont été collectées sur 15 plantes prises au hasard dans chaque parcelle utile pour chaque morphotype et chaque répétition. Six traits relatifs à la production de fourrage ont été mesurés, il s'agit de la *Hauteur de la plante* en centimètres (*HP*): mesurée 10 semaines après le semis, depuis la base de la plante jusqu'à l'extrémité de la foliole terminale (exprimée en centimètres). Toutes les autres mesures: *Nombre de branches par plante* (*NB*), *Nombre de feuilles par plante* (*NF*, estimé en multipliant le nombre de branches par 3), *Poids de la biomasse fraîche* (*PBF*) ont été faites à la récolte.

## 2.2 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel R [18]. Les données aberrantes ont été identifiées et écartées grâce à la méthode de l'intervalle interquartile (IQR). Les statistiques descriptives, notamment la moyenne, le minimum, le maximum, l'erreur standard et le coefficient de variation, ont été calculées pour chaque variable. Pour évaluer les disparités entre les morphotypes, le test de Kruskal-Wallis a été appliqué parce que l'égalité des variances entre les différents morphotypes et la normalité des données n'était pas toujours respectées. En cas de significativité, le test de Kruskal Wallis est suivi de comparaisons post-hoc par paires en utilisant le test de Dunn [19] et les valeurs p ont été ajustées selon la méthode de Holm [20].

## 2.3 ESTIMATIONS DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES

Les composantes de variance ont été estimées afin d'appréhender la variabilité génétique au sein des morphotypes et d'évaluer les influences génétiques et environnementales sur les différents traits. Les variances génétiques ( $\sigma^2g$ ), phénotypiques ( $\sigma^2p$ ) et environnementales ( $\sigma^2e$ ) ont été calculées à partir des carrés moyens des génotypes (MSG) et des erreurs (MSE).

$$Eq\ 1: \sigma^2g = \frac{MSG - MSE}{r} \times 100$$

$$Eq\ 2: \sigma^2p = \sigma^2g + \sigma^2e$$

$$Eq\ 3: \sigma^2e = MSE$$

Dans les équations,  $\sigma^2g$  représente la variance génétique,  $\sigma^2p$  désigne la variance phénotypique globale, et  $\sigma^2e$  représente la variance environnementale. MSG fait référence à la Moyenne des carrés des génotypes, tandis que MSE représente la moyenne des carrés des erreurs. Enfin, 'r' indique le nombre de répétitions

Les coefficients de variation phénotypique (CVP) et génétique (CVG) ont été déterminés selon les formules de Burton [21]. L'héritabilité au sens large ( $h^2$ ) a été calculée suivant la formule proposée par Burton et Devane [22], tandis que le gain génétique a été calculé en utilisant les méthodes de Lush et de Johnson et al. [23], [24].

$$Eq\ 4: CVP = \frac{\sqrt{\sigma^2p}}{\bar{X}} * 100$$

$$Eq\ 5: CVG = \frac{\sqrt{\sigma^2g}}{\bar{X}} * 100$$

$$Eq\ 6: h^2 = \frac{\sigma^2g}{\sigma^2p} * 100$$

$$Eq\ 7: GA \% = K * \frac{\sqrt{\sigma^2p}}{\bar{X}} * h^2 * 100$$

$$Eq\ 8: GAM \% = \frac{GA}{\bar{X}} * 100$$

Où  $h^2$  est l'héritabilité au sens large,  $\sigma^2g$  est la variance génotypique, et  $\sigma^2p$  est la variance phénotypique, et X est la moyenne des traits. La valeur de k a été prise à 2,06 en supposant une intensité de sélection de 5 %.

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 RÉSULTATS

L'analyse des données a révélé des coefficients de variation (CV) allant de 11,8 % pour la hauteur des plantes (HP), indiquant une faible dispersion des données pour cet attribut morphologique, à 52,9 % pour le poids de la biomasse fraîche (PBF). Le nombre de branches (NB) et le nombre de feuilles (NF) présentent des CV intermédiaires de 34,2 %. Pour HP, les CV varient entre 8 % (M4) et 16,6 % (M7), tandis que pour NB et NF, les CV varient de 19,3 % (M4) à 41 % (M6), PBF montre des CV plus élevés, de 25,3 % (M4) à 56 % (M6) (Table 1), cette variabilité inter variétale n'est pas très différente de la variabilité intra variétale.

