



Étude de la variabilité morphologique de quelques variétés de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] au Cameroun

NDIANG Zénabou^{1*}, BELL Joseph Martin², MISSOUP Alain Didier³, FOKAM Paul Ernest² et AMOUGOU AKOA²

¹Laboratory of Plant Ecology, Department of Botany, Faculty of Science, The University of Douala, Po.Box.24157, Cameroon.

²Department of Biology and Plant Physiology, Faculty of Science, The University of Yaoundé I, Po.Box.812, Cameroon.

³Department of Animal Biology, Faculty of Science, The University of Douala, Po.Box.24157, Cameroon.

*Auteur pour correspondance: Tél : +237 77987652 Email : ndizena@yahoo.fr

Original submitted in on 15th November 2012. Published online at www.m.elewa.org on 31st December 2012.

RESUME

Objectif : Le présent travail a pour objectif de rechercher le niveau de diversité de l'espèce par l'étude de la variabilité morphologique de quelques variétés de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] et de proposer des stratégies de sélection pour son amélioration.

Méthodologie et résultats : Les graines de dix morphotypes de voandzou (NOR1, NOR2, NOR4, NOR5, NOR6, NOR7, NOR8, NOR9, NOR1Y et NOR2Y) obtenues dans les Régions du Nord et du Centre, par sélection phénotypique basée sur les colorations des graines sont utilisées. Vingt-deux caractères agro morphologiques (16 caractères quantitatifs et 6 caractères qualitatifs) sélectionnés parmi la liste des descripteurs du voandzou ont été évalués. Afin de spécifier les différents groupes, une analyse factorielle discriminante (AFD) et une analyse factorielle de correspondance (AFC) ont été effectuées. Les résultats indiquent une importante variabilité entre les morphotypes. L'AFC établit que la couleur de la graine est propre à NOR5, la texture de la gousse à NOR7, la couleur du pétiole à NOR2. L'AFD a mis en évidence quatre groupes de variétés (I, II, III et IV). Tous les morphotypes ont un cycle semis-maturité de 90 jours dans nos conditions expérimentales.

Conclusion et perspectives : Les variables les plus pertinentes qui permettent de décrire la variabilité entre les groupes sont la hauteur de la plante et la longueur des entrenœuds. Les caractères analysés peuvent ainsi constituer des critères de base pour différencier les variétés des autres régions et servir pour une étude de variabilité entre les variétés de voandzou du Cameroun.

Mots clés. *Vigna subterranea*, caractères morphologiques, morphotypes, diversité.

ABSTRACT

Objective: A study on morphological variability of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] in Cameroon was conducted to assess the level of diversity of this species and in order to set up selection strategies for improvement.

Methodology and results: the seeds of ten varieties of Bambara groundnut (NOR1, NOR2, NOR4, NOR5, NOR6, NOR7, NOR8, NOR9, NOR1Y and NOR2Y) got in the North and Centre Regions by phenotypic

selection based on seed colors were used. Twenty two agro morphological characters (16 quantitative characters and 6 qualitative characters) selected among the descriptors of Bambara groundnut was evaluated. To specify the groups, a factorial discriminant analysis and a factorial correspondent analysis was done. Statistical analyses show an important variability among morphotypes. Factorial correspondent analysis establishes that the seed color was linked to NOR5, pod texture to NOR7, petiole color to NOR2. The factorial discriminant analysis showed four diverse groups (I, II, III and IV). All morphotypes was characterized by a short maturing date to 90 days after sowing in our experiment.

Conclusion and perspectives: the variables that permit to define the variability among the ten groups were plant height and internode length. The characters analyzed constitute the main criteria to differentiate morphotypes on others regions and to serve for a study of variability among morphotypes of Bambara groundnut from Cameroon.

Key words: *Vigna subterranea*, morphological characters, morphotypes, diversity

INTRODUCTION

Le voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] encore appelé pois de terre, est une légumineuse alimentaire mineure d'Afrique sub-saharienne adaptée à diverses conditions climatiques et écologiques. C'est une plante hautement calorique (387 kcal/100 g), riche en vitamines, en éléments minéraux et en protéines (Minka et Bruneteau, 2000 ; Amarteifio et al. 2006 ; Onwubiko et al., 2011). Cette valeur nutritive fait d'elle un excellent complément des céréales et tubercules qui sont à la base de l'alimentation en Afrique sub-saharienne. Le voandzou joue un rôle sur l'augmentation de la biodisponibilité du phosphore même dans les ferralsols par le biais de sa capacité de fixation de l'azote (Andriamananjara, 2011). En dépit de ces nombreux avantages, le voandzou fait toujours partie des espèces négligées et peu utilisées dans les programmes de sélection variétale (Zerihun Tadele. 2009). Sa

