



Etude du potentiel agronomique de quelques populations locales de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Moussaoui S¹, Alane F², Marouche K¹, Bouali S¹, Mansour H¹

1: Ecole nationale supérieure d'agronomie Avenue Hassan Badi El Harrach– Alger.

2: Institut national de recherche agronomique 2 Rue Frères Oudek, Hacène Badi, El Harrach- Alger .

Mots clés: Niébé, population, caractérisation agro-morphologique, qualité fourragère.

Key words: Cowpea, population, agro-morphological characterization, fodder quality.

Submitted 22/11/2025, Published online on 31st January 2026 in the [*Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\)* ISSN 2071 – 7024](#)

1 RESUME

Ce travail porte sur l'étude des performances agronomiques de onze (11) populations locales de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), avec témoin une variété commerciale. Cette caractérisation consiste à évaluer les populations étudiées sur plusieurs critères agro-morphologiques dans l'objectif de conserver ces populations et de les inscrire au catalogue national officiel. Concernant cette évaluation, 26 paramètres quantitatifs ont été utilisés. La qualité fourragère et la possibilité d'exploitation de ces populations comme un fourrage, ont été étudiés en se basant sur 7 paramètres quantitatifs. L'analyse de la variance de l'ensemble des paramètres utilisés dans la caractérisation montre l'existence d'une différence significative à très hautement significative entre les populations pour la majorité des paramètres. Les deux populations NKT 78 et NKB 42 sont les plus performantes à tout égard. Elles présentent des graines blanches réniformes, avec un tégument rugueux, des racèmes positionnés en haut, ainsi qu'une bonne capacité de nodulation, se traduisant un bon rendement et un bon développement végétatif. Pour la qualité fourragère, les paramètres mesurés ont montré une différence significative entre les populations, à l'exception du pourcentage de la matière sèche. Les populations NKT 78, NKB 42 et la population NG 95 ont enregistré un taux de matière sèche et azoté importants et un bon rendement en sec. L'analyse de la variance de la digestibilité des graines des populations ne montre aucune différence significative. Par ailleurs les valeurs varient entre un maximum de 86 ,80% noté par la population NKB42 et 77,95% noté par la population NKB43.

SUMMARY

The study is on the agronomic performances of eleven (11) local populations of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), with a commercial variety as a control. This characterization consists of evaluating the populations studied on several agro-morphological criteria with the aim of conserving these populations and registering them in the official national catalog.. The fodder quality and the possibility of exploiting these populations as fodder were studied based on 7 quantitative parameters. The analysis of the variance of all the parameters used in the characterization shows the existence of a significant to very highly significant difference between the populations for the majority of parameters. The two populations NKT 78 and NKB 42 are the best performing in all respects. They have kidney-shaped white seeds, with a rough integument, racemes positioned at the top, as well as good nodulation capacity, resulting in good yield and good vegetative development. For forage quality, the measured



parameters showed a significant difference between the populations, with the exception of the percentage of dry matter. The NKT 78, NKB 42 populations and the NG 95 population recorded a high dry matter and nitrogen content and a good dry yield. Analysis of variance of seed digestibility of the populations showed no significant differences. Furthermore, the values vary between a maximum of 86.80% noted by the NKB42 population and 77.95% noted by the NKB43 population.