La proximité des médianes et des moyennes pour tous les paramètres indique une distribution symétrique des données, suggérant une certaine stabilité dans les mesures effectuées. Cependant, le test de Kruskal-Wallis montre des différences significatives uniquement pour le poids de la biomasse fraîche ( $P = 0,002$ ), avec des différences notables entre les morphotypes M2 et M8 ( $P = 0,03$ ), M3 et M8 ( $P = 0,002$ ), et M5 et M8 ( $P = 0,004$ ).

**Tableau 1. Statistiques résumés des traits mesurés par morphotype**

Trait	Morphotype	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Médian	Maximum	CV
HP	M1	23,695	2,255	19,5	24,15	28,4	0,095
	M2	23,743	2,717	18,6	24,25	27,6	0,114
	M3	23,294	2,543	19,5	23,3	28,5	0,109
	M4	24,156	1,934	20,2	24,1	27,6	0,08
	M5	23,471	2,784	18,5	24,05	27,5	0,119
	M6	23,257	2,748	17,8	23,6	27,5	0,118
	M7	23,807	3,944	17,1	24,6	29,8	0,166
	M8	25,592	3,043	19,5	26,5	31	0,119
NB	M1	63,1	18,688	34	63	102	0,296
	M2	58	19,748	32	60	84	0,34
	M3	56,556	18,118	32	59,5	96	0,32
	M4	58,222	11,264	36	60	72	0,193
	M5	52,429	14,276	30	55	76	0,272
	M6	64,174	26,395	26	58	122	0,411
	M7	61,6	15,066	38	66	84	0,245
	M8	76,538	27,438	42	73	150	0,358
NF	M1	189,3	56,065	102	189	306	0,296
	M2	174	59,245	96	180	252	0,34
	M3	169,667	54,354	96	178,5	288	0,32
	M4	174,667	33,793	108	180	216	0,193
	M5	157,286	42,828	90	165	228	0,272
	M6	192,522	79,185	78	174	366	0,411
	M7	184,8	45,197	114	198	252	0,245
	M8	229,615	82,313	126	219	450	0,358
BF	M1	43,57	15,042	25,6	41,65	79,6	0,345
	M2	39,707	15,643	15,6	41,3	69,3	0,394
	M3	40,089	16,85	17,4	40,35	79,3	0,42
	M4	43,656	11,053	20,4	48	59,3	0,253
	M5	36,7	10,75	20,5	37	58,1	0,293
	M6	50,922	28,466	19,3	39,6	115,3	0,559
	M7	42,34	14,783	14,8	44,3	68,4	0,349
	M8	74,958	38,192	22,3	65,15	172,9	0,51
<b>Statistiques résumés des traits mesurés</b>							
Trait	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Médian	Maximum	CV	
HP	23,962	2,83	17,1	24,2	31	0,118	
NB	62,595	21,396	26	62	150	0,342	
NF	187,784	64,187	78	186	450	0,342	
BF	48,674	25,734	14,8	43,9	172,9	0,529	

**VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE, HÉRITABILITÉ ET AVANCE GÉNÉTIQUE COMME CRITÈRES DE SÉLECTION DES TRAITS MORPHOLOGIQUES DU VOANDZOU**

Le tableau 2 présente les résultats d'une analyse des paramètres génétiques, notamment la variabilité, l'héritabilité et le gain génétique pour les traits de hauteur des plantes (HP), nombre de branches (NB), nombre de feuilles (NF), et poids de la biomasse fraîche (PBF).

Cette analyse de la variance phénotypique décomposée en composantes génétiques (héritables) et environnementales (non-héritables) aide à mieux comprendre la contribution de chaque facteur aux caractères étudiés.