culture n'a d'importance qu'au cours des périodes de soudure. Pourtant, cette plante offre d'énormes potentialités d'amélioration grâce à sa diversité génétique retrouvée dans des milliers d'accessions récoltées à travers le monde (Basu et al., 2004 ; Ntundu et al., 2004 ; Djè et al., 2005 ; Bonny et Djè Yao, 2011). Au Cameroun, aucun travail n'est encore mené sur l'amélioration du voandzou. Les stratégies de sélection envisageables pour son amélioration génétique nécessitent une bonne connaissance de la diversité génétique qui s'est accumulée au sein des variétés traditionnelles sous l'effet des sélections naturelle et humaine. Les morphotypes cultivés par les paysans méritent une investigation poussée pour mieux les discriminer. L'objectif de cette étude est d'évaluer la diversité morphologique des variétés traditionnelles de voandzou au Cameroun.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude : La zone d'étude est située au quartier Ndogbong à Douala (latitude : 03°40' - 40°11'N; longitude : 09°16' - 09°52'E; altitude: 13 m). Le climat de Douala appartient au domaine équatorial d'un type particulier dit « camerounien » qui se caractérise par deux saisons avec une longue saison de pluies (au moins 9 mois), des précipitations abondantes (environ 4000 mm par an), des températures élevées (26,7 °C) et stables. La moyenne minimale de température à

Douala sur les 30 dernières années est de 22,6 °C en juillet et la moyenne maximale de température de 32,3 °C en février. L'humidité relative de l'air reste élevée toute l'année et voisine de 100 % (Din et al., 2008).

Matériel végétal : Les graines de dix variétés de voandzou sont obtenues auprès des commerçants dans les marchés locaux. Elles sont choisies par sélection phénotypique basée sur leur coloration (Tableau 1, Figure 1).

Tableau 1. Caractéristiques des graines des différentes variétés du voandzou obtenues sur les marchés locaux

N°	Dénomination	Localité de la collecte	Caractéristiques	
			Couleur du tégument	Couleur et forme de l'œil
1	NOR1	Garoua (Nord)	Crème ivoire	œil gris en forme de papillon
2	NOR1Y	Yaoundé (Centre)		
3	NOR2	Garoua (Nord)	Crème ivoire unie	sans œil
4	NOR2Y	Yaoundé (Centre)		
5	NOR4	Garoua (Nord)	rouge	sans œil
6	NOR5	Garoua (Nord)	marron avec taches noires	Sans œil
7	NOR6	Garoua (Nord)	Crème ivoire avec fines taches brunes	œil gris en forme de papillon
8	NOR7	Garoua (Nord)	Crème ivoire panachée de rayures marron sur les côtés	œil gris en forme de papillon
9	NOR8	Garoua (Nord)	Crème ivoire panachée de rayures noires sur les côtés	œil gris en forme de papillon
10	NOR9	Garoua (Nord)	Crème ivoire	œil noir de forme irrégulière

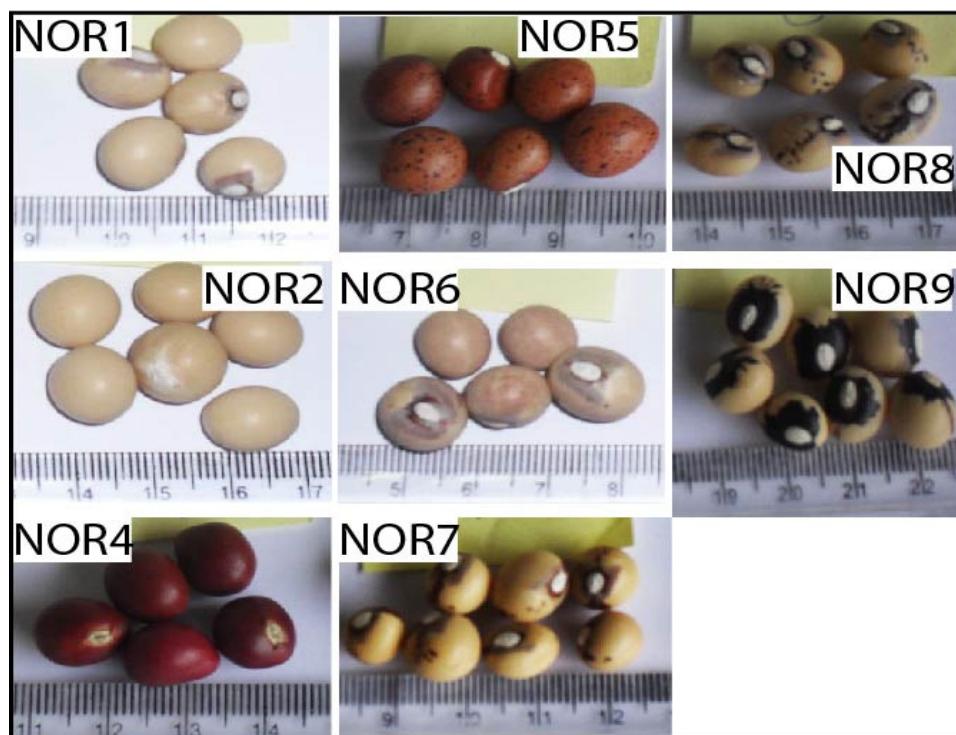


Fig. 1 : Photos des graines de voandzou

Méthodes : Les graines sont semées en culture pure sur un terrain en jachère en septembre 2011. Elles sont enfouies dans le sol à 3 cm de profondeur avec un espacement de 25 cm dans des billons espacés de 40 cm. Le dispositif expérimental est constitué de 3 rangées de 5

plantes par variété, disposées au hasard dans la parcelle expérimentale. La prise des données est faite selon les indications de la liste des descripteurs du voandzou (IPGRI/IITA/BAMNET, 2000).

