

Etude de la variabilité agromorphologique de quarante-cinq cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*, (L.)Walp.) de la zone soudanienne du Tchad

Djirabaye NADJIAM^{1*}, Amos Nodjasse DOYAM² et Le Diambo BEDINGAM²

¹ Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement, ITRAD, BP 5400, N'Djamena, Tchad

² Centre Régional de Recherche Agronomique, ITRAD/CRRR-ZSD, Bébédjia, BP 31, Moundou, Tchad

* Correspondance, courriel : djibsna27@gmail.com

Résumé

Le niébé est la seconde légumineuse de rente après l'arachide au Tchad mais les cultivars locaux ne sont pas valorisés et le risque de leur disparition est réel. L'objectif de ce travail, est d'étudier la variabilité agromorphologique de quarante-cinq cultivars et sa structuration sur la base de dix-huit descripteurs. Les résultats ont montré que les graines de niébé les plus cultivées sont réniformes (84,44%), blanches (73,33%) et ayant des téguments minces et ridés (91,11%). Les gousses sont aussi blanches (68,89%) mais non déhiscentes. Des différences hautement significatives ont été observées pour sept des huit caractères quantitatifs. L'analyse en composante principale a permis d'expliquer 73,04% de la variabilité entre les variables. Une analyse factorielle discriminante a confirmé 97,78% des classifications issues de la classification ascendante hiérarchique. Les cultivars ont été structurés en 4 groupes caractérisés par le poids de graines par gousse, la longueur des gousses, le poids de gousses par plant et le stade maturité. Le groupe I est constitué de cultivars tardifs (Flor : $87 \pm 2,42j$; Mat : $108 \pm 1,80 j$) et caractérisés par des gousses courtes (Lgo : $13,92 \pm 0,63$ cm). Les individus du groupe II ont des poids des gousses (Pgo : $129,69 \pm 6,81$ g) et des poids des graines par gousse (Pggo : $3,98 \pm 0,09$ g) les plus élevés. Le groupe III comporte des cultivars à caractères intermédiaires. Les individus du groupe IV sont les plus précoces (Mat : $65 \pm 2,71j$) avec de grandes gousses (Lgo : $21,05 \pm 0,94$ cm). Les traits intéressants peuvent être exploités et utilisés dans les programmes d'amélioration variétale du niébé.

Mots-clés : Niébé, cultivars locaux, variabilité agromorphologique, zone soudanienne, Tchad.

Abstract

Agromorphological variability of forty five cowpea landraces (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp.) from soudanian area of Chad

In Chad, cowpea is a second leguminous with high income after peanut but the landraces are not valorized. The aim of this study was to evaluate the agromorphological variability of forty-five landraces and its structure based on eighteen cowpea descriptors. Based on seed and pod characters, results showed that the main cultivated cowpea had kidney shaped-seed (84,44%), white (73,33%) with thin and rough tegument (91,11%) and indehiscent pods. Highly significant differences were observed for seven quantitative characters. Principal component analysis explain 73,04% of variation between variables.

Factorial discriminant analysis confirm 97,78% of classification revealed by hierarchical ascendant classification analysis. Hierarchical ascendant classification analysis structured the landraces in 4 groups distinguished by the weight of the seed by pod, the length of the pod, the weight of the pod by plant and maturity. Group I was constituted of late landraces (Flor: $87 \pm 2,42$ days; Mat : $108 \pm 1,80$ days) with small pods (Lgo : $13,92 \pm 0,63$ cm). The landraces of Group II, had the high weight of pods (Pgo: $129,69 \pm 6,81$ g) and seed by pod (Pggo : $3,98 \pm 0,09$ g). Group III was composed with landraces of intermediate characters. Group IV contained early landraces (Mat: $65 \pm 2,71$ days) with long pods (Lgo: $21,05 \pm 0,94$ cm). Some characters showed in this study, could be used to improve cowpea productivity.

Keywords : *cowpea, landraces, agromorphological variability, soudanian area, Chad.*

1. Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, est originaire d'Afrique [1]. En effet, l'Afrique de l'Ouest en serait le premier centre de domestication [2]. Considéré comme étant l'une des principales légumineuses alimentaires mondiales car cultivée dans toutes les zones tropicales et dans le bassin méditerranéen [3], le niébé pourrait contribuer de manière appréciable à l'amélioration des productions végétales et permettre de parvenir à la sécurité alimentaire. Au Tchad, pays sahélien caractérisé par un climat où les précipitations sont extrêmement variables et les sécheresses y sont périodiques et intenses, la production céréalière reste la plus importante de toutes les cultures et le mil constitue l'aliment de base. Quant aux plantes oléagineuses et protéagineuses comme l'arachide, le sésame et le niébé, les productions annuelles sont de l'ordre de 500.000 tonnes. La filière est cependant dominée par l'arachide qui totalise environ 80% de cette production [4]. Concernant le niébé, l'on note une production en progression car elle est passée de 92.608 tonnes en 2010 à 123.647 tonnes en 2012 [5] mais avec des rendements à l'hectare, faibles. Cette faiblesse de rendement est due entre autres aux conditions pluviométriques précaires, à la faiblesse des diffusions des variétés améliorées mais aussi au non valorisation du potentiel végétal local.

