

Caractérisation agronomique de six (6) morphotypes de voandzou (*Vigna subterranea L. verdc*) cultivés au Niger

Bori Haoua

Chercheur à l'INRAN, Département des Cultures Irriguées, Niger

Naino Jika Abdel Kader

Enseignant-Chercheur au département de Productions Végétales,
Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Maazou Rahila

Université de Diffa, Institut supérieur en Environnement et Ecologie, Niger

Amadou Mounkaila Hamissou

Hachimou Sabo Mahaman Rabiou

Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, Niger

Dan Guimbo Iro

Adam Toudou

Enseignant-chercheur à l'Université Abdou Moumouni de Niamey,
Faculté d'Agronomie, Niger

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n24p140](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n24p140)

Submitted: 31 May 2024

Accepted: 05 August 2024

Published: 31 August 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Bori H., Naino Jika A.K., Maazou R., Amadou Mounkaila H., Hachimou Sabo M.R., Dan Guimbo I. & Toudou A.(2024). *Caractérisation agronomique de six (6) morphotypes de voandzou (Vigna subterranea L. verdc) cultivés au Niger.*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (24), 140. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n24p140>

Résumé

Au Niger la diversité du voandzou est peu connue mais la variabilité est assez grande lorsqu'on considère certaines caractéristiques de graines. La présente étude a pour objectif général d'évaluer les performances agromorphologiques de six (6) morphotypes de voandzou cultivés au Niger afin d'identifier les morphotypes les plus prometteurs sur la base de leurs performances agronomiques et morphologique (coloration des graines). Ces morphotypes ont été choisis à la suite d'une séparation sur la base de leur coloration. Les morphotypes ont ensuite été évalués sur le site expérimental de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni, situé dans la commune 5 de Niamey. Les données ont été collectées à travers un essai

agronomique mis en place sur un dispositif de fichier randomiser avec trois (3) blocs, six (6) parcelles élémentaires par bloc. Sept (7) caractères agro morphologiques liés aux composantes du rendement et de la couleur des graines ont été étudiés. L'analyse statistique descriptive a montré que les coefficients de variation vont de 6,5 à 66,3%. L'analyse de la variance a montré des différences significatives entre les morphotypes sur les différents caractères agronomiques. Les variables les plus pertinentes qui permettent de décrire la variabilité entre les groupes des morphotypes étudiés sont le poids de gousses par plante (PG/P) ($53,539 \pm 32,79$ g), la longueur moyenne de graines par plante (Lmg/P) ($10,43 \pm 1,06$ mm) et la largeur moyenne de graine par plante. (Lamg/P) ($8,61 \pm 0,87$ mm). Ces caractères analysés peuvent ainsi constituer des critères de base pour différencier les morphotypes et servir pour une étude de variabilité entre les morphotypes de voandzou du Niger.

Mots-clés: Voandzou, *Vigna subterranea* L. verdc, Morphotypes, performance

Agronomic characterization of six (6) morphotypes of voandzou (*Vigna subterranea* L. verdc) cultivated in Niger

Bori Haoua

Chercheur à l'INRAN, Département des Cultures Irriguées, Niger

Naino Jika Abdel Kader

Enseignant-Chercheur au département de Productions Végétales,
Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Maazou Rahila

Université de Diffa, Institut supérieur en Environnement et Ecologie, Niger

Amadou Mounkaila Hamissou

Hachimou Sabo Mahaman Rabiou

Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, Niger

Dan Guimbo Iro

Adam Toudou

Enseignant-chercheur à l'Université Abdou Moumouni de Niamey,
Faculté d'Agronomie, Niger