2 INTRODUCTION

Les légumineuses sont cultivées pour leur partie aérienne afin de nourrir le bétail, mais les graines constituent aussi une source de protéine pour l'alimentation humaine. En Algérie pour encourager les agriculteurs à se lancer ou à intensifier leur production, des mesures d'accompagnement concrètes ont été mise en place pour la culture des légumineuses alimentaires. Parmi celles-ci, l'augmentation des primes à la production : De 2600 à 4000DA le quintal pour la lentille ; de 3000DA-5000DA le quintal pour le pois chiche (Algérie 360°, 2025). Selon la déclaration du ministre durant l'année 2022, la production de la filière des légumineuses a atteint 1,2 millions de quintaux, soit une hausse de 20% par rapport à la précédente saison (Algérie-eco, 2022). Cependant l'arachide, le haricot, le niébé, les lupins, les gesses sont marginalisées et sont les légumineuses alimentaires les plus négligées par rapport à la culture de la fève, la féverole, le pois chiche kabuli, la lentille et le pois (Maatougui et al., 2017). Le niébé est cultivé principalement en Kabylie, dans les zones Est de la wilaya d'EL Taref et dans les oasis du Sahara en culture pure ou en association avec le sorgho, le mil et le maïs (Ghalmi, ., 2011). Il est destinée principalement à l'autoconsommation, les graines sont vendues sur les marchés locaux (Ghalmi, 2011). Malgré son adaptation (source de résilience face aux changements climatiques), les Oasiens conservent habilement sa semence à ce jour, vu son importance, cette ressource reste marginalisée et elle est soumise à un processus d'érosion qui risque de devenir irréversible. Pour une meilleur valorisation des ressources oasiennes une initiative louable a été lancée par la mico-ferme écologique et innovante « la Clé des Oasis » Ksar de Badriane, Timimoune. Des




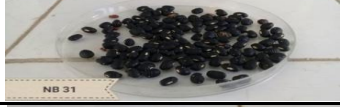








cultures vivrières et alimentaires que nous trouvons sur le marché local comme le haricot tadelaght (le niébé), les lentilles et les fèves, des variétés locales (El Watan ,2024). Le niébé est un aliment qui peut être consommé aussi bien par l'animal que par l'homme, en effet Mazzela-Second et al., (2002), affirment que le niébé occupe une place très importante dans la filière des légumineuses fourragères, les fanes séchées constituent un fourrage bien apprécié par le bétail grâce à leur richesse remarquable en matière azotée, avec une valeur fourragère de 0,45 unité fourragère (UF)/kg et 100 à 200g de matière azotée digestive (MAD)/kg. Le niébé est également connu pour ses intérêts agronomiques. Les racines du niébé en symbiose avec les rhizobiums permettent la fixation biologique de l'azote. De ce fait, il constitue un bon précédent pour les céréales, il permet de minimiser les coûts de production par la réduction de l'emploi d'engrais azotés (Bado, 1999). Il contribue à lutter contre le *Strigahermonthica* par la réduction du stock de semences de *Striga* dans le sol (Carsky et al., 2002). La collecte des populations locales et leur caractérisation est un pré requis dans le but de la conservation et la valorisation de cette ressource. C'est dans ce contexte que nous avons réalisé notre étude, qui consiste à caractériser et évaluer onze populations locales sur le plan agromorphologique avec l'utilisation des descripteurs de l'IPGRI (1983). De plus, sachant que le niébé fournit du fourrage de qualité pour le bétail, nous avons réalisé un ensemble d'analyse chimique de nos populations afin de déterminer celles destinées à l'alimentation humaine et celles qui offrent le meilleur fourrage aux animaux d'élevage.

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 Matériel végétal : Le matériel végétal utilisé a été obtenu suite à une prospection dans différentes régions du territoire national

caractérisé par des étages pédoclimatiques distincts, réalisée par Ghalmi (2005) (Tableau 1).

Tableau 1 : Présentation des populations

Régions	Abréviation	Climat	Photos
Ghardaïa	NG 52	Saharien	
Ghardaïa	NG 95	Saharien	
Béchar	NB 21	Saharien	
Béchar	NB 31	Saharien	
Kabylie (Bejaïa)	NKB 39	Subhumide	
Kabylie (Bejaïa)	NKB 41	Subhumide	
Kabylie (Bejaïa)	NKB 42	Subhumide	
Kabylie (Bejaïa)	NKB 43	Subhumide	
Kabylie (Tizi ousou)	NKT 75	Subhumide	
Kabylie (Tizi ousou)	NKT 78	Subhumide	
Kabylie (Tizi ousou)	NKT 79	Subhumide	
Espagne	Témoin	Méditerranéen	



3.2 Site expérimental : L'essai a été menée à la station expérimentale de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, qui est située dans la commune d'El Harrach, avec les coordonnées géographiques suivantes : au Nord : Une altitude de 36°, une latitude de 43° et une longitude 7° et à l'est : Une altitude de 3°, une latitude de 9° et une longitude 4°, la parcelle présente une pente légère orientée du nord vers le sud.