Vingt-deux caractères agro morphologiques sont sélectionnés parmi les descripteurs du voandzou pour caractériser et évaluer les différentes variétés (Tableau 2). Toutes les mesures sont faites sur 10

plantes de chaque variété, en respectant les périodes de collecte des données et les indications de la liste des descripteurs du voandzou (IPGRI/IITA/BAMNET, 2000).

Tableau 2 : Variables quantitatifs et qualitatifs utilisées pour évaluer les dix variétés locales de voandzou

Caractères quantitatifs		Caractères qualitatifs	
1	Emergence (JAS)	17	Texture de la gousse
2	Longueur du pétiole (mm)	18	Couleur de la graine
3	Longueur des entrenœuds (mm)	19	Type de développement
4	Circonférence de la plante (cm)	20	Couleur des tiges
5	Hauteur de la plante (cm)	21	Couleur du pétiole
6	Longueur de la foliole terminale (mm)	22	Forme de la gousse
7	Largeur de la foliole terminale (mm)		
8	Nombre de feuilles par plante		
9	Date de première floraison (JAS)		
10	Date de 50% floraison (JAS)		
11	Nombre de nœuds par tige		
12	Nombre de tiges par plante		
13	Nombre de gousses par plante		
14	Nombre de graines par gousse		
15	Poids de 100 graines (g)		
16	Durée du cycle (JAS)		

Afin de tester la variabilité morphologique entre les principaux groupes identifiés, une analyse factorielle discriminante (AFD) entre les dix morphotypes définis à priori a été effectuée. L'analyse a été réalisée sur 9 variables quantitatives pour lesquelles les valeurs ont été transformées en log 10 dans le but de les normaliser : type de développement, longueur du pétiole (mm), longueur des entrenœuds (mm), circonférence de la plante (cm), hauteur de la plante (cm), longueur de la foliole terminale (mm), largeur de la foliole terminale (mm), nombre de nœuds par tige, nombre de tiges par plante. Les autres variables ont

été éliminées à cause de la faible variabilité de leurs valeurs au sein du même groupe. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel STATISTICA version 6.0. L'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) est réalisée pour les caractères qualitatifs dont les différents états sont codés de 1 à n en fonction de leur nombre chez chaque morphotype. Cette analyse permet de déterminer éventuellement les caractères qui spécifient certains morphotypes. Elle permet de voir la proximité des variétés et la distribution des caractères entre elles.

RESULTATS

Les observations faites à partir des caractères qualitatifs montrent que chaque caractère peut avoir plus d'une modalité. Les variétés NOR1, NOR5, NOR7, NOR8, NOR9, NOR1Y et NOR2Y ont des tiges dressées ($P/E > 9$), NOR2 et NOR6 ont des tiges semi-dressées ($P/E = [7-9]$), tandis que NOR 4 a des tiges rampantes ou étalées ($P/E < 7$). Les tiges et les pétioles sont de couleur verte chez les variétés NOR2 et NOR2Y et rouge chez la variété NOR4. Les autres variétés ont les tiges de couleur rouge et les pétioles verts. Les gousses ont une forme sans point chez NOR2 et NOR2Y, une forme ronde se terminant par un point de l'autre côté de la gousse chez les variétés NOR1, NOR4, NOR5, NOR6, NOR8 et NOR1Y. Une autre forme se terminant par un point avec une anse de l'autre côté de la gousse caractérise les variétés NOR7 et NOR9. Les gousses des variétés NOR2, NOR6, NOR8 et NOR2Y ont une texture lisse. Les variétés NOR1, NOR4 et NOR1Y ont une texture avec de nombreuses rainures tandis que NOR5 n'en a que

quelques unes. Les variétés NOR7 et NOR9 ont de nombreux plis sur leurs gousses. Les graines récoltées ont les mêmes couleurs que celles des graines semées au début de l'essai. La correspondance entre les variétés et les caractères montre qu'il y a des caractères qui sont propres à certaines variétés. La couleur de la graine est propre à NOR5 alors que la texture de la gousse est liée à NOR7. La couleur du pétiole est associée à NOR2 (Figure 2). Lorsque les caractères sont pris ensembles, certaines variétés sont proches les unes des autres. Ainsi, NOR2 et NOR2Y forment un premier sous-groupe ; NOR1, NOR1Y NOR7 et NOR9 définissent un 2^e sous-ensemble et enfin un 3^e sous-groupe regroupe NOR6 NOR4 NOR5 et NOR8 (Figure 2). Le dendrogramme de relation entre les variétés de voandzou sur la base de la distribution des caractères qualitatifs précise l'existence des trois groupes et la proximité des variétés dans chacun des groupes (Figure 3).