Abstract

In Niger, the diversity of voandzou is little known but the variability is quite large when certain seed characteristics are considered. The general objective of this study is to evaluate the agro-morphological performance of six (6) morphotypes of voandzou cultivated in Niger in order to identify the most promising morphotypes on the basis of their agronomic and

morphological performance (seed coloring). These morphotypes were chosen following a separation on the basis of their coloration. The morphotypes were then evaluated on the experimental site of the Faculty of Agronomy of Abdou Moumouni University, located in commune 5 of Niamey. The data were collected through an agronomic trial set up on a randomized file system with three (3) blocks, six (6) elementary plots per block. Seven (7) agro morphological characters linked to the components of yield and seed color were studied. Descriptive statistical analysis showed that the coefficients of variation range from 6.5 to 66.3%. The analysis of variance showed significant differences between the morphotypes of the different agronomic characters. The most relevant variables that make it possible to describe the variability between the groups of the morphotypes studied are the weight of pods per plant (PG/P) ($53,539 \pm 32,79$ g), the average length of seeds per plant (Lmg/P) ($10,43 \pm 1,06$ mm) and the average width of seeds per plant (Lamg/P) ($8,61 \pm 0,87$ mm). These analyzed characters can thus constitute basic criteria to differentiate the morphotypes and serve for a study of variability between the morphotypes of voandzou of Niger.

Keywords: Voandzou, *Vigna subterranea* L. verdc, Morphotypes, performance, Niger

Introduction

Le voandzou (*Vigna subterranea* L.verdc) est la troisième culture parmi les légumineuses en Afrique après l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le niébé (*Vigna unguiculata*) (Touré *et al.*, 2013). C'est une espèce qui fait partie des espèces cultivées depuis des millénaires et qui contribue à la sécurité alimentaire des populations les plus pauvres de la planète (Mkandawire, 2007). Les graines sont utilisées comme aliment pour les diabétiques, riches en potassium et autres minéraux comme le Ca, le Fe et le Na (Chandra *et al.*, 2017) elles contribuent à l'amélioration de la qualité de l'alimentation en tant que complément protéique et peuvent aider au maintien de l'organisme en bonne santé (Mbaiogaou *et al.*, 2013). Malgré son importance alimentaire, la production du voandzou à l'échelle mondiale n'est que de 239 607,1 tonnes en 2021, dont un grand pourcentage est produit en Afrique de l'Ouest (FAOSTAT, 2022). Le Niger est l'un des principaux producteurs de voandzou et les superficies occupées par la culture de voandzou varient de 31,4 à 102,961 milles d'hectare entre 2006 et 2022 et le rendement varie de 292kg/ha à 600 kg/ha de 2007 à 2022 (DS / MAE, 2022).

Le voandzou est utilisé pour la fertilisation des sols grâce à sa capacité de fixation de l'azote atmosphérique et donne des rendements moyens allant de 350 à 800 kg/ha dans les régions où le sol est pauvre et la pluviométrie faible (Touré *et al.* 2013). Sous l'effet des sélections naturelle et humaine, ces

variétés locales ont accumulé une diversité morphologique (couleur, rayures, taille) (Amadou *et al.*, 2014) au sein de l'espèce, alors qu'elle pourrait offrir des opportunités dans la conception des programmes de lutte contre l'insécurité alimentaire. Pour atteindre une meilleure connaissance de cette culture, une évaluation agro morphologique a été mener sur 6 morphotypes du voandzou cultivés au Niger.

Matériel et méthodes

Site expérimental

L'essai a été conduit pendant la saison pluvieuse 2023 sur le site expérimental de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Figure 1). Le sol du site est de type sableux avec une faible rétention en eau. Le site est situé entre la Longitude $20^{\circ} 05' 41,06''$; la latitude $13^{\circ} 29' 58,5''$ et l'altitude 184m. La préparation du terrain s'est effectuée le 12 juin 2023 suivie d'un labour manuel le lendemain. La délimitation des unités expérimentales a eu lieu le 14 juin 2023. Quant au semis, il a été réalisé le 19 juin 2023 en raison de deux graines par poquet. Après la germination, l'entretien a consisté essentiellement à irriguer en cas de poche de sécheresse de 5 jours en raison de deux arrosoirs par parcelle. Pour que les mesures soient réalisées sur un seul individu, un démariage a été réalisé au 20^e JAS en raison d'un plant par poquet tout en repiquant les plants arrachés au niveau des poquets vides. Le sarclage et le binage ont été réalisés à la demande. L'épandage du fertilisant (bouse de vache) a été réalisé 30 JAS en raison d'un seau de 20 litres par parcelle. Au cours de cet essai, deux traitements phytosanitaires ont été réalisés, dont l'un avec un biopesticide (à base du neem et du savon noir) au 52^e JAS pour lutter contre les acridiens et l'autre à base d'un fongicide IDEFIX (59^eme JAS) pour lutter contre l'attaque fongique localisé au niveau du site. La récolte a commencé le 4 octobre 2023 et a pris fin le 9 octobre 2023.