**Tableau 2.** Estimations de la moyenne, des composantes de la variance, de l'héritabilité et du gain génétique pour les variables en lien avec la production du fourrage chez le Voandzou

Traits	Mean	$\sigma^2e$	$\sigma^2g$	$\sigma^2p$	CVE	CVG	CVP	h <sup>2</sup> (%)	GA	GAM
HP	23,96	7,74	2,06	9,8	11,61	5,99	13,07	21	1,36	5,66
NB	62,59	425,92	258,31	684,23	32,97	25,68	41,79	38	20,34	32,5
NF	187,78	3833,31	2324,78	6158,09	32,97	25,68	41,79	38	61,03	32,5
PBF	48,67	525,31	982,52	1507,83	47,09	64,4	79,78	65	52,12	107,09

Mean = moyenne générale du trait;  $\sigma^2g$  = variance génétique,  $\sigma^2e$  = variance environnementale,  $\sigma^2p$  = variance phénotypique, CVP = coefficient de variation phénotypique, CVG = coefficient de variation génétique, h<sup>2</sup> = héritabilité au sens large, GA = gain génétique attendu, GAM = gain génétique attendu par rapport à la moyenne.

HP: hauteur de la plante, NB: nombres de branches, NF: nombre de feuilles, PBF: Poids Biomasse Fraiche

Khan et al. (2020) ont proposé de classer les valeurs estimées des coefficients de variation phénotypique (CVP) et génétique (CVG) en trois catégories: faible (0 à 10 %), intermédiaire (10 à 20 %) et élevée (≥ 20 %). En suivant cette classification, le coefficient de variation environnemental (CVE) peut également être classé de manière similaire. Dans cette étude, des valeurs élevées (> 20 %) de CVP, CVG et CVE ont été observées pour toutes les variables analysées, à l'exception de la hauteur des plantes (HP).

Les résultats montrent que le coefficient de variation phénotypique (CVP) le plus élevé a été observé pour le poids de la biomasse fraîche (PBF) à 79,78 %, suivi du nombre de feuilles (NF) et du nombre de branches (NB) à 41,79 %, et de la hauteur des plantes (HP) à 13,07 %. En ce qui concerne le coefficient de variation génétique (CVG), les valeurs les plus élevées ont également été enregistrées pour le PBF à 64,4 %, suivi du NB et du NF à 25,68 %, et de la HP à 5,99 %. Le coefficient de variation environnemental (CVE) varie de 11,61 % pour la HP à 47,09 % pour le PBF.

**Héritabilité au sens large:** Selon Johnson et al. (1955) et Assefa et al. (1999), l'héritabilité au sens large peut être classée comme faible en dessous de 30 %, intermédiaire entre 30 et 60 %, et élevée au-dessus de 60 %. Dans cette étude, l'héritabilité a été classée comme intermédiaire pour le nombre de branches (NB) et le nombre de feuilles (NF) à 38 %, faible pour la hauteur des plantes (HP) à 21 %, et élevée pour le poids de la biomasse fraîche (PBF) à 65 %.

**Gain génétique attendu:** Le gain génétique attendu (GA) mesure le potentiel de progrès génétique grâce à la sélection basée sur les phénotypes. Le gain génétique attendu le plus élevé a été observé pour le PBF à 52,12 %, suivi du NF à 61,03 %, du NB à 20,34 %, et de la HP à 1,36 %. Le gain génétique attendu par rapport à la moyenne (GAM) était le plus élevé pour le PBF à 107,09 %, suivi du NF et du NB à 32,5 %, et de la HP à 5,66 %.

### 3.2 DISCUSSIONS

Les écarts importants entre les valeurs minimales et maximales ainsi que les coefficients de variation élevés des caractères étudiés indiquent une grande variabilité morphologique au sein des morphotypes étudiés. Plusieurs auteurs ont démontré l'existence d'une variabilité marquée du pois de terre au Niger [25], [26], [27].