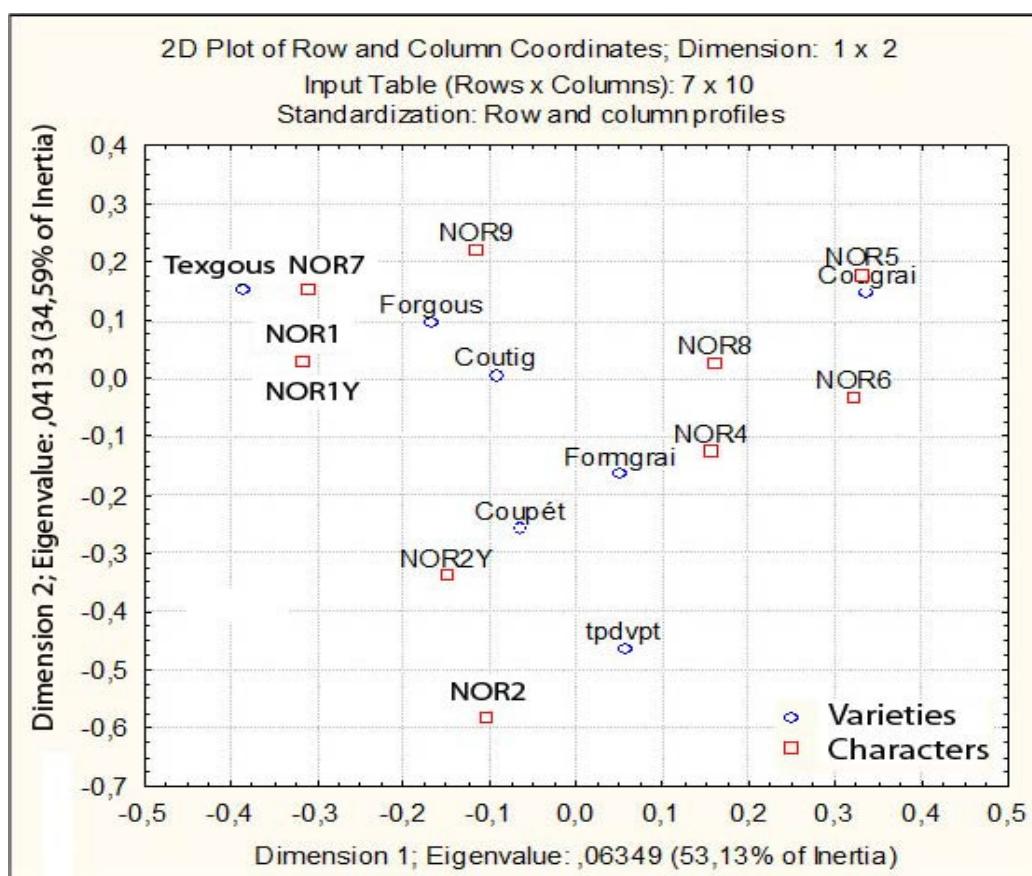


Figure 2 : AFC montrant la distribution des caractères entre les dix variétés de voandzou

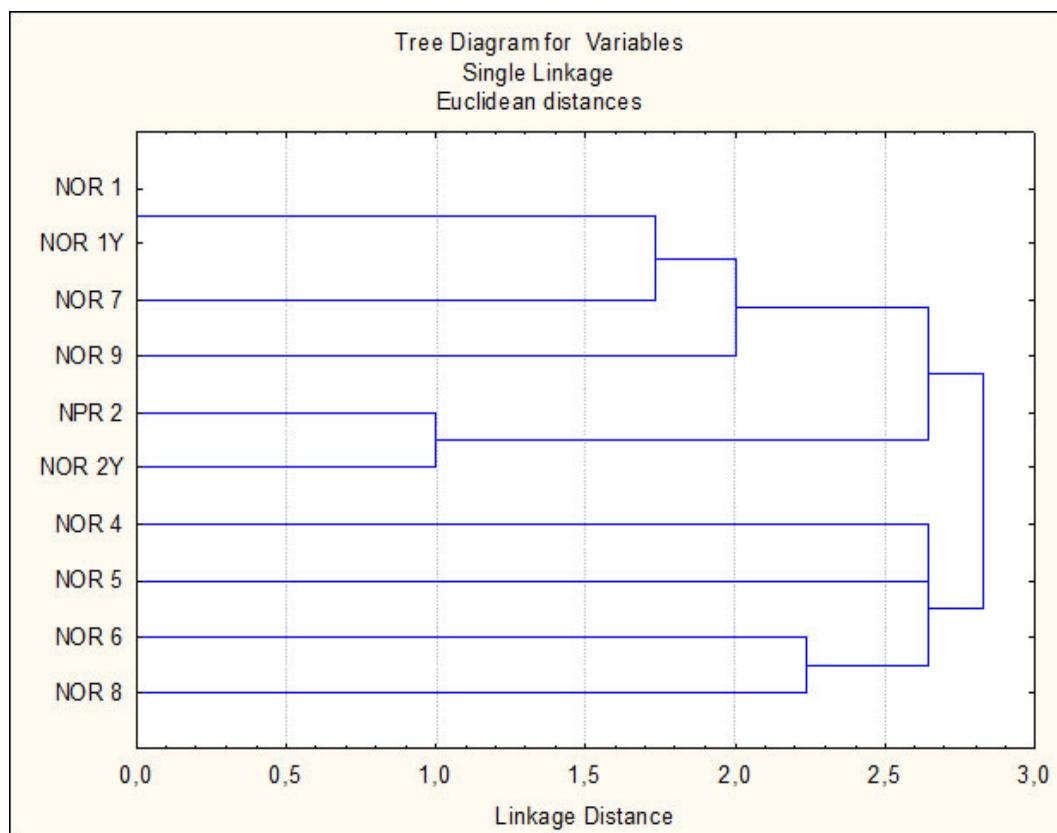


Figure 3 : Dendrogramme de relation entre les variétés de voandzou sur la base de la distribution des caractères qualitatifs