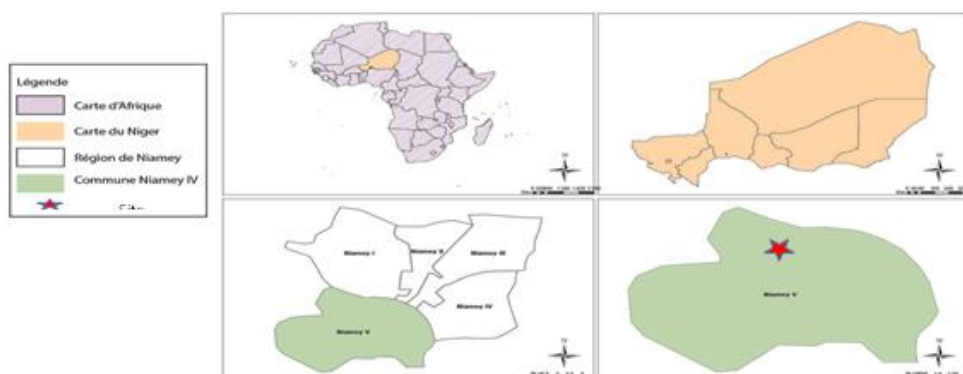


Figure 1 : site expérimental

Matériel

Le matériel végétal utilisé est constitué de six (6) morphotypes de voandzou du Niger dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau 1 et la figure 2.

Tableau 1 : caractéristiques de six morphotypes du voandzou

Morphotypes	Nom local (Haoussa, Zarma)	Couleur des graines	Zone de collecte/ Département
M1	Baka, Ninébi	Noire foncée unie	Dan kassari/dogondoutchi
M3	Koyin zabo, Bossa	Rouge bordeaux unie	Dan kassari/dogondoutchi
M4	Bouhoulata, foulan	Blanche	Douméga/dogondoutchi
M6	Baara, ninékire	Blanc sale avec petits points marron	Dan kassari/dogondoutchi
M7	Badanda	Blanc sale unie	Dan kassari/dogondoutchi
M8	Fara anya	Blanc sale avec rayure marron	Dan kassari/dogondoutchi



Figure 2 : les morphotypes du voandzou étudié

Méthodologie

Dispositif expérimental

L'essai a été installé suivant un dispositif en blocs aléatoires complets. Le dispositif est composé de trois (3) blocs (répétitions) et chaque bloc est composé de six (6) parcelles élémentaires qui ont reçu aléatoirement six (6) morphotypes de voandzou. Chaque parcelle élémentaire est composée de soixante-trois (63) poquets avec un écartement de 20 cm entre deux (2) poquets consécutifs et de 20 cm entre deux (2) lignes de semis consécutives. Les observations ont porté sur la parcelle utile qui contient quinze (15) poquets. Les paramètres mesurés sont le nombre de gousses par plante (NG/P), le poids de gousses par plante (PG/P), la longueur moyenne d'une graine par plante (Lmg/P), la largeur moyenne d'une graine par plante (LamG/P), le

pois de 100 graines (PCg), le rendement en graines sec (RgS) et la couleur des graines (Cg).