En effet, par rapport aux cultivars locaux, très peu d'études ont été faites. Quelques cultivars ont été collectés lors des séjours de contact avec les paysans en 1987, et mis en collection, à savoir *Moudjo-kass*, *Loubial al botoro*, *Blanc de Bokorol et II*. Les travaux faits sur ces cultivars ne se sont limités qu'aux phases d'observation. Par ailleurs, au Tchad, le niébé est cultivé soit en association soit en pure et dans les exploitations familiales, ce sont surtout des cultivars locaux qui sont utilisés mais très peu de variétés améliorées. L'exploitation et la valorisation de ce potentiel phytogénétique local, pourraient contribuer à l'amélioration de la production et de la productivité du niébé. La préservation de ces cultivars est aussi d'une importance capitale pour les pays sahéliens, car de plus en plus, l'on note que la diversité génétique semble diminuée non seulement en raison de la désertification mais aussi à cause de l'introduction des variétés améliorées qui menacent depuis quelques années leur survie. Ce phénomène d'érosion génétique dû au remplacement des cultivars par des variétés améliorées, a d'abord été constaté au niveau des cultures à graines puis s'est ensuite étendu aux plantes à racines et tubercules. Ces observations ont été signalées par plusieurs auteurs dont certains sur le mil [6] et le manioc [7]. Au Tchad, La gestion paysanne de cette diversité locale dans le cas du riz, basée sur des pratiques paysannes de sélection et d'échanges au niveau communautaire, semble garantir leur production même dans des conditions environnementales très variées [8]. Sur le plan international, afin d'améliorer cette productivité, plusieurs études ont été réalisées sur de nombreux caractères agromorphologiques afin d'évaluer la diversité génétique chez le niébé.

Même si de plus en plus, les marqueurs moléculaires sont largement utilisés, les descripteurs morphologiques malgré l'influence des facteurs environnementaux, restent tout de même pertinents pour des travaux préliminaires de caractérisation. Des travaux récents utilisant ces descripteurs, ont permis de caractériser et de classer des morphotypes de nombreux types de cultivars, par exemple, le voandzou [9], le manioc [10], l'oignon [11] en se basant sur des caractères quantitatifs et qualitatifs. En effet, l'analyse de ces descripteurs morphologiques révèle la diversité telle qu'elle est perçue et sélectionnée par les agriculteurs [12]. Car dans les champs des paysans, les cultivars de niébé se présentent sous forme des mélanges des morphotypes. Les systèmes agricoles traditionnels présentent ainsi une importante diversité des cultures et on retrouve plusieurs variétés dans un même champ [13]. Il a été aussi montré que les cultivars constituent le réservoir des gènes utiles pour l'amélioration des plantes cultivées [14]. En outre, certains auteurs ont montré qu'en milieu paysan, les cultivars aussi bien du niébé que d'autres spéculations sont classés par catégorie et ce en se basant surtout sur des caractères qualitatifs.

Ce phénomène a été dénommé « Selection for Perceptual Distinctiveness » [15]. D'autres travaux d'évaluation de la diversité de niébé ont aussi largement utilisé les caractéristiques des graines et gousses pour décrire les cultivars et identifier les cultigrupes auxquels ils appartiennent. De même ces auteurs ont également montré que la répartition géographique des cultivars et cultigrupes de niébé est aussi liée à des facteurs écologiques et humains [16, 17]. Certains caractères des graines telles que la couleur et la texture permettent aux paysans de mieux séparer les variétés. Ce qui n'est pas le cas de la couleur de l'œil et la taille des graines [18]. Aussi pour une exploitation efficiente du germoplasme de niébé au Tchad et afin de le sauvegarder d'une éventuelle disparition, il s'agit dans cette étude, d'évaluer la variabilité agromorphologique des quarante-cinq cultivars de la collection de l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement. Les cultivars performants et les traits qui se révéleront intéressants seront utilisés pour des futurs travaux de sélection et d'amélioration variétale.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal

Quarante-cinq cultivars de la collection de l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement, collectés en 2012 et début 2013 dans la zone soudanienne du Tchad (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Répartition des cultivars de niébé collectés par zone

Zone	No d'échantillons collectés	Nbre
Bekao	BKD2912, BKD3012, BKD3112, BKD3212, BKB3312, BKB3412	6
Youé	YEF3913, YEF4013, YEF4113, YEF4213, YEF4313	5
Kelo	KD0112, KD0212, KD0312, KD0412, KDA0512, KZ0612, KZ0712, KB0812, AM4012	9
Bebedjia	BEG3512, BEG3612, BEG3712, BEN3812, BEN3912	5
Pala	PT2215, PT2312	2
Gounougaya	GC0912, GC1012, GC1112	3
Léré	LB1212, LB1312, LB1412, LM1512, LM1612, LB1712, LZ1812, LZ1912, LZ2012, LZ2112, LEX 4412	11
Deli	DD2512, DB2712, DF2812, DD2412	4
Total		45

2-2. Méthodes

2-2-1. Site de l'étude

L'essai a été implanté à la station de recherche de Bébédjia, située entre 8°40' de latitude Nord, 16°33' de longitude Est et à une altitude de 384 m. Le climat est de type tropical chaud et humide caractérisé par une saison pluvieuse qui va de mai à septembre et une saison sèche d'octobre à avril. La température moyenne annuelle est de 27,3°C. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux. Localisée dans la zone soudanienne d'isohyète 1200 mm, la station de Bébédjia est à une distance de 565 km de N'Djaména.

2-2-2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de 45 lignes, répétées 3 fois. Les écartements sont de 160cm sur la ligne et de 40cm entre les poquets. Après le labour, la délimitation et le piquetage des parcelles, les semis ont été effectués à la main à raison de 2 à 3 graines par poquet. Des resemis ont été faits après la levée et le comptage des poquets. La parcelle élémentaire correspondant à chaque cultivar a une ligne de 4m de long. Un épandage d'engrais composé de N₁₀P₂₀K₁₀ à raison de 100 Kg/ha a été fait sur les parcelles après le démarrage des plants. Des sarclages et des traitements au cypercal ont été aussi effectués. L'unité expérimentale est représentée par une ligne de 4 m comprenant 10 plants. La parcelle utile comprenait les 8 plants de chaque ligne centrale.