3.3 Les conditions climatiques : La pluviométrie, en mois d'avril a connu de fortes précipitations, avec des cumuls de 135 mm. Cette forte pluviométrie au mois d'avril a coïncidé avec le 1er stade de développement de la culture. Cependant durant le mois de juin, le cumul des précipitations a drastiquement diminué atteignant 2 mm, cela a coïncidé avec le stade critique de la floraison, l'irrigation a été indispensable pour combler ce manque d'eau. Pour les mois de Juillet et Août, on a enregistré 0 mm, ces conditions étaient favorables au stade de maturité de la culture (la gousse doit complètement se dessécher). Durant la culture, la gamme des températures moyennes varient entre 16°C et 28°C avec une température extrême de 45°C. Les fortes températures au mois d'août ont coïncidé avec le stade de maturité.

3.4 Les analyses et travail du sol : Une analyse du sol est une méthode visant à déterminer la structure du sol et sa composition chimique pour une meilleure gestion de la culture en termes de fertilisation. Les prélèvements du sol ont été effectués le 5 décembre 2021. Neuf échantillons ont été prélevés à une profondeur de 30 cm. Les 9 échantillons sont ensuite mélangés pour former un échantillon homogène à partir duquel nous avons fait les analyses. La parcelle était en jachère durant les deux années précédentes l'essai. Les résultats ont révélé que la texture de notre sol est limono-argileuse. La valeur obtenue suite à l'analyse de la conductivité électrique (CE) est de 0,2 dS /m, ce qui montre que le sol est non salin. Les résultats indiquent que le pH_{Heu} et le pH_{KCl} sont de 8,32 et 7,54 respectivement, donc le sol est basique. Le sol est très pauvre en phosphore

assimilable, la valeur obtenue est de 0,12 ppm. Selon la norme NF ISO 10693 le taux de CaCO₃ total analysé <5% nous a permis de déterminer que le sol de la parcelle est non calcaire avec une teneur de 0,44%. Le taux de MO totale est de 2,53 %. Ce résultat indique que le sol est moyennement pauvre en matière organique. Par contre il est riche en azote totale avec un taux de 1,4%. Le travail du sol a été réalisé le 30 mars 2022 de la manière suivante : un double passage croisé à l'aide d'un cover-crop pour casser les mottes et détruire les mauvaises herbes, suivi par la préparation du lit de semence à l'aide d'un seul passage du chisel. Pour préparer les semences à l'étape de semis, nous avons effectué une pré-germination le 25 avril 2022, 24 graines pour chaque population avec 3 répétitions. Les semences sont mises dans des boîtes à Pétri préalablement recouverte d'un papier absorbant, puis on ajoute l'eau distillé (environ 20 ml fractionnée en 2 fois) puis les boîtes sont mises dans l'étuve à 20°C jusqu'à l'apparition de la radicule.

3.5 Dispositif expérimental : Le dispositif utilisé est le bloc aléatoire complet avec 3 répétitions, dans lequel les populations sont le facteur étudié et le bloc est le facteur contrôlé. L'espacement entre les blocs est de 1 m. Au niveau de chaque bloc sont semées 12 lignes. Chaque ligne représente une population. Chaque population est représentée par 8 plants. La séparation entre les lignes est de 1 m. Les populations sont réparties de façon aléatoire au niveau du bloc grâce à la table des nombres aléatoires. L'essai a été mené sur une superficie 318,5 m². Le semis a été réalisé manuellement le 27 avril 2022 avec une densité de semis égal à 10000 plants /ha. La profondeur de semis était de 2 à 3 cm environ. Au niveau de chaque poquet sont déposées 2 à 3 graines. Un démariage a été effectué le 15 mai 2022, deux plants dans le même poquet sont enlevés afin de ne laisser qu'un plant. On enlève toujours le plant le moins vigoureux. Le système d'irrigation utilisé est le goutte à goutte. L'apport d'eau se fait en fonction des besoins de la culture avec une fréquence d'irrigation de deux fois par semaine au stade végétatif et 3 fois par semaine à la