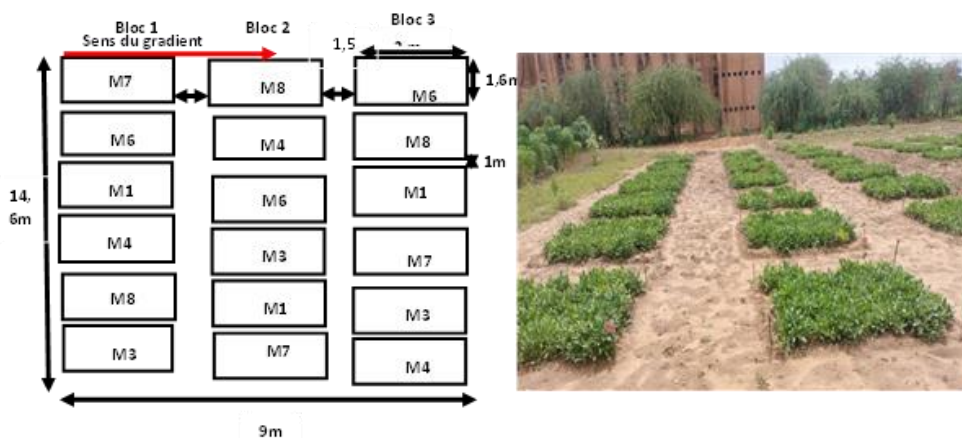


Figure 3 : dispositif expérimental

Analyse des données

Les données ont été collectées et saisies dans un tableau Excel. Pour chaque caractère étudié, l'analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5% de probabilité a été réalisée pour comparer les moyennes entre morphotypes. Lorsqu'une différence significative est révélée entre morphotype pour un paramètre donné, l'ANOVA a été complétée par le test de la plus petite différence significative (ppds). Ce test (ppds) a permis d'identifier le ou les morphotypes qui diffèrent significativement des autres. Tous les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT V.2023 et R 4.2.2.

Résultats

Caractéristiques du rendement des six morphotypes étudiés

Le tableau 2 présente les résultats de l'analyse de variance pour les paramètres : Nombre de gousses par plante (NG/P), Poids des gousses par plante (PG/P), Poids de 100 graines (PCg) et le rendement en graines sèches (RgS).

L'analyse de variance des données du nombre de gousses par plante (NG/P), n'a pas montré de différence significative ($P.value = 0,40$). Sa valeur varie suivant les morphotypes de 29,47 (M8) à 40,36 (M7) avec une moyenne générale de $34,837 \pm 20,241$ et un coefficient de variation de 55,4% (Tableau 2).

Pour le poids des gousses par plante (PG/P), il ressort de l'analyse une différence hautement significative ($P.value < 0,001$) avec une valeur qui varie de 36,02 (M4) à 72,66 g (M6). La moyenne a été de $53,539 \pm 32,79$ g et un coefficient de variation de 66,3% (Tableau 2).

L'analyse de variance des données du poids de 100 graines (PCg), ne montre pas de différence significative entre les morphotypes étudiés ($P.value = 0,42$). La valeur de ce paramètre varie de 53,09 (M4) à 79,85 g (M6) avec une moyenne de $65,515 \pm 10,08$ et un coefficient de variation de 16,07%. Aussi pour le rendement en graines sèches (RgS), l'analyse n'a pas montré de différence significative entre les morphotypes étudiés ($P.value = 0,42$). Sa valeur varie de 1779,51 (M8) à 3388,88 kg/ha (M6) avec une moyenne de $2339,467593 \pm 505,55$ et un coefficient de variation de 22,17% (Tableau 2).