2-2-3. Collecte des données

Le suivi des comportements des plantes a été fait quotidiennement sur les parcelles utiles. Les données agromorphologiques ont été également recueillies sur les parcelles utiles. Dix-huit descripteurs ont été utilisés dont dix qualitatifs et huit quantitatifs pour caractériser les quarante-cinq cultivars. Les caractères qualitatifs concernant la graine sont : la couleur (Cog), la forme (Frg), l'aspect des téguments (Teg), la coloration (Coo) et la forme de l'œil (Fog). Quant aux gousses ce sont : la couleur (Cgo), la forme (Fgo), l'extrémité (Exgo) et la déhiscence (Déh). Le port des différents cultivars (Ppt) a été aussi noté. Les caractères quantitatifs sont : le nombre de jours correspondant à l'apparition première fleur (Fle1), à 50% floraison (Flor) et au stade 95% maturité (Mat), le nombre de gousses par plant (Nbgo), le poids de gousses par plant (Pgo), la longueur des gousses (Lgo), le nombre de graines par gousse (Nbggo) et le poids de graines par gousse (Pggo). Pour les caractères quantitatifs, les gousses et les graines au niveau de chaque pied ont été recueillies, séchées puis comptées et pesées afin d'établir la moyenne correspondant à chaque pied et au niveau des 8 plants pour chaque cultivar et chaque répétition. La longueur de chaque gousse a été obtenue de 3 pieds tirés au hasard. La longueur moyenne de la gousse au niveau de chaque pied a été déterminée. Ensuite, la moyenne correspondant à chaque cultivar a été calculée. Les sensibilités aux maladies, aux ravageurs et aux différents stress abiotiques ont également été notées.

2-2-4. Traitement et analyse des données

La caractérisation des cultivars s'est faite à l'aide des caractères qualitatifs et quantitatifs couramment utilisés pour décrire les cultivars [19,20]. Les données morphologiques quantitatives ont été d'abord soumises à une analyse descriptive. Les moyennes, les écarts types et les coefficients de variation ont été ensuite déterminés. L'évaluation de la structuration de la diversité morphologique a été faite par une Analyse en Composantes Principales (ACP), une Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) et une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) à l'aide du logiciel XLSTAT-Pro version 2013.5.01.

3. Résultats et discussion

3-1. Etat des cultures

Sur le plan phytosanitaire, quelques ravageurs ont été identifiés à savoir *Mylabris senegalensis* et des bruches (*C.maculatus*). Des traitements au cypercal ont été appliqués et ont permis ainsi de maintenir un état phytosanitaire sanitaire satisfaisant sur l'ensemble de l'expérimentation.

3-2. Analyse des caractères qualitatifs

Sur la base de 10 descripteurs des graines, gousses et port végétatif présentés dans le **Tableau 2**, on note une certaine hétérogénéité excepté au niveau de la déhiscence des gousses où aucun des cultivars ne possède des gousses déhiscents. Les graines de niébé les plus cultivées dans la zone d'étude sont réniformes (84,44%) et le plus souvent blanches (73,33%). Chez le niébé, la couleur des graines est déterminée par un gène dominant, dénommé *general color factor* [21]. Les graines dont la coloration de l'œil est noire (82,22%), de forme allongée (68,89%), avec des téguments minces et ridés (91,11%) sont aussi les plus fréquentes. En couplant cette dernière caractéristique (tégument mince-ridé) et le nombre de loges par gousse qui n'a pas fait l'objet de cette étude, il aurait été possible de classer les cultivars par rapport aux cultigrupes de niébé comme l'ont fait certains auteurs [22].

Tableau 2 : Caractéristiques des graines des 45 écotypes sur la base de 5 descripteurs

Caractéristiques des graines	Effectif (%)	Caractéristiques des graines	Effectif (%)
Couleur		Forme de l'œil	
Blanc	73,33	Allongée	68,89
Blanc-marron	11,11	Ronde	31,11
Marron	6,67	Aspects des téguments	
Rouge	8,89	Mince-ridé	91,11
Coloration de l'œil		Mince-lisse	8,89
Noir	82,22	Forme	
Blanc	13,33	Réniforme	84,44
Marron	4,45	Ellipsoïde	15,56

Les observations faites sur les gousses et présentées au niveau du **Tableau 3** montrent également une variabilité sur l'ensemble des cultivars. Cette importante hétérogénéité qui a été révélée parmi les cultivars étudiés en se basant uniquement sur la couleur et la forme des gousses et des graines a déjà été confirmée dans des études antérieures. En effet, sur 18 variantes correspondaient 18 variétés traditionnelles de niébé [23]. Quant à la non déhiscence des gousses observées chez tous les cultivars étudiés, ces résultats confirment les études antérieures qui ont montré que les formes cultivées du niébé possèdent des gousses non déhiscents ce qui les distinguent des formes sauvages [24]. Par ailleurs, environ deux tiers des cultivars étudiés sont à port semi-érigé et le quart à port rampant. Ce critère qui est utilisé par les paysans pour la sélection, peut être expliqué par le fait qu'au Tchad, le niébé est le plus souvent cultivé en association avec d'autres céréales. Les feuilles des cultivars semi-érigé ou rampant, assurent une couverture adéquate du sol, tout en conservant de l'humidité pendant les périodes chaudes. Ces types de port limitent également la prolifération des adventices.

Tableau 3 : Caractéristiques des gousses des 45 écotypes sur la base de 5 descripteurs

Caractéristiques des gousses	Effectif (%)	Caractéristiques des gousses	Effectif (%)
Couleur		Extrémité	
Blanc	68,89	Pointue	51,11
Blanc-marron	8,89	Conique	48,89
Marron	13,33	Port	
Rougeâtre	8,89	Érigé	8,89
Forme		Semi-érigé	66,67
Arquée	51,11	Rampant	24,44
Allongée	40,00	Déhiscence	
Courbée	8,89	Non déhiscente	100,00

3-3. Analyse descriptive des caractères quantitatifs

Les caractères étudiés et indiqués dans le **Tableau 4** montrent des différences significatives à hautement significatives. Des écarts importants sont observés entre les valeurs minimales et maximales de la plupart des caractères excepté le poids de graines par gousse (Pggo). Il est aussi à signaler que pour le poids des gousses par plant (Pgo), cet écart est encore plus élevé. Au niveau des stades phénotypiques, les cultivars les plus précoces ont leur première fleur à 35 j et les plus tardives à 88 j. Les stades de semi-floraison et 95% maturité sont atteints pour les cultivars précoces respectivement à 37 et à 59 j. Ceux qui sont tardifs bouclent leur cycle en moyenne jusqu'à 118 j.