floraison. Après l'installation du paillage organique le 08 Juin 2022, le sol conserve son humidité plus longtemps, nous avons donc réduit la fréquence d'arrosage à 2 fois par semaine. Les besoins en phosphore du niébé sont estimés à 30 kg / ha, pour cette raison nous avons apporté 25 g / ligne de N-P-K (0, 20, 25) comme engrais de fond le 11 Avril 2022 et nous avons appliqué aussi un engrais foliaire "Phosamco 6 SP" le 24 Mai 2022, avec une dose de 2,5 g / l au stade végétatif. Ce produit apporte les oligo-éléments nécessaires à la plante dans les proportions suivantes : 2 % MgO ; 0,04% Bore ; 0,2 % cuivre ; 0,02 % Fer ; 0,26 % manganèse ; 0,006 % molybdène ; 0,14 % zinc. La nuisibilité des mauvaises herbes est due à la compétition avec la plante cultivée pour l'eau, les éléments fertilisants, la lumière et l'espace. Ainsi trois désherbages manuels ont été réalisées, le premier et le deuxième effectué le 10 et le 21 mai respectivement et le dernier désherbage est effectué avant l'installation du paillage organique qui s'est fait le 8 juin 2022. Lors du suivi de la culture, nous avons été confrontés à plusieurs contraintes biotiques et abiotiques des traitements phytosanitaires ont été utilisés. Le niébé se caractérise par une croissance végétative dense et entrelacée qui rend difficile le déplacement entre les plantes et la différenciation entre les différentes populations, en plus des risques d'infection par des maladies fongiques transmises par le sol. Pour éviter cela, nous avons attaché les populations qui présentent l'aspect grimpant avec des ficelles attachées à des fils métalliques. Le moment propice de la récolte du niébé est quand la gousse a atteint le stade de maturité complète. La graine à l'intérieur d'une gousse sénescence est dure à l'appui avec l'ongle. La récolte a été effectuée de façon échelonnée, au cours de laquelle nous avons récolté deux fois le 17 juillet 2022 et le 13 août 2022.

3.6 Les paramètres étudiés: Les paramètres que nous avons étudiés sont fixés par les descripteurs IBPGR (1983). Ils sont de types morphologiques, phénologiques, et on les a mesurés à différents stades de développement. Il s'agit pour les paramètres morphologiques de :

1. Hauteur de la tige principale dans le 46ème et le 77ème jour après le semis
2. Diamètre de la tige principale
3. Nombre de ramification de la tige principale
4. Surface foliaire
5. Longueur et largeur de la foliole terminale
6. Longueur du pédoncule floral
7. Nombre des nodules
8. Poids sec des nodules
9. Nombre des gousses par pédoncule
10. Nombre des gousses par plant
11. Poids des gousses par plant
12. Nombre d'ovules par gousse
13. Nombre de graines par gousse
14. Nombre d'ovules avortés
15. Longueur des graines
16. Largeur des graines
17. Poids de 100 grains
18. Rendement (qx/ha)

D'autres liées à la qualité du végétal sont déterminés par :

19 Taux de chlorophylle totale (Méthode D'ARNON (1949).

20 Le taux de protéine dans les graines (AFNOR, 1982).

Pour les paramètres phénologiques, il s'agit au stade végétatif, du paramètre, 50% levée : déterminer le nombre de jours quand la moitié des plants ont émergé. Au stade floraison 50% : déterminer le nombre de jours quand la moitié des plantes sont fleuries.