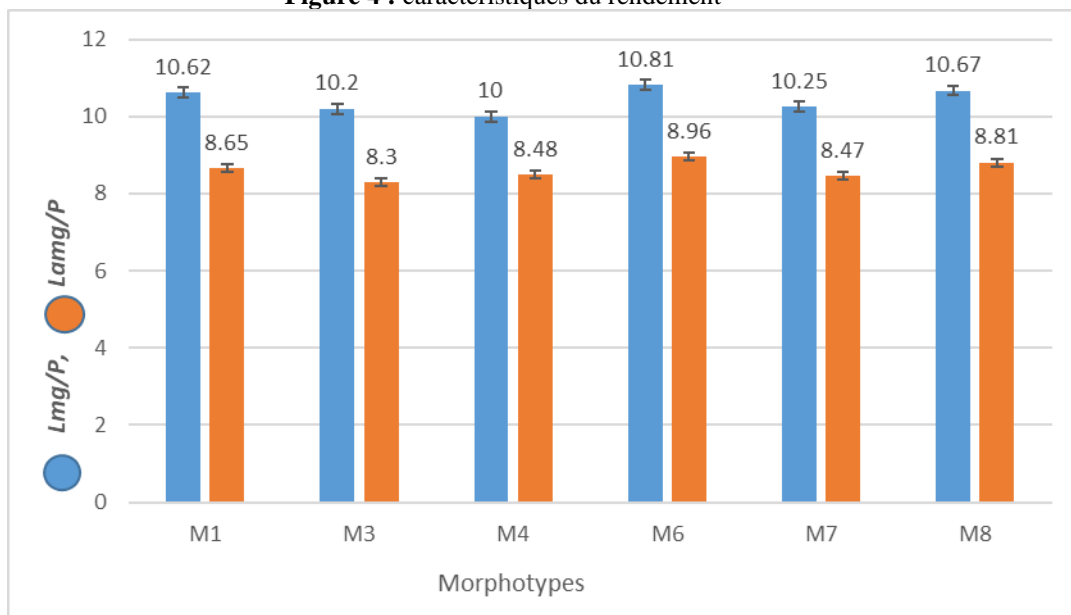
Tableau 2 : caractéristiques du rendement

Traitements	NG/P (Nombre)	PG/P (g)	PCg (g)	RgS (kg/ha)
M1	35,69 a	46,28 ab	63,71 a	2389,23 a
M3	36,94 a	48,04 ab	64,23 ab	2289,23 b
M4	31,80 a	36,02 a	53,09 c	1890,97 a
M6	34,78 a	72,66 a	79,85 b	3388,88 a
M7	40,36 a	52,40 ab	57,96 a	2298,95 a
M8	29,47 a	51,45 ab	74,25 bc	1779,51 b
MOYENNE	34,84	53,539	65,52	2339,46
EC	19,35	32,79	10,08	505,55
CV (%)	55,4	66,3	16,07	22,17
P.value	0,40	<0,001	0,42	0,42

La figure n°4 présente les résultats de l'analyse de variance pour les paramètres : Longueur moyenne d'une graine par plante (Lmg/P), largeur moyenne d'une graine (Lamg/P).

L'analyse de variance des données de la longueur moyenne d'une graine par plante (Lmg/P) révèle une différence hautement significative ($P.value < 0,001$). La valeur de ce paramètre varie de 10,00mm (M4) à 10,81mm (M6) avec une moyenne de $10,43 \pm 1,06$ mm et un coefficient de variation de 10,1%. Pour le paramètre largeur moyenne d'une graine (Lamg/P), l'analyse des données statistiques montre une différence significative ($P.value < 0,05$) avec une valeur qui varie de 8,3 (M3) à 8,81 mm (M8), une moyenne de $8,61 \pm 0,87$ mm et un coefficient de variation de 10,1% (Figure n°4).