Les données du tableau 2 révèlent que la variance génétique ( $\sigma^2g$ ) de tous les caractères étudiés est inférieure à la variance environnementale ( $\sigma^2e$ ), sauf pour le poids de la biomasse fraîche (PBF), où la variance génétique dépasse la variance environnementale. Cela indique que les facteurs environnementaux sont les principaux contributeurs à la variance observée dans ces caractères, sauf pour le PBF, où la variance environnementale reste plus élevée que la variance génétique mais inférieure à la variance phénotypique.

Concernant les coefficients de variation phénotypique (CVP), génétique (CVG) et environnemental (CVE), les résultats suggèrent que malgré une forte influence environnementale, mise en évidence par des valeurs de CVP constamment plus élevées que les CVG pour les caractères étudiés, il existe néanmoins une variabilité génétique considérable exploitable pour l'amélioration du nombre de branches (NB), du nombre de feuilles (NF) et du poids de la biomasse fraîche (PBF). Les résultats suggèrent également que l'efficacité de la sélection basée uniquement sur les données phénotypiques pourrait être réduite en raison des fortes valeurs de CVP, toujours supérieures à celles de CVG.

Des valeurs légèrement différentes ont été obtenues par divers chercheurs, ce qui peut s'expliquer par plusieurs raisons. En effet, les études utilisent différentes lignées ou accessions de voandzou, qui peuvent avoir des niveaux de variabilité génétique distincts, et les expériences, bien que toutes conduites en blocs complets randomisés, ont été réalisées dans des environnements différents, influençant ainsi les variances environnementale et phénotypique.

Khan et al. [11] ont travaillé sur 15 variétés traditionnelles de voandzou en Malaisie, suivant un dispositif en bloc randomisé avec 3 répétitions. Ils ont rapporté pour la hauteur des plantes (HP) une moyenne de  $24,36 \pm 0,39$ , un coefficient de variation (CV) de 10,69, un CVP de 10,66, un CVG de 4,53, une héritabilité ( $h^2$ ) de 18,9 et un gain génétique (GA) de 3,97. Pour le nombre de branches (NB), ils ont obtenu une moyenne de  $34,82 \pm 1,47$ , un CV de 28,32, un CVP de 28,98, un CVG de 28,23, une héritabilité de 94,89 et un gain génétique de 56,65. Pour le nombre de feuilles (NF), ils ont obtenu une moyenne de  $894 \pm 35,07$ , un CV de 26,29, un CVP de 26,86, un CVG de 25,38, une héritabilité de 89,28 et un gain génétique de 49,40. Enfin, pour le poids frais de la biomasse (BF), ils ont obtenu une moyenne de  $316,85 \pm 20,38$ , un CV de 43,15, un CVP de 44,14, un CVG de 43,63, une héritabilité de 97,68 et un gain génétique de 88,82.

Jonah et al. [28] ont étudié 12 génotypes de voandzou suivant un bloc complet randomisé avec 3 répétitions au Nigéria. Ils ont rapporté pour la hauteur des plantes un CVG de 8,90, un CVP de 11,89, une héritabilité de 34,9 et un gain génétique de 6,8 pour HP.

Onwubiko et al. [29] ont étudié 33 lignées de voandzou au Nigeria. Ils ont rapporté pour la hauteur des plantes un CVG de 13,42, un CVP de 64,15, une héritabilité de 20,91 et un gain génétique de 43,08 pour HP, avec une variance phénotypique de 14,01 et une variance génétique de 2,93. Pour le nombre de feuilles, Onwubiko et al. ont rapporté un CVG de 418,12, un CVP de 872,54, une héritabilité de 47,91 et un gain génétique de 98,71, avec une variance phénotypique de 2323,33 et une variance génétique de 1113,33.

Khan et al. [30] ont travaillé en Malaisie sur 115 accessions de voandzou suivant un bloc complet randomisé avec 3 répétitions. Ils ont rapporté pour la hauteur des plantes un CVG de 10,94, un CVP de 12,33, une héritabilité de 78,71, un gain génétique de 20 (GAM), une variance phénotypique de 11,21, une variance génétique de 8,82 et une variance environnementale de 2,39. Pour le nombre de branches, ils ont obtenu un CVG de 12,67, un CVP de 20,66, une héritabilité de 37,61, un gain génétique de 16 (GAM), une variance phénotypique de 50,96, une variance génétique de 19,17 et une variance environnementale de 31,8.