Sur les 16 caractères quantitatifs, la date de 50 % de floraison, le poids de 100 graines et la durée du cycle ne montrent aucune différence entre les morphotypes évalués dans cette étude. Les différences ne sont pas significatives pour la circonférence de la plante, la longueur du pétiole, le nombre de graines par gousse, la longueur de la foliole terminale, la largeur de la foliole terminale et le nombre de nœuds par tige. L'émergence des plantules qui s'étale entre 5 et 8 jours après le semis montre une différence significative entre les variétés étudiées. La hauteur des plantes varie entre 20 et 38 cm. Les variétés NOR2 et NOR8 ont le plus petit nombre de tiges, soit 5 tiges en moyenne contre 10 tiges chez NOR7. Les variétés NOR7 et

NOR8 fleurissent respectivement entre 38 et 55 JAS. Le nombre de feuilles est compris entre 33 (NOR4) 73 (NOR2Y) alors que la longueur de l'entrenœud varie entre 27,94 mm chez NOR4 et 9,76 mm chez NOR1Y. Ces deux variables montrent des différences significatives entre les variétés (Tableau 2). Le poids de 100 graines est compris entre 52 (NOR7) et 82 g (NOR 2). Les variétés étudiées ont une durée de cycle de 90 JAS à Douala. Le nombre de gousses par plante varie entre 8 pour NOR1Y et 22 pour NOR4. Les morphotypes qui produisent un nombre important de gousses sont NOR4, NOR7, NOR8 et NOR2Y avec une différence significative entre les variétés (Tableau 2).

Tableau 2 : Probabilités indiquant le seuil de signification de la variabilité entre les morphotypes étudiés en fonction des caractères quantitatifs

Caractères évalués	valeur de P
Emergence	< 0,001
1 ^e Floraison	< 0,001
Nombre de feuilles	< 0,001
50% floraison	
Nombre de gousses	< 0,001
Nombre de graines	0,05
Hauteur de la plante	< 0,001
Circonférence de la plante	0,041
Longueur du pétiole	0,68
Longueur de l'entrencéud	< 0,001
Longueur de la foliole terminale	0,22
Largeur de la foliole terminale	0,05
Nombre de tiges	< 0,001
Nombre de nœuds par tige	0,05
Poids de 100 graines	
Durée du cycle	

Tableau 3 : Pourcentages de divergences morphologiques obtenues entre les groupes identifiés au cours de cette étude.

	NOR 1	NOR 2	NOR 4	NOR 5	NOR 6	NOR 7	NOR 8	NOR 9	NOR 1Y
NOR 1									
NOR 2	0,001825								
NOR 4	0,000023	0,000024							
NOR 5	0,001086	0,000003	0,000002						
NOR 6	0,100295	0,002288	0,002129	0,035643					
NOR 7	0,021182	0,002474	0,000006	0,033213	0,095690				
NOR 8	0,001550	0,223153	0,000001	0,000000	0,000101	0,000077			
NOR 9	0,007520	0,001337	0,016583	0,000088	0,034845	0,000724	0,000255		
NOR 1Y	0,000805	0,012200	0,000000	0,000000	0,000087	0,000719	0,273586	0,000017	
NOR 2Y	0,175595	0,016814	0,000400	0,002635	0,674548	0,134165	0,001559	0,009192	0,000760

Les divergences morphologiques entre les morphotypes ont été identifiées (Tableau 3). Ces différences relèvent des neuf variables qui permettent de distinguer les dix morphotypes définis à priori pour l'AFD. Ces neuf variables sont statistiquement différentes (Lambda de Wilk: 00454 ; F (81,215)=3,4738 ; p < 0,00001). L'hypothèse H_0 de l'égalité des moyennes est rejetée. L'existence des

divergences morphologiques au sein des groupes est acceptée. En plus, toutes les valeurs des probabilités obtenues avec NOR4 et NOR5 sont significativement différentes (Tableau 2). Toutefois, la distribution des points sur le plan 1-2 (Figure 4) montre un recouvrement entre les nuages de points de chacune des dix variétés.