Figure 4 : caractéristiques du rendement

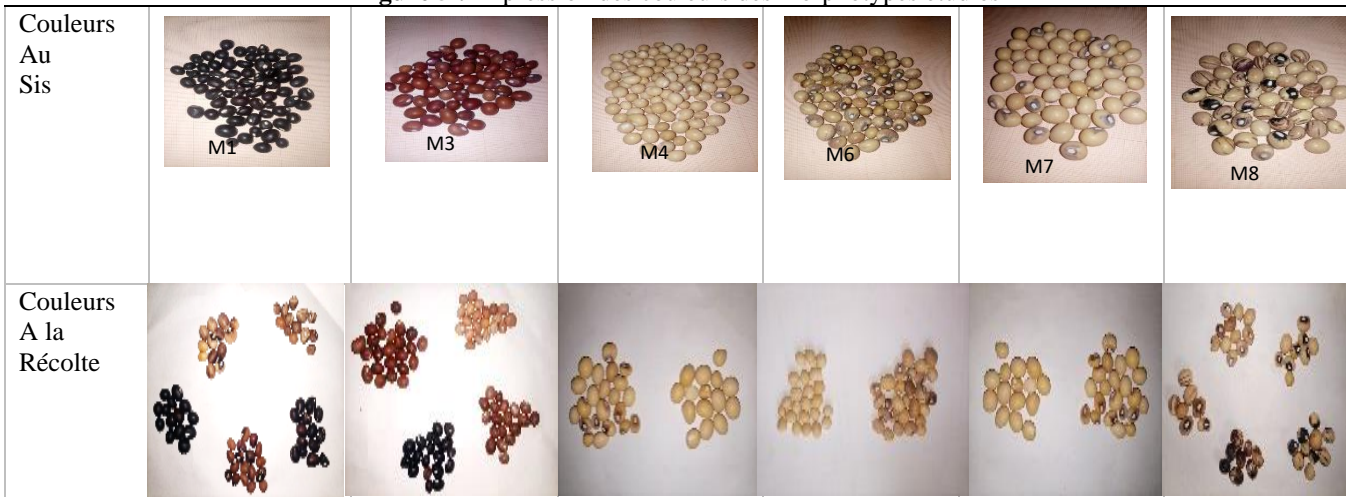


*Lmg/P, longueur moyenne de graines par plante ;
Lamg/P, largeur moyenne de graine par plante*

Présentation du caractère couleur des graines (Cg)

Après récolte et séchage des graines au soleil, l'observation des couleurs des graines (Cg) (Figure 5) obtenues indique que des morphotypes M1(noire) cinq (5) morphotypes de couleurs différentes (Noir, chocolat avec contour blanc sale, blanc sale tacheté du chocolat avec contour noir, noire tacheté du blanc sale, marron avec contour noir) ont été obtenus. De M8(Blanc sale avec rayure marron), cinq (5) morphotypes de couleurs différentes (Blanc sale avec rayure marron, blanc sale tacheté du marron avec contour gris, blanc sale avec contour noir, blanc sale avec rayure noire, blanc sale tacheté du noir et du marron) ont été obtenus. Du morphotype M3 quatre (4) morphotypes de couleurs différentes (Rouge bordeaux unie, saumon, chocolat avec contour blanc sale, noire) ont été obtenus. Des morphotypes M4(blanche) et M6 (Blanc sale avec petits points marron) deux (2) morphotypes de couleurs différentes (blanche et Blanc sale avec petits points marron) ont été obtenus pour chacun d'eux. Du morphotype M7 deux (2) morphotypes de couleurs différentes (blanche et blanc sale) ont été obtenus.

Figure 5 : Expression des couleurs des morphotypes étudiés



: Même couleur que le morphotype semé

Discussion

L'évaluation des caractéristiques du rendement montre que les paramètres nombre de gousses par plante (NG/P) et le poids des gousses par plante (PG/P) interagissent entre eux, plus le NG/P augmente plus le PG/P augmente. En effet le paramètre NG/P a un coefficient de variation qui est significativement élevé (CV =55,4) et un nombre maximal de gousse a été de 146 gousses par plante. Ce résultat est inférieur à celui obtenu par Sévérin et Yao, (2011) dans leur étude sur la variabilité morphologique et agronomique des variétés traditionnelles de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc.] réalisée sur 101 variétés en Côte d'Ivoire, avec un maximum de 245 gousses par plante. Amadou *et al.*, (2018) ont obtenu un nombre maximal de 48 gousses par plante avec 14 variétés dans une étude similaire mais dans des conditions climatiques et édaphiques différentes. Au vu de ces résultats obtenus en fonction des zones d'étude qui diffèrent selon la pluviométrie, ceci montre que le nombre de gousses par plante varie suivant la satisfaction du besoin en eaux de la culture notamment pendant la phase de floraison, car le moment de la floraison est un facteur décisif pour le rendement du voandzou selon Mathias (2003). Cet auteur a affirmé que les périodes critiques pour les besoins en eau du voandzou sont la floraison et la fructification, car une interruption de pluie de 20 jours après la formation des fleurs est néfaste pour la culture.