Tableau 4 : Résultats de l'analyse des variances des 45 cultivars sur la base des 8 caractères quantitatifs

Variable	Valeur minimale observée	Valeur maximale observée	Moyenne	Ecart-type	Coefficient variation (%)	Signification de F
Fle1 (j)	35,00	88,00	66,00	13,18	19,60	**
Flor (j)	37,00	97,00	75,00	16,10	21,20	**
Mat (j)	59,00	118,00	100,00	12,61	12,50	**
Nbgo	14,00	83,00	43,37	16,88	38,70	*
Pgo (g)	18,97	213,73	95,57	40,84	42,50	**
Lgo (cm)	10,66	23,00	16,21	2,63	16,10	**
Nbggo	5,00	20,00	13,17	2,89	21,80	**
Pggo (g)	2,11	4,89	3,45	0,66	19,20	**

*Fle1 : Date d'apparition première fleur ; Flor : Nbre jours à 50% floraison ; Mat : Nbre jours à 95% maturité ; Nbgo : Nbre de gousses par plant ; Pgo : Poids gousses par plant ; Lgo : Longueur des gousses ; Nbggo : Nbre de graines par gousse ; Pggo : Poids graines par gousse ; J: Jours ; * : significatif ; ** : hautement significatif.*

3-4. Structuration de la diversité agromorphologique

3-4-1. Corrélation entre les caractères quantitatifs

Comme l'indique le **Tableau 5**, l'analyse de cette matrice montre une corrélation significative (≥ 50) entre quelques couples de caractères. La mesure de précision de l'échantillonnage indiquée par l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin est de 0,653. Ce qui permet d'envisager une analyse en composante principale afin d'estimer la variabilité des accessions étudiés. Le test de Bartlett hautement significatif ($p < 0,0001$) confirme cette possibilité d'analyse.

Tableau 5 : Matrice de corrélation entre les caractères agromorphologiques étudiés

	Fle1	Flor	Mat	Nbgo	Pgo	Lgo	Nbggo	Pggo
Fle1	1,00							
Flor	<u>0,93</u>	1,00						
Mat	<u>0,55</u>	<u>0,61</u>	1,00					
Nbgo	-0,14	-0,16	-0,14	1,00				
Pgo	0,09	0,02	-0,18	0,26	1,00			
Lgo	-0,33	-0,39	<u>-0,55</u>	0,01	0,25	1,00		
Nbggo	-0,18	-0,20	<u>-0,54</u>	0,12	0,06	0,38	1,00	
Pggo	0,11	0,03	-0,07	0,16	<u>0,53</u>	0,33	0,08	1,00

Fle1 : Date d'apparition première fleur ; Flor : Nbre jours à 50% floraison Mat : Nbre jours à 95% maturité Nbgo :Nbre de gousses par plant ; Pgo : Poids gousses par plant ; Lgo : Longueur des gousses ;Nbggo : Nbre de graines par gousse ; Pggo : Poids graines par gousse. En gras et souligné : corrélation significative.

3-4-2. Analyse en composantes principales

Les résultats issus de cette analyse en composantes principales présentés dans le **Tableau 6**, a permis de retenir les six premiers axes factoriels pour l'étude de la variabilité sur la base des 8 descripteurs. On note aussi que les six axes représentent 95,76% de la variabilité globale. Les 8 descripteurs sont donc pertinents pour l'explication de cette variabilité car leur contribution à l'axe est $\geq 15,98\%$. A l'examen de ce même tableau, on remarque aussi qu'au niveau du premier axe, les principales contributions sont dues aux trois traits relatifs aux cycles de développement des cultivars que sont les stades de maturité (24,65%), semi floraison (23,45), l'apparition de la première fleur (20,48 %) mais aussi la longueur des gousses (15,98%) qui explique aussi le sixième axe. Les poids de graines par gousse et le poids des gousses par plant contribuent au deuxième et cinquième axe factoriel. Deux traits à savoir le nombre de gousses par plant et le nombre de graines par gousse contribuent simultanément à deux axes (3 et 4).

Sur le **Tableau 7**, l'analyse des valeurs propres des axes de l'ACP montre que 3 axes permettent d'expliquer 73,04% de la variabilité. Un décrochement est noté entre le 3^{ème} et l'axe suivant comme préconisé par certains auteurs [25]. Ces axes pourront donc être retenus pour cette analyse. Le premier axe décrit 37,35% de la variation et caractérise des cultivars tardifs ayant des gousses courtes et un faible nombre de graines par gousse. Le second axe qui décrit 22,30% de la variation se définit par des cultivars dont les poids des gousses (Pgo) et graines par gousse (Pggo) sont les plus élevés. Le dernier décrit 13,39% de la variabilité avec un seul caractère, le nombre de gousses par plant (Nbgo), qui lui est corrélé.