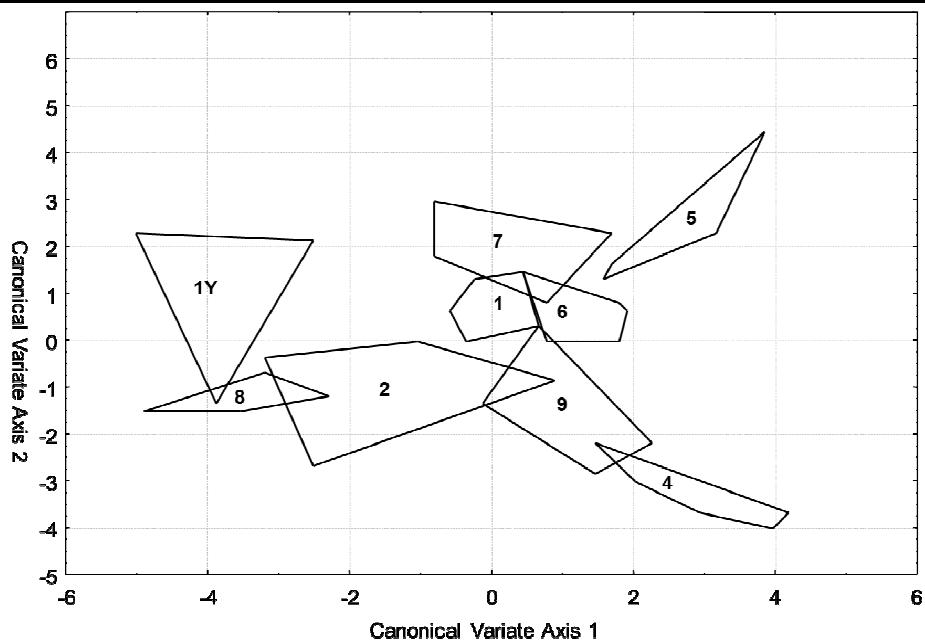


Figure 4 : Représentation des quatre groupes de variétés de voandzou sur les axes canoniques 1-2 de l'AFD

Au total, 100 % des individus chez les variétés NOR2, NOR4 et NOR8 sont bien classés au sein de leurs nuages de points respectifs tandis que ceux des variétés NOR5, NOR6, NOR9 et NOR2Y sont discriminés à 60 %. L'axe canonique 1 qui exprime 48,86 % de la variance totale discrimine les groupes. Les valeurs de corrélations aux axes (Tableau 4) indiquent que l'axe 1 est mieux corrélé avec les variables hauteur de la plante ($r = 0,578$), longueur des

entrenœuds ($r = 0,408$) et nombre des tiges ($r = 0,404$). La variabilité entre les groupes définis à priori a permis de discriminer les variétés en 4 groupes. Les variétés NOR1Y et NOR8 forment un premier groupe, NOR2 se trouve seul dans le deuxième groupe, NOR2Y, NOR7, NOR1, NOR9 et NOR6 forment un troisième groupe, alors que les variétés NOR5 et NOR4 forment le quatrième groupe (Figures 4 et 5).

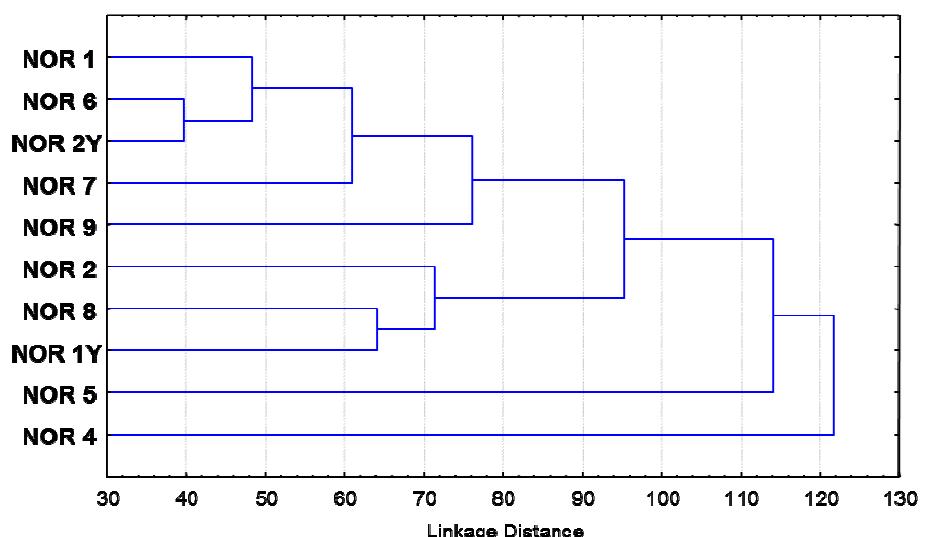


Figure 5 : Dendrogramme montrant les relations entre les variétés de voandzou sur la base de la distribution des caractères quantitatifs

L'axe 2 exprime 40,86 % de la variance totale et tend à discriminer quatre groupes. Le premier groupe comprend la variété NOR4 et le second réunit NOR2, NOR8 et NOR9. Les variétés NOR5 et NOR7 forment le troisième groupe tandis que le quatrième regroupe

NOR1, NOR1Y, NOR2Y et NOR6. Cet axe est corrélé positivement aux variables hauteur de la plante ($r = 0,412$) et type de développement ($r = 0,401$), longueur des entrenœuds ($r = 0,408$) (Tableau 4).

Tableau 4 : Valeurs de corrélation des variables aux deux premiers axes.