L'analyse des données pour cette étude a aussi montré une différence significative entre les morphotypes en ce qui concerne la longueur moyenne des graines par plante (Lmg/P) ($10,43 \pm 1,06$ mm) et la largeur moyenne des graines (Lamg/P) ($8,61 \pm 0,87$ mm). Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Baina *et al.*, (2023) dans leur étude sur la Variabilité agro

morphologique de 81 accessions de Voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] au Niger dont ($16,40 \pm 7,84$) pour la Lmg/P et ($13,93 \pm 6,55$) pour la Lamg/P. Pour le poids de 100 graines (PCg), il n'existe pas de différence significative entre les morphotypes (P.value = 0,42). Ce résultat contredit les résultats obtenus par Saley et *al.*, (2022) (P.value <0,001).

Au regard des rendements en grains (RgS), il se dégage de cette étude un Coefficient de variation de 22,17%, ceci montre qu'il n'existe pas une très grande variabilité génétique entre les morphotypes en termes de rendement en grains. Cependant, le rendement enregistré est de l'ordre de 3388,8 kg/ha obtenu au niveau du morphotype M6 dont le plus faible rendement est obtenu au niveau du morphotype M8 avec un rendement de 1779,51 kg/ha. Ces rendements sont supérieurs à ceux cités dans certaines littératures. En effet, la production voandzou varie de 650 à 850 kg/ha dans de nombreux pays semi-arides (Linnemann et Azam-Ali, 1993). Par exemple, les rendements suivants ont été rapportés : 940 kg/ha au Burkina Faso, 672 kg/ha au Mali et 574 kg/ha au Ghana. Vu l'irrégularité des pluies dans la zone d'étude, le gain de rendement (moyenne = 2339,467593kg/ha) obtenu dans cette étude pourrait être expliqué par l'utilisation d'irrigation comme une alternative en cas de déficit de pluviométrie afin de répondre au besoin en eaux de cette culture.

Après le séchage des graines au soleil, l'observation de la couleur des graines (Cg) a révélé que chaque morphotype étudié présentait un ou plusieurs morphotypes différents à la récolte. Le mode de reproduction des plantes pourrait expliquer les différences de couleur obtenues à la récolte, mais à partir de cette étude il est difficile de tirer des conclusions définitives. Ces variations de couleur des graines après séchage pourraient aussi refléter une diversité génétique au sein des morphotypes de voandzou étudiés, mais elles pourraient également être dues à des facteurs environnementaux ou à des conditions de croissance spécifiques. Il serait donc pertinent de conduire des essais supplémentaires dans des conditions contrôlées et répétées pour mieux comprendre ces variations de couleur.

Conclusion

La présente étude met en lumière une remarquable diversité génétique parmi les morphotypes de voandzou étudiés du Niger. L'expression des caractères observés révèle une variabilité substantielle entre ces morphotypes, englobant même les aspects qualitatifs. Cette variabilité offre des perspectives prometteuses pour l'amélioration de la culture du voandzou. Les rendements en graines obtenus pour tous les morphotypes étudiés sont significativement élevés. Il est à noter que le morphotype M6 se distingue par ses performances supérieures en termes du nombre de gousses par plante (NG/P), du poids des gousses par plante (PG/P), du poids de 100 graines (PCg), du rendement en graines sèches (RgS) et de la longueur moyenne d'une graine par plante

(Lmg/P). En raison de cette capacité productive des morphotypes du voandzou du Niger, une amélioration par sélection directe pourrait être possible pour tous les paramètres étudiés.

Conflit d'intérêt : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : l'expérimentation a été financée par le projet SUSTLIVES.

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par l'INRAN et la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey ainsi que l'équipe SUSTLIVES, et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été suivis.

References:

1. Amadou, H., Hadjara, A., Agali, A., Mansour, A., & Zoubeirou A. 2018. Analyse de la diversité des rhizobiums nodulant trois morphotypes Nigériens de Voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) par la technique de PCR-RFLP, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 24, pp. 742-754.
2. Amadou, H. I., Yacouba, B., Zabeirou, A. M., Ali, D., Ibrahim, M.B. 2014. Diagnostique participative de la diversité des morphotypes et de connaissances locales en matière de culture du voandzou (*Vigna subterranea* (L)) au Niger. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 9: 1915–1925.
3. Chandra, K., Nandini, R., Pranesh, C.B.K., Gobu, R. 2017. Improving nutritional security of India through a potential underutilized legume-Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *Environmental Ecology* 35(2): 606– 610. <http://www.environmentandecology.com/>
4. Baina, D.J., Mourtala, I.Z., Abdou, M.M., & Yerima. A.I.B., 2023. Étude de la Variabilité agro morphologique de 81 accessions de Voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] au Niger. *J. Appl. Biosci.* Vol : 183, 2023
5. Direction des Statistiques et Ministère de l'Agriculture et d'Elevage, 2022. Rapport d'évaluation de la campagne agricole d'hivernage 2022 et perspectives alimentaires 2022/2023, Janvier 2023. 52p
6. FAOSTAT, 2022. Production of composita in selected country, production share by region and production of top 10 producers. FAO. Viewed 24 Novembre 2022.

7. Linneman, Q. R., & Azam-Ali, S. 1993. Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) littérature review: a revised and updated bibliography. Wageningen Agricultural University. Trop. Crops commun. 124 p.
8. Mathias, K. 2003. Fiche Technique Voandzou, Article 1818, 3pages
9. Mbaïogaou, A., Héma, A., Ouédraogo, M., Palé, E., Naitormbaide, M., Mahamout, & Nacro, M. 2013. Etude comparative des teneurs en polyphénols et en antioxydants totaux d'extraits de graines de 44 variétés de voandzou (*Vigna subterranea* (L.)Verdcourt). Int.J. Biol.ChemSci.,7(2): 861-871.DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.41>
10. Ministère de l'Agriculture Secrétariat Général Direction des statistiques, 2023. Rapport d'évaluation de la campagne agricole d'hivernage 2022 et Perspectives Alimentaires 2022/2023
11. Mkandawire, CH. 2007. Review of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) production in Sub-Sahara Africa. Agricultural Journal, 2(4):464470. DOI: <http://med-welljournals.com/abstract/?doi=aj.2007.464.470>.
12. NDIANG, Z., Bell, J.M., Missoup, A.D., Fokam, P. E., & Amougou, A. 2012. Étude de la variabilité morphologique de quelques variétés de voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verde) subterranea (L.) Verdc). Food Chemistry, 68: 273-276
13. Saley, M. D., Amadou, H. I., Boubacar, M. M., & Boukar, K. 2022. Caractérisation agro-morphologique de 30 accessions de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc] cultivées dans la zone soudanienne du Niger. International Journal of Innovation and Applied Studies36: 553–563. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
14. Sévérin, B., & Djé, Y. 2011. Variabilité morphologique et agronomique des variétés traditionnelles de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc.(fabaceae)] De Cote d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences. 12p.
15. Touré, Y., Mongomaké, K., Souleymane, S., & Yatty, J. K. 2013. prospections, collecte et caractérisation agro-morphologique des morphotypes de voandzou [*vigna subterranea* (L.) verde. (Fabaceae)] de la zone savanicole en Côte d'Ivoire European Scientific Journal August 2013 édition vol.9, pp : 308-325