3.7 Analyses fourragère et digestibilité in vitro : Pour réaliser les analyses nous avons utilisé les méthodes AFNOR (1982) et AOAC (1990). Les prélèvements sont effectués durant le stade plein floraison par une coupe intégrale de la biomasse aérienne. Nous avons prélevé 2 plants par bloc pour chaque population. Ces échantillons sont ensachés, étiquetés puis sont séchés à 65°C pendant 72h par la suite sont broyés et conditionnés.

La digestibilité de la graine est réalisée par la méthode microbiologique de Tiley et Terry (1962).

3.8 Analyses statistiques : Les paramètres étudiés ont été effectués par le logiciel Statview et Statistica.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

Tous les paramètres biométriques des populations étudiés montrent soit une différence significative (*) ou très hautement significative (***) sauf pour les paramètres suivants :

diamètre des gousses (DG), nombre d'ovules avortés (Nbr OA), largeur des graines (lGr) et nombre de jours pour la levée (L50%) où il n'y a pas de différence significative (Tableau2).

Tableau 2 : Résultats d'analyse statistique des paramètres biométriques

Paramètres	Moyenne	Ecart type	Ddl	Variance	Chi2	P	Signification
LP	17,128	3,517	107	12,371	1323,644	<0,0001	***
LG	16,923	3,585	107	12,853	1375,312	<0,0001	***
H(m)	1,23		23	2854,251	65647,76	<0,0001	***
F/T	1,27		23	0,485	11,15	0,037	*
Rend en sec (g/m ²)	270,83		23	2775,362	63833,33	<0,0001	***
DG	7,121	1,088	107	1,183	126,634	0,1893	NS
PG (kg)	0,123	0,052	107	0,003	0,294	<0,0001	***
RDT (Qx)	12,098	5,163	107	26,661	2852,710	<0,0001	***
NbrRmf	12,093	1,847	107	3,412	365,074	<0,0001	***
Nbr O	14,188	1,176	107	1,383	148,016	0,0107	*
Nbr Gr/G	12,667	1,487	107	2,213	236,750	<0,0001	***
Nbr OA	1,558	1,126	107	1,267	135,576	0,0647	NS
P 100g	14,306	5,380	107	28,943	3096,917	<0,0001	***
HTP 77j	2,087	1,998	107	3,993	427,266	<0,0001	***
SFF	50,435	23,264	107	541,202	57908,602	<0,0001	***
LFT	11,064	5,066	107	25,665	2746,202	<0,0001	***
lft2	12,708	6,679	107	44,613	4773,581	<0,0001	***
PSN	1,389	1,582	71	2,501	177,603	<0,0001	***
NND	61,139	48,578	71	2359,811	167546,611	<0,0001	***
SP%MS	27,883	9,465	71	89,585	6360,520	<0,0001	***
lGr	8,245	1,781	143	3,172	453,643	<0,0001	***
lGr	5,498	0,945	143	0,892	127,618	0,3657	NS
DT 46 JAS	11,109	2,238	143	5,008	716,132	<0,0001	***
hTP46 JAS	47,840	25,576	143	654,118	93538,826	<0,0001	***
D50% F	52,861	2,307	35	5,323	186,306	<0,0001	***
L50%	6,667	0,926	35	0,857	30,000	0,5837	NS
Chltot	4,096	2,078	107	4,316	461,865	<0,0001	***

***très hautement significative ,NS : non significative, ***très hautement significative

• **Nombre de jours pour la levée (L50 %)** : Le nombre de jours moyen pour la levée est compris entre un minimum de 5,66 JAS (jour après semis) enregistré par la population NKB 42 et un maximum de 7,66 JAS enregistré par les populations NKT 79 ; NG 95 ; NB 31,

cependant le témoin a enregistré une valeur de 6,33 JAS. Nos résultats correspondent à ceux de Dagnon et al. (2017) qui ont travaillé sur 70. Des résultats similaires ont été obtenus par Sellamna (2006) avec un nombre de jours qui varie entre 8 et 11,3 jours.