Variables	Axe 1	Axe 2
Hauteur de la plante	0,578954	0,412132
Circonférence de la plante	0,169760	0,052090
Longueur du pétiole	0,093019	0,014214
Longueur de l'entrenœud	0,408077	-0,425825
Type de développement	-0,164813	0,401180
Longueur de la foliole terminale	0,132940	-0,103476
largeur de la foliole terminale	0,156577	0,096178
Nombre de tiges	0,404874	0,271253
Nombre de noeuds	0,107077	-0,170622
Valeur de Eigen	5,837834	3,61539
Proportion Cumulée	0,488607	0,79120

DISCUSSION

Les caractères couleur rouge du pétiole, couleur rouge de la tige et couleur rouge de la graine seraient caractéristiques de la variété NOR4, tandis que la couleur verte du pétiole, la couleur verte de la tige caractériseraient également NOR2 et NOR2Y. L'émergence chez les variétés de voandzou étudiées ne corrobore pas avec les résultats de Djé et al. (2005) dont les résultats indiquent l'émergence entre 7 et 10 jours. La hauteur des plantes varie entre 20 et 38 cm est supérieure à celles obtenues dans des études similaires réalisées par Goli et al. (1997) au Nigéria à partir de 1384 accessions et Djé et al. (2005) en Côte d'Ivoire avec 4 morphotypes. Les variétés NOR2 et NOR8 ont le plus petit nombre de tiges soit 5 tiges en moyenne contre 10 tiges chez NOR7. L'amplitude de temps de floraison dans cette étude est la même que celle observée par Djé et al., (2005) qui ont rapporté une période de 41 à 56 jours pour quatre morphotypes. Par contre l'amplitude que Goli et al. (1997) ont rapporté varie de 38 à 66 jours pour 1384 accessions. Ce résultat pourrait s'expliquer par le nombre de variétés étudiées dans cet essai et dont les origines géographiques restent inconnues. Dimakatso (2006) rapporte que la floraison chez le voandzou est indéterminée. La date de floraison est un composant de l'adaptation d'une variété à un environnement. Selon Ishiyaku et al. (2005) et Uarrota (2010), la date de floraison dépend de l'interaction de plusieurs processus complexes qui sont influencés par les facteurs

génétiques et/ou environnementaux. Elle est un paramètre d'une grande importance qui détermine aussi le rendement de la plante chez les cultures annuelles telle que *Vigna subterranea* (Kumaga et al., 2003 ; Makanda et al., 2009 ; Onwubiko et al., 2011). La date de floraison pourrait être retenue comme un bon attribut agronomique de la maturité précoce chez cette plante. L'ensemble de ces résultats témoignent de l'existence d'une importante variabilité phénotypique qui résulterait de l'expression d'une forte hétérogénéité génotypique et aussi de l'influence des facteurs environnementaux (Bonny et Djè, 2011). Les variétés de voandzou pourraient être sélectionnées par rapport à la date de floraison pour conduire un programme d'amélioration du voandzou. Le poids de 100 graines est plus important que celui obtenu par les morphotypes étudiés par Djé et al. (2005) dont le poids varie entre 48 et 55 g. Les variétés avec des graines de gros calibre à l'instar de NOR2 peuvent être sélectionnées à des fins alimentaires. Les variétés étudiées ont une durée de cycle de 90 JAS à Douala. Ces variétés sont qualifiées de précoces selon les critères proposés par Djé et al. (2005). Cette précocité permet d'envisager plus d'une culture par an. NOR4 qui a un petit nombre de feuilles et des entrenœuds longs, a plutôt un meilleur rendement par plant. Cette variété aux tiges rampantes peut être sélectionnée à des fins alimentaires pour sa forte productivité. Le type de développement est un caractère important pour les

études de densité de semis (Djé et al. 2005). L'AFD permet d'augmenter la variabilité entre les morphotypes et de la minimiser à l'intérieur de chaque groupe. Les variables qui discriminent chaque groupe de variétés sont déterminées à la fin de l'analyse. Ainsi, la discrimination est bonne pour les morphotypes NOR2, NOR4 et NOR8 (100 %) et moins bonne pour les variétés NOR5, NOR6, NOR9 et NOR2Y (60 %).

Les variables hauteur de la plante, longueur des entrenœuds et nombre des tiges qui ont permis de décrire la variabilité entre les quatre groupes sur l'axe 1, contribuent plus sur cet axe que les autres. Pour l'axe 2, les variables hauteur de la plante, type de développement et longueur des entrenœuds contribuent plus dans la discrimination des morphotypes en quatre groupes. Il ressort de cette analyse que la hauteur de la plante et la longueur des entrenœuds sont des variables qui contribuent plus dans la discrimination des groupes sur les deux axes. NOR 2 et NOR 4 constituent chacun, un groupe bien distinct sur les deux axes. NOR 2 se discriminerait aux

autres groupes par son petit nombre de tiges et NOR 4 par son type de développement aux tiges rampantes et ses entrenœuds très longs. Ce résultat peut s'expliquer par la matrice de classification (100 %) obtenue chez ces deux variétés. La hauteur de la plante et la longueur des entrenœuds sont des variables qui ont également permis de décrire la variabilité de quatre groupes d'accessions par Bonny et Djé (2011).