Tableau 6 : Contributions des descripteurs dans l'explication de la variation globale

	Axe factoriel (pourcentage d'explication de la variabilité globale)											
	N°1 (37,35)		N°2 (22,30)		N°3 (13,39)		N°4 (11,20)		N°5 (6,25)		N°6 (5,28)	
Descripteur	C.P.	Cos ²	C.P.	Cos ²	C.P.	Cos ²	C.P.	Cos ²	C.P.	Cos ²	C.P.	Cos ²
Première fleur	20,48	61,2	11,32	20,2	7,33	7,9	4,65	4,2	0,18	0,1	4,46	1,9
Semi floraison	23,45	70,1	7,36	13,1	6,34	6,8	5,49	4,9	0,10	0,1	2,72	1,2
95% maturité	24,65	73,7	0,02	0	2,88	3,1	1,84	1,7	10,73	5,4	0,28	0,1
Nbre gosses/plt	2,36	7,1	4,82	8,6	45,97	49,2	31,49	28,2	5,40	2,7	9,86	4,2
Pds gosses/plt	1,69	5,1	35,26	62,9	3,22	3,4	2,01	1,8	48,23	24,1	0,47	0,2
Long/gosses	15,98	47,7	4,45	7,9	13,27	14,2	5,37	4,8	5,98	3,0	49,04	20,7
Nbre graines/go	10,14	30,3	0,76	1,4	20,90	22,4	40,18	36	0,61	0,3	14,76	6,2
Pds graines/go	1,24	3,7	36,02	64,2	0,10	0,1	8,96	8,0	28,78	14,4	18,40	7,8

C.P., exprimées en % ; Cos² exprimés en % ; En gras, les valeurs significatives des contributions

Tableau 7 : Valeurs propres des axes et corrélations des variables avec les 3 premiers axes factoriels

Axes factoriels	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Valeur propre	2,988	1,784	1,071
Variabilité (%)	37,349	22,298	13,390
% cumulé	37,349	59,647	73,037
Fle1	0,782**	0,449	-0,280
Flor	0,837**	0,362	-0,261
Mat	0,858**	0,017	0,176
Nbgo	-0,266	0,293	0,702**
Pgo	-0,225	0,793**	0,186
Lgo	-0,691**	0,282	-0,377
Nbggo	-0,550*	0,116	-0,473
Pggo	-0,193	0,802**	0,032

*Fle1 : Date d'apparition première fleur ; Flor : Nbre jours à 50% floraison ; Mat : Nbre jours à 95% maturité ; Nbgo : Nbre de gosses par plant ; Pgo : Poids gosses par plant ; Lgo : Longueur des gosses ; Nbggo : Nbre de graines par gousse ; Pggo : Poids graines par plant ; * : significatif ; ** : hautement significatif.*

3-4-3. Analyse de la diversité des accessions par la CAH réalisée sur 8 caractères quantitatifs

Le dendrogramme construit en se basant sur les 8 caractères quantitatifs étudiés a permis de répartir les cultivars en 4 groupes comme le montre la **Figure 1**.

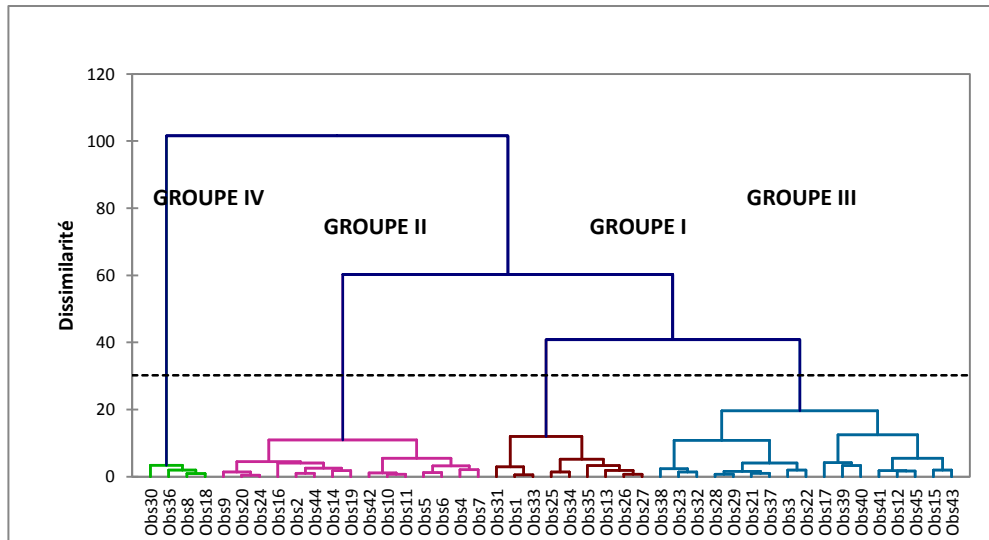


Figure 1 : Dissemblances entre les 45 écotypes en fonction des caractères étudiés

La composition détaillée de ces cultivars est la suivante: 9 individus dans le groupe I, 4 dans le groupe IV, 15 et 17 respectivement dans les groupes II et III. On note aussi l'existence d'une variabilité importante au sein des groupes. Il est à remarquer aussi que les cultivars sont répartis dans les différents groupes quel que soit leur localité d'origine (**Tableau 8**).

Tableau 8 : Composition des 4 groupes issus de la CAH et leur répartition selon la localité d'origine

Groupe	Nbre	Composition	Localité
G I	9	BKD2912 ; PT2312 ; BEN3812 ; BKD3312 ; LZ2012 ; BKB3412 ; YEF4313	G C1012 ; LM1512 ; Bekao (3), Bebedjia (1), Pala (1), Leré (2), Gounou (1), Youé (1)
G II	15	YEF3913 ; BEG3512 ; PT2215 ; LZ1812 ; BKD3012 ; YEF4013 ; DF2812 ; YEF4113 ; GC0912 ; KD0412 ; DB2712 ; DD2412	LB1212 ; KD0212 ; LB1312 ; (3), Gounougaya (1)
G III	17	KD0112 ; BEG3612 ; BKD3112 ; LZ1912 ; BKD3212 ; YEF4213 ; BEN3912 ; KB0812 ; LB1712 ; LEX4412.	KD0312 ; KDA0512 ; LM1612 ; Z2112 ; Kelo (4), Bebedjia (2), Bekao (2), Am (1), Lere (6), Youé (1), Gounougaya (1)
G IV	4	DD2512 ; BEG3712 ; KZ0712 ; KZ0612.	Deli (1) Bebedjia (1), kelo (2)

L'analyse des résultats des variances présentée dans le **Tableau 9**, montre des différences hautement significatives pour tous les variables excepté le nombre de gousses par plant (Nbgo). Le niveau de variabilité constaté au sein des différents groupes est intéressant pour des travaux d'amélioration variétale même si les variétés cultivées de niébé présentent, d'une manière générale, une faible diversité génétique comparées à d'autres cultures [26].