Olanrewaju et al. (2021) ont travaillé au Nigéria sur 95 accessions de voandzou collectées dans la banque de gènes de l'IITA (International Institute of Tropical Agriculture) localisée à Ibadan, suivant un bloc complet randomisé avec 3 répétitions. Ils ont rapporté pour la hauteur des plantes un CVG de 14,86, un CVP de 27,47, une héritabilité de 29, un gain génétique de 4,2 et un gain génétique de la moyenne (GAM) de 16,56, avec une variance phénotypique de 48,56 et une variance génétique de 14,21. Pour le nombre de branches, ils ont obtenu un CVG de 12,67, un CVP de 20,66, une héritabilité de 37,61, un gain génétique de 16 (GAM), une variance phénotypique de 50,96, une variance génétique de 19,17 et une variance environnementale de 31,8.

Kambou et al. ont étudié 19 variétés traditionnelles de voandzou collectées dans les 3 zones agro climatiques du Burkina Faso suivant un bloc randomisé avec 3 répétitions. Ils ont obtenu pour la hauteur des plantes une moyenne de 19,11, un CV de 7,23, un CVG de 3,26, une héritabilité de 20,35 et un gain génétique de 57,96.

#### **IMPLICATIONS POUR LA RECHERCHE AGRONOMIQUE**

Les résultats de cette étude démontrent clairement l'importance de cibler des caractères avec des héritabilités élevées et des gains génétiques substantiels pour l'amélioration de la culture du voandzou. En particulier, l'amélioration du rendement en biomasse fraîche (PBF) semble prometteuse grâce à la sélection génétique, en raison de sa haute héritabilité ( $h^2 = 65\%$ ) et de son potentiel de gain génétique (GA = 52.12). Selon Johnson et al. (1955), une haute héritabilité combinée à un gain génétique élevé suggère une action génique additive, ce qui facilite la sélection efficace pour ce caractère.

Des caractères tels que le nombre de branches (NB) et le nombre de feuilles (NF), bien que présentant des héritabilités modérées ( $h^2 = 38\%$ ), offrent également un potentiel considérable pour augmenter le rendement global. Toutefois, comme indiqué par Ntawuruhunga [31], l'amélioration de caractères avec une héritabilité modérée est plus chronophage en raison de la faible variance génétique. Singh & Sharma (1993) souligne également que des estimations d'héritabilité faibles à modérées rendent la sélection difficile car les facteurs environnementaux peuvent masquer les effets génétiques.

Les programmes de sélection doivent donc tenir compte des conditions environnementales en particulier des interactions génétique-environnement et de la variabilité génétique pour maximiser l'efficacité de la sélection du fourrage chez le voandzou. Les fortes valeurs de coefficient de variation phénotypique (CVP) par rapport aux coefficients de variation génétique (CVG) pour les caractères étudiés indiquent une forte influence environnementale, ce qui nécessite une approche rigoureuse pour distinguer les effets génétiques des effets environnementaux.

#### **4 CONCLUSIONS**

Cette étude a évalué huit morphotypes de voandzou afin de comprendre la variabilité génétique et l'héritabilité des principaux traits de production de biomasse. De fortes variabilité génétiques ont été observées pour le poids de la biomasse fraîche et le nombre de feuilles, indiquant un potentiel substantiel pour l'amélioration génétique de la biomasse chez cette culture. Les résultats montrent clairement que la variabilité génétique et l'héritabilité élevées de certains traits de production de biomasse chez le voandzou peuvent être exploitées pour améliorer cette culture.

L'héritabilité élevée et le gain génétique significatif observés pour le poids de la biomasse fraîche suggèrent que ce trait est particulièrement pertinent pour une sélection ciblée. Ces résultats enrichissent notre compréhension de la diversité génétique du voandzou et fournissent une base pour le développement de variétés améliorées, avec des traits de production de biomasse et de graines supérieurs, deux éléments essentiels pour les agriculteurs ruraux.