- **Diamètre de la tige principale au 46^{ème} jour après semis (DT 46 JAS) :** Le diamètre moyen de nos populations varie entre un minimum de 8,99 mm enregistré par la population NG 52 de Ghardaïa et un maximum de 12,51 mm enregistré par la population NKB 42 de Béjaïa, cependant le témoin a enregistré le diamètre moyen le plus important avec 12,65 mm. Nos résultats concordent avec ceux de Beddïaf (2006) avec un minimum de 1,7 mm et un maximum de 3,7 mm. Dans l'étude menée par Ghezal et Messahli (2021) sur 14 populations de niébé de Tamanrasset, le diamètre de tige est compris entre 5,03 et 7,33 mm.

- **Hauteur de la tige (H cm) :** Le facteur qui détermine la croissance et le rendement de la plante est la hauteur de la tige (Alane et al., 2016). Les valeurs moyennes de la hauteur de la tige, sont comprises entre 26,37 et 80,5 cm. La hauteur la plus élevée caractérise la population NKB 42, et la hauteur la plus faible caractérise la population NB 21. La Hauteur de la tige principale au 46^{ème} et 77^{ème} jour après semis (HT 46 JAS, HT 77 JAS) des populations varie entre un minimum de 27,78 cm enregistré chez la population NB 21 et un maximum de 91,79 cm enregistré chez la population NKT 78, le témoin a enregistré une valeur égale 53,66 cm. Ghalmi (2011) a trouvé aussi une différence très hautement significative avec une valeur minimale de 30,93 cm chez la population NAG 4 et une valeur maximale de 64,60 cm enregistré par la population NAG 6. Des résultats similaires ont été obtenus par Beugré et al (2020) sur le niébé rouge et le niébé blanc révélant une différence significative. Les valeurs de la hauteur de la tige après 77 JAS varient entre une valeur moyenne minimale de 0,61 m enregistrée par la population NB 21 et une valeur moyenne maximale de 4,27 m enregistrée chez la population NKT 75, tandis que le témoin a enregistré une valeur moyenne de 2,51 m. La comparaison entre la hauteur des différentes populations étudiées après 46 JAS et 77 JAS montrent que toutes les populations provenant du Sud NB 21 ; NB 31 ; NG 52 ; NG 95 présentent une hauteur faible avec une faible

vitesse de croissance en hauteur par rapport aux populations qui proviennent du Nord NKB 41 ; NKT 79 ; NKT 75 ; NKB 42 ; NKT 78.

- **Nombre de ramifications (Nbr Ram) :** Les valeurs du nombre moyen de ramifications varient entre une valeur minimale de 10,66 enregistrée par la population NG 52 et une valeur maximale de 13,33 pour la population NKB 41. Le témoin a enregistré une valeur moyenne de 11,66. L'étude menée par Sellamna (2006) sur quelques populations locales montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les populations, enregistrant entre 7 et 11 rameaux. Par contre dans l'étude de Beugré et al (2020), l'analyse de variance a montré une différence significative entre les populations ($p < 0,05$).

- **Longueur de la foliole terminale (LFT) :** Les valeurs moyennes sont comprises entre un minimum égal à 10,10 cm pour la population NKB 42 et un maximum égal à 11,51 cm pour la population NKT 79, tandis que le témoin a enregistré une valeur moyenne de 11,42 cm. Nos résultats rejoignent ceux de Sellamna (2006), qui révèlent une différence significative entre les populations avec des valeurs qui varient entre 9,48 et 11,5 cm.

- **Largeur de la foliole terminale (IFT) :** L'analyse de variance pour ce paramètre a montré une différence très hautement significative entre les différentes populations étudiées ($P < 0,0001$) (Tableau 2). Les différentes valeurs moyennes de la largeur de la foliole terminale