Tableau 9 : Caractéristiques des 4 groupes de cultivars issus de la CAH

Variable	GI	GII	GIII	GIV	F	P
N	9	15	17	4		
Fle	73,78±2,07 ^c	77,30 ±1,61 ^c	59,24±1,51 ^b	41,32± 3,11 ^a	48,77	< 0,0001
Flor	87,33±2,42 ^c	87,67± 1,88 ^c	66,41± 1,76 ^b	43,50± 3,63 ^a	56,75	< 0,0001
Mat	107,89± 1,80 ^c	102,33± 1,40 ^b	102,71±1,31 ^b	65,00± 2,71 ^a	64,51	< 0,0001
Nbgo	33,70±4,62 ^a	45,74±3,58 ^a	45,67±3,36 ^a	46,88±6,92 ^a	1,85	0,153
Pgo	55,53±8,80 ^a	129,69±6,81 ^c	83,94±6,40 ^b	107,26±13,20 ^{bc}	16,63	<0,0001
Lgo	13,92±0,63 ^a	16,62±0,49 ^b	15,93±0,46 ^b	21,05±0,94 ^c	13,67	< 0,0001
Nbggo	11,83±0,70 ^a	13,47±0,54 ^a	12,50±0,51 ^a	18,00±1,05 ^b	8,95	< 0,0001
Pggo	2,64±0,13 ^a	3,98±0,10 ^c	3,45±0,10 ^b	3,28±0,19 ^b	23,34	< 0,0001

GI : Groupe I ; GII : Groupe II ; GIII : Groupe III ; GIV : Groupe IV. Moyennes affectées des mêmes lettres et dans la même ligne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK

Le groupe I constitué par des cultivars tardifs (Flor : 87 ± 2,42 j; Mat : 108 ± 1,80 j) sont caractérisés par des gousses courtes (Lgo : 13,92 ± 0,63 cm) avec un nombre moindre de grains par gousse (12 ± 0,70). Les poids des gousses (Pgo : 55,53 ± 8,79 g) et des graines par gousse (Pggo : 2,64 ± 0,13 g) sont faibles. Les individus du groupe II sont moins tardifs (102 ± 1,39). Les variables nombre de gousses par plant et nombre de graines par gousse sont identiques aux individus du groupe I mais dont les poids des gousses (129,69 ± 6,81) et des poids des graines par gousse (3,98 ± 0,09 g) sont les plus élevés de tous les cultivars étudiés. De plus, les individus de ce groupe ont des gousses de taille intermédiaire (16,62 ± 0,49). Les 17 Dans le groupe III, les cultivars sont surtout à cycle intermédiaire et ayant des poids moyens des gousses (Pgo : 83,94 ± 6,40 g) et des graines par gousse (Pggo : 3,45 ± 0,09). Les quatre (4) cultivars qui constituent le groupe IV sont les plus précoces (65 ± 2,71j). Les gousses sont de grande taille (21,05 ± 0,94 cm) et possédant plus de graines (18 ± 1,05) que tous les cultivars des autres groupes. Les résultats obtenus ici aussi bien au niveau des stades semi-floraison que 95% maturité, montrent que ce cycle de développement du semis à la maturité, est très variable selon les cultivars. En effet, l'héritabilité du nombre de jours après semis, relatif à l'apparition de la première fleur est d'environ 58,1% et que celle de la maturité des gousses est de 65% [27]. Par ailleurs, les cultivars du groupe IV possèdent les gousses les plus longues par rapport aux autres groupes. Ce caractère ne semble pas trop retenir l'attention des paysans car ces cultivars sont peu répandus dans la zone d'étude alors que la grande taille des gousses est un caractère héréditaire à 84,1% [28,29] et cela pourrait éventuellement améliorer les rendements.

3-4-4. Analyse Factorielle Discriminante

Le **Tableau 10** présente la matrice de reclassement des 4 groupes en confirmant 97,78% des classifications issues de la CAH avec un nouveau reclassement d'un des cultivars du groupe II vers le groupe III. Au niveau du **Tableau 11**, le test hautement significatif de λ Wilks, les valeurs de F observé (17,004) et de F critique (1,628) montrent que la différence entre groupes est significative.

Tableau 10 : *Matrice de reclassement des groupes issus de l'Analyse Factorielle Discriminante*

de \ Vers	GI	GII	GIII	GIV	Total	% Classification
GI	9	0	0	0	9	100,00%
GII	0	14	1	0	15	93,33%
GIII	0	0	17	0	17	100,00%
GIV	0	0	0	4	4	100,00%
Total	9	14	18	4	45	97,78%

GI : Groupe I ; GII : Groupe II ; GIII : Groupe III ; GIV : Groupe IV.

Tableau 11 : *Test du Lambda de Wilks (approximation de Rao)*

Lambda	0,009
F (Valeur observée)	16,880
F (Valeur critique)	1,628
DDL1	24
DDL2	99
p-value	< 0,0001
alpha	0,05

Les résultats de l'analyse des fonctions discriminantes canoniques présentés au **Tableau 12**, montrent que la première fonction canonique explique 70,55% et la seconde 22,40% de la variance totale. L'analyse de ce tableau, montre aussi que les caractères Fle1, Flor, Mat, Lgo et Nbggo sont relativement bien corrélés d'un côté comme de l'autre de l'axe 1. Les caractères Pgo et Pggo sont associés à l'axe 2.