Malgré ces résultats prometteurs, des défis persistent, tels que des estimations d'héritabilité faibles à modérées pour certains traits et l'influence des facteurs environnementaux sur leur expression, soulignant la complexité de la sélection pour les traits désirés. Pour relever ces défis, des stratégies de sélection innovantes, incluant des outils génomiques et des techniques de phénotypage avancées, seront nécessaires pour améliorer l'efficacité de la sélection et accélérer le gain génétique.

## REFERENCES

- [1] W. H. Ntundu, S. A. Shillah, W. Y. F. Marandu, and J. L. Christiansen, 'Morphological diversity of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] landraces in Tanzania', *Genet. Resour. Crop Evol.*, vol. 53, pp. 367–378, 2006.
- [2] S. M. Basu *et al.*, 'Inheritance of «domestication» traits in Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]', *Euphytica*, vol. 157, pp. 59–68, 2007, doi: 10.1007/s10681-007-9396-4.
- [3] C. Author, P. Jonah, B. Aliyu, A. Kadams, and D. Wamannda, 'Variation in Pod Yield Characters and Heritability Estimates in Some Cultivars of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.)', *Academic Journal of Plant Sciences*, vol. 5, no. 2, pp. 50–55, 2012, doi: 10.5829/idosi.ajps.2012.5.2.61100.
- [4] M. M. H. Khan, M. Y. Rafii, S. I. Ramlee, M. Jusoh, and M. Al-Mamun, 'Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.): A climate-resilient crop to address food and nutritional security', *Journal of Underutilised Crops Research*, vol. 3, no. 1, Mar. 2024, doi: 10.4102/jucr.v3i1.2.
- [5] M. M. H. Khan, M. Y. Rafii, S. I. Ramlee, M. Jusoh, and M. Al Mamun, 'Genetic analysis and selection of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) landraces for high yield revealed by qualitative and quantitative traits', *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-87039-8.
- [6] J. P. Baudoin and G. Mergeai, 'Grain legumes in crop production in tropical Africa', *Annu. Rep.*, vol. 25, pp. 313–317, 2001.
- [7] P. Chivenge, T. Mabhaudhi, A. T. Modi, and P. Mafongoya, 'The potential role of neglected and underutilised crop species as future crops under water scarce conditions in Sub-Saharan Africa', *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 12, pp. 5685–5711, 2015.
- [8] D. V Harouna, P. B. Venkataramana, P. A. Ndakidemi, and A. O. Matemu, 'Under-exploited wild *Vigna* species potentials in human and animal nutrition: A review', *Glob. Food Secur.*, vol. 18, pp. 1–11, 2018.
- [9] O. E. Olayide and others, 'Assessing socioeconomic factors influencing production and commercialization of Bambara groundnut as an indigenous climate resilient crop in Nigeria', in *Handbook of Climate Change Resilience*, W. Leal Filho, Ed., Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- [10] M. Oyugi, O. M. J. Nandi, D. Amudavi, and V. Palapala, 'Influence of gender on farmers' level of involvement in Bambara production activities in Western Kenya', *Asian J. Agril. Ext. Econ. Sociol.*, vol. 4, pp. 231–246, 2015.
- [11] M. M. H. Khan and others, 'Genetic analysis and selection of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) landraces for high yield revealed by qualitative and quantitative traits', *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, p. 7597, 2021.
- [12] A. K. Naino Jika, Z. Kiebre, M. Ba, P. Banazaro, F. Grazioli, and H. El Bilali, 'Custodian farmers of Bambara groundnut and sorrel seeds in Mossi area of Burkina Faso: Profile, diversity and conservation methods', *AGROFOR International Journal*, vol. 8, no. 2, 2023.
- [13] J. Heller, F. Begemann, and J. Mushonga, Bambara groundnut, *Vigna subterranea* (L.) Verdc. 1997.
- [14] A. Mazahib, M. Nuha, I. Salawa, and E. Babiker, 'Some nutritional attributes of Bambara groundnut as influenced by domestic processing', *Int. Food Res. J.*, vol. 20, p. 1165, 2013.
- [15] R. A. Halimi, B. J. Barkla, S. Mayes, and G. J. King, 'The potential of the underutilized pulse bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) for nutritional food security', *J. Food Compos. Anal.*, vol. 77, pp. 47–59, 2019.
- [16] G. Keller, 'African nightshade, eggplant, spider flower et al.—Production and consumption of traditional vegetables in Tanzania from the farmers point of view', *J. Crop Sci.*, vol. 6, pp. 368–390, 2014.
- [17] A. Rassel, 'Le voandzou (*Vigna subterranea* Thouars) et sa culture au Kwango', *Bulletin. Agricole du Congo Belge et du Ruanda-Burundi*, vol. 51, pp. 1–26, 1960.
- [18] R Core Team, 'R: A Language and Environment for Statistical Computing'. Vienna, Austria, 2013.
- [19] P. Nemenyi, 'Distribution-Free Multiple Comparisons', Princeton University, Princeton, NJ, USA, 1963.
- [20] S. Holm, 'A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure', *Scand. J. Stat.*, vol. 6, pp. 65–70, 1979.
- [21] G. W. Burton, 'Quantitative inheritance in grasses', in *Proc. 6th Int. Grassland Cong.*, 1952, pp. 227–283.
- [22] G. W. Burton and E. H. Devane, 'Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinaceae*) from replicated clonal material', *Agron. J.*, pp. 478–481, 1952, doi: 10.2134/agronj1953.00021962004500100005x.
- [23] J. L. Lush, *Biometrical Studies in Plant Breeding*. New Delhi: Kalyani Publ., 1949.
- [24] H. W. Johnson, H. F. Robinson, and R. E. Comstock, 'Estimates of genetic and environmental variability in Soybeans', *Agron J.*, vol. 47, no. 7, pp. 314–318, 1955.

- [25] Y. B. Z. A. M. A. D. and I. M. B. Amadou HAROUNA ISSA, 'Diagnostic participatif de la diversité de morphotypes et des connaissances locales en matière de culture du Voandzou (*Vigna Subterranea* L.) au Niger', *Int J Innov Appl Stud*, vol. 9, pp. 1915–1925, 2014.
- [26] Dan-jimo Baina, Issa Zakari Mahaman Mourtala, Mahamadou Malam Abdou, and Abdou Razakou Ibrahim Bio Yerima, 'Étude de la Variabilité agro morphologique de 81 accessions de Voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] au Niger', *J Appl Biosci*, vol. 184, no. ISSN 1997-5902, pp. 19181–19196, Apr. 2023.
- [27] O. Zango, R. Abdou, S. A. Salamatou, A. S. T. Kouassi, and B. Yacoubou, 'Agro-Morphological Variability in Eight Bambara Groundnut (&lt; i> Vigna subterranea&lt; /i> (L.) Verdc.) Morphotypes from Zinder (Niger) ', *Agricultural Sciences*, vol. 14, no. 01, pp. 1–10, 2023, doi: 10.4236/as.2023.141001.
- [28] P. M. Jonah, O. T. Adeniji, and D. T. Wammanda, 'Variability and genetic correlations for yield and yield characters in some Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) cultivars', *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 12, pp. 303–307, 2010.
- [29] N. C. Onwubiko, M. I. Uguru, and G. O. Chimdi, 'Estimates of genetic parameters in Bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) VERDC.', *Plant Breed Biotechnol*, vol. 7, no. 4, pp. 295–301, 2019.
- [30] M. M. H. Khan, M. Y. Rafii, S. I. Ramlee, M. Jusoh, and A. Mamun, 'Genetic Variability, Heritability, and Clustering Pattern Exploration of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc) Accessions for the Perfection of Yield and Yield-Related Traits', *Biomed Res Int*, vol. 2020, p. 2195797, 2020, doi: 10.1155/2020/2195797.
- [31] P. Ntawuruhunga and A. G. O. Dixon, 'Quantitative variation and interrelationship between factors', 2010.