Huit des seize caractères évalués dans cette étude n'ont pas permis de différencier les morphotypes. Les caractères propres à chaque morphotype sont peu nombreux. Ce résultat peut s'expliquer par l'origine restreinte du matériel végétal dans la région du Nord. En effet, la faible hétérogénéité génotypique ou encore les facteurs environnementaux peuvent avoir une influence sur les résultats obtenus dans cette étude. Les caractères quantitatifs étant influencés par le milieu, il conviendrait de réaliser des essais multilocaux à des saisons variées pour mieux apprécier la stabilité des différences ou des ressemblances observées à Douala.

CONCLUSION

Une étude de la variabilité morphologique de quelques variétés de voandzou a été réalisée à Douala au Cameroun afin d'évaluer les caractères agro morphologiques chez cette espèce. Les dix morphotypes de voandzou présentent des divergences morphologiques. Certaines variétés ont des caractères qualitatifs et quantitatifs qui leur sont propres. Les variables les plus pertinentes qui permettent de décrire la variabilité entre les groupes sont la hauteur de la plante et la longueur des entrenœuds. Les caractères analysés peuvent ainsi constituer des critères de base

pour différencier les variétés des autres régions et servir dans des études de diversité morphologique du voandzou au Cameroun. Étant donné que les variétés évaluées dans cette étude seraient originaires de la région du Nord ou d'un pays voisin, la nécessité de constituer une banque de graines s'impose. Cette banque rassemblera le maximum de variétés qui seront analysées pour estimer leur diversité morphologique et agronomique sur la base des caractères les plus variables observés dans cette étude.

REFERENCES

- Amarteifio JO, Tibe O, Njogu RM, 2006. The mineral composition of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) grown in Southern Africa. *African Journal of Biotechnology* 5: 2408-2411.
- Andriamananjara Andry. 2011. Système de culture à rotation voandzou-riz pluvial sur les hautes terres de Madagascar. Rôle du voandzou (*Vigna subterranea*) sur la biodisponibilité de P dans les ferralsols. Résumé Thèse de Doctorat, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Basu S, Roberts J, Mithen R, Azam-Ali S, and Pasquet R, 2004. The genetics of Bambara groundnut and the construction of a genetic linkage map. In New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia. 7p.
- Bonny BS et Djé Yao, 2011. Variabilité morphologique et agronomique des variétés traditionnelles de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Bioscience* 41: 2820 – 2835.
- Dimakatso RM, 2006. Evaluation of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) for yield stability and yield

- related characteristics. Agricultural Research Council - Grain Crop Institute (ARC-GCI).
- Djè Y, Bonny BS, Zoro Bi IA, 2005. Observations préliminaires de la variabilité entre quelques morphotypes de voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc., Fabaceae) de Côte d'Ivoire. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 9 (4) : 249-258.
- Goli AE, Begemann F, Ng NQ, 1997. Characterization and evaluation of IITA's bambara groundnut collection. In Heller J., Begemann E., Mushonga J. (Eds). *Promotion of the conservation and use of underutilized and neglected crops. 9. Proceedings of the workshop on conservation and improvement of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.)*, 14-16 November 1995, IPGRI, Harare, Zimbabwe, p. 101-118.
- Ishiyaku MF, Singh BB, Craufurd PQ, 2005. Inheritance of time to flowering in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Euphytica*, 142: 291-300.
- IPGRI/IITA/BAMNET. (2000). Descriptors for Bambara groundnut: 48, Rome, Italy.
- Kumaga FK, Adiku SGK, and Ofori K, 2003. Effect of Post-flowering Water Stress on Dry Matter and Yield of Three Tropical Grain Legumes. *International journal of agriculture & biology*, 1560-8530/2003/05-4-405-407.
- Makanda I, Tongoona P, Madamba R, Icishahayo D and Derera J, 2009. Path Coefficient Analysis of Bambara Groundnut Pod Yield Components at Four Planting Dates. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(3): 287-292.
- Minka DR, Bruneteau M, 2000. Partial chemical composition of Bambara pea (*Vigna subterranea* L. Verdc.). *Food Chem.* **68**, p. 273-276.
- Onwubiko NIC, Odum OB, Utazi CO And Poly-Mbah PC, 2011. Studies on the adaptation of Bambara Groundnut [*Vigna Subterranea* (L.) Verdc] in Owerri Southeastern Nigeria. *New York Science Journal*, 4(2):60-67.
- Uarrota, 2010. Response of cowpea (*Vigna subterranea* (L.) walp.) to water stress and phosphorus fertilization. *Journal of Agronomy*. 9: 87-91.
- Ntundu WH, Bach IC, Christiansen JL, Andersen SB, 2004. Analysis of genetic diversity in bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces using (AFLP) markers. *African Journal of Biotechnology*, 3 (4): 220-225.
- Zerihun Tadele. 2009. Role of Orphan Crops in Enhancing and Diversifying Food Production in Africa. *African Technology Development Forum Journal*, Volume 6, Issue 3 and 4, 83 p.