Tableau 12 : *Valeurs propres des fonctions et valeurs des corrélations entre axes et caractères*

Axe	F1	F2
Valeur propre	11,022	3,500
Discrimination (%)	70,553	22,404
Pourcentage d'inertie cumulée	70,553	92,957
Fle1	0,827**	0,330
Flor	0,855**	0,238
Mat	0,905**	-0,190
Pgo	-0,079	0,835**
Lgo	-0,637**	0,404
Nbggo	-0,561*	0,279
Pggo	0,012	0,832**

La représentation graphique des groupes dans le plan canonique, montre que les groupes I, II et III comprennent des cultivars tous tardifs. Le groupe I est constitué de 9 cultivars. Le groupe II de 14 au lieu de 15 individus. Le groupe III compte 18 individus au lieu de 17 définis par la CAH. Le groupe IV qui est le plus éloigné des autres, compte 4 cultivars tous précoces avec des gousses de grande taille. La variation morphologique des cultivars de chaque groupe recouvre la variabilité globale. Il existe une différenciation morphologique entre les cultivars des différents groupes. Chaque groupe est caractérisé par une diversité morphologique élevée (**Figure 2**).

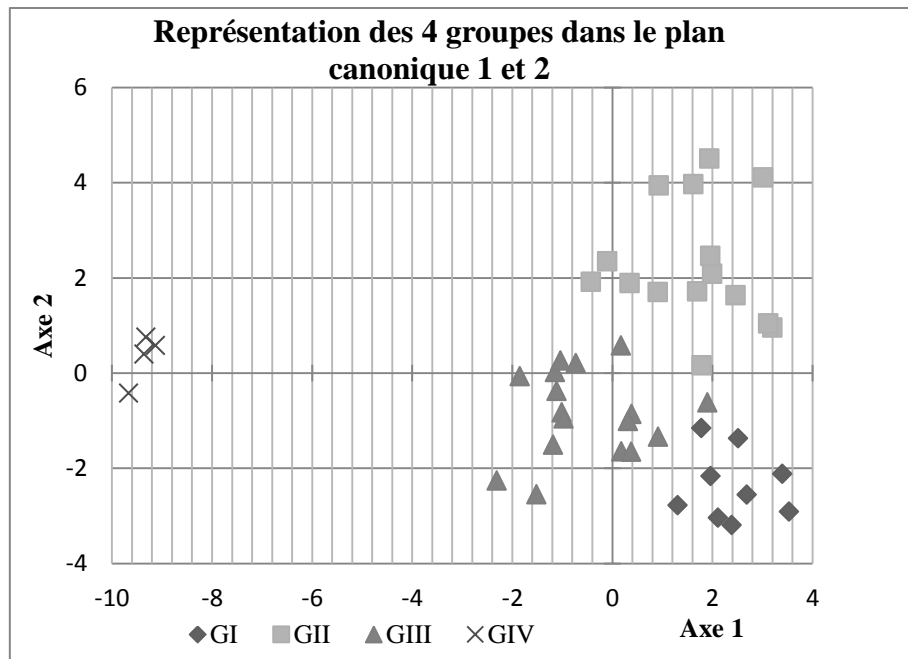


Figure 2 : Représentation graphique des groupes à base des 7 traits dans le plan canonique discriminant

4. Conclusion

L'étude de la diversité agromorphologique de niébé et de leur structuration sur la base de 18 descripteurs a montré que les cultivars locaux analysés présentent une variation importante pour la plupart d'entre eux. L'existence d'une importante variabilité des cultivars a été d'abord mise en évidence sur la base de 10 caractères qualitatifs. Les graines de niébé les plus cultivées dans la zone d'étude sont surtout réniformes, de couleur blanche, de forme allongée et ayant des téguments minces et ridés. La majorité des cultivars ont des gousses de couleur blanche et non déhiscentes. Cette diversité a été ensuite structurée en 4 groupes caractérisés par le poids de graines par gousse, la longueur des gousses, le poids de gousses par plant et le stade maturité. Le nombre de gousses par plant n'a pas été un trait distinctif pour les différents groupes. Les individus du groupe II ont des poids des gousses et des poids des graines par gousse les plus élevés de tous les cultivars étudiés. Par contre, les cultivars constituant le groupe IV sont les plus précoces, possédant des gousses de grande taille et qui comptent plus de graines. Ces derniers peuvent être testés dans la zone sahélienne compte tenu de leur précocité. De plus, ces traits intéressants peuvent être pris en compte dans des programmes d'amélioration variétale. Ces résultats préliminaires attestent de l'importance de la culture du niébé dans la zone soudanaise du Tchad et du potentiel phylogénétique local existant. La forte variabilité agromorphologique observée dans cette étude permet d'affirmer que ces cultivars constituent un véritable réservoir. Le savoir-faire paysan dans la préservation de ce potentiel permet de réduire les effets de l'érosion génétique. Afin d'accompagner ces efforts constants des paysans, il est question pour la recherche de poursuivre les travaux d'amélioration et de valorisation de ces ressources phylogénétiques locales.

Références

- [1] - S. PADULOSI and N.Q NG, in " *Advances in Cowpea Research* ", Ed. IITA and JIRCAS, Ibadan, Nigéria (1997) 1-12.
- [2] - J. P. BAUDOIN AND R. MARÉCHAL, in " *Cowpea research, production and utilization* ", Ed. New-York, USA, Wiley, (1985) 3-5.

- [3] - R. S. PASQUET and J. P. BAUDOIN, in « *L'amélioration des plantes tropicales* » Ed. France, Cirad-Orstom, (1997) 483-505.
- [4] - MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, Plan National A Moyen Terme de la Recherche Agronomique au Tchad, (2003) 62.
- [5] - OFFICE NATIONAL DU DÉVELOPPEMENT RURAL, Rapport bilan de la campagne agricole 2013/14 du Tchad, (2014) 43.
- [6] - O. SY, A. FOFANA, N. CISSE, K. NOBA, D. DIOUF, I.NDOYE, D.SANE, A. KANE, N. A. KANE, T. HASH, B. HAUSSMAN ET E. ELWEGAN, Étude de la variabilité agromorphologique de la collection nationale de mils locaux du Sénégal. *Journal of Applied Biosciences* (2015) 87:8030-8046.
- [7] - A. C. ALLEM and S. K HAHN, 1991, Cassava germplasm strategies for Africa, 65-73. In: N.Q. NG, P. PERRINO, F. ATTERE and H. ZEDAH (eds.) Crop Genetic Resources of Africa. Proceedings of Institute of Crop Germplasm Resources of Africa, Ibadan, Nigeria, 17-20 Oct. 1988.
- [8] - B. O. GAOUNA, M. BIDJAOUEYE, R. K. NANEMA, G. NAOURA and J. D. ZONGO, Agromorphological characterization of some rice species in the main rice cropping area of Chad, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* (2011) 5(2): 445-460.
- [9] - Y. TOURE, M. KONE, S. SILUE et Y. J. KOUADIO, Prospection, collecte et caractérisation agromorphologique des morphotypes de voandzou [*Vigna subterranea*(L.) Verdc. (Fabaceae)] de la zone savanicole en Côte d'Ivoire, *European Scientific Journal* (2013) 9(24) :308-325.
- [10] - E. KOSH-KOMBA, S. AKPAVI, Y.A. WOEGAN, A. ATATO, M. F. DUVAL, M. DOURMA, I. ZINGA, P.YANDIA, D. LONGUE, S. SEMBALLA, K. BATAWILA ET K. AKPAGANA, Diversité Agromorphologique de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae) cultivée dans trois zones agroclimatiques en République Centrafricaine, *European Scientific Journal*, 10 (3) (2014) 365-380.
- [11] - H. BOUKARY, A. HAOUGUI, M.BARAGE, T. ADAM, A. ROUMBA et M. SAADOU, Evaluation agromorphologique des variétés et/ou écotypes locaux d'oignon du Niger, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* (2012) 6(6): 3098-3106.
- [12] - L. EMPERAIRE, SM. GILDA, M. FLEURY., T. ROBERT, D. MCKEY and B. PUJOL, Approche comparative de la diversité génétique et de la diversité morphologique des maniocs en Amazonie (Brésil et Guyanes), *Actes du BRG4* (2003) 247-267.
- [13] - M. ELIAS, O. PANAUD, T. ROBERT, Assessment of genetic variability in a traditional cassava (*Manihot esculenta* Crantz) farming system, using AFLP markers? *Heredity*, 85 (2000) 219-230.
- [14] - S. JANA, Some recent issues on the conservation of crop genetic resources in developing countries, *Genome* 42 (1999) 562-569.
- [15] - J. S. BOSTER, Selection for Perceptual Distinctivness: Evidence from Aguaruna Cultivars of *Manihot esculenta*, *Economic Botany*, 39(3) (1985) 310-325.
- [16] - R. S. PASQUET et M. FOTSO, Répartition des cultivars de niébé (*Vigna unguiculata*, L.Walp) du Cameroun: influence du milieu et des facteurs humains, *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 2 (1994) 93-143.
- [17] - R. S. PASQUET, Cultivated cowpeas (*Vigna unguiculata*) evolution in "Advances Legume Systematics. Legumes of Economic Importance, Ed. Royal Botanic Gardens, Kew, UK, (1996) 101-108.
- [18] - J. T. OUEDRAOGO, M. SAWADOGO, J. B. TIGNEGRE, I. DRABO et D. BALMA, Caractérisation agromorphologique et moléculaire des cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) du Burkina Faso, *Cameroon Journal of Experimental Biology*, Vol 06 (1) (2010) 31-40
- [19] - M. BORGET, Les légumineuses vivrières tropicales, Ed. Le technicien d'agriculture tropicale. Maisonneuve et Larose, Paris, (1989) 161.
- [20] - R. S. PASQUET AND J-P BAUDOIN, Cowpea, in "Tropical Plant Breedings", Ed. CIRAD, Paris, (1997) 177-198.

- [21] - R. L. FERY, The genetics of cowpea: a review of the world literature, in “*Cowpea research, production and utilization*”, Ed. New York, USA, Wiley, (1985) 25-62.
- [22] - R. S. PASQUET, Morphological study of cultivated cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Importance of ovule number and definition of *cv gr* Melanophthamus, *Agronomy*, 18 (1998) 61-70.
- [23] - K. C. KONAN, H. ROY-MACAULEY, M. C. GUEYE, M. C. OTTO, J. F. RAMI et R. S. PASQUET, Diversité génétique des variétés traditionnelles de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] au Sénégal : étude préliminaire, *Plant Genetics Resources*, 152 (2007)33-44.
- [24] - W. M. LUSH and L. T. EVANS, The domestication and improvement of cowpeas *Vigna unguiculata* L., Walp., *Euphytica* 30, (1981) 579-587.
- [25] - X. BRY, Analyses factorielles simples, *Economica*, Ed. Paris, France (1995)112.
- [26] - J. DOEBLEY, Isozymic evidence and the evolution of crop plants, in “*Isozymes in plant biology*”, Ed. Dioscorides Press, Portland, OR, (1989) 165-191.
- [27] - U. B. APTE, S. A. CHAVAN and B. B. JADHVA, Genetic variability and heritability in cowpea, *Indian Journal of Agricultural Sciences* 57 (1987) 596-598.
- [28] - A. K. M. A. R. SIDDIQUE and S. N. GUPTA, Genotypic and phenotypic variability for seed yield and other traits in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp., *International Journal of Tropical Agriculture* 9 (1991) 144-148.
- [29] - R. L. FERY and B. B. SINGH, Cowpea genetics: a review of the recent literature, in “*Advances in Cowpea Research*”, Ed. IITA and JIRCAS, Ibadan, Nigeria, (1997) 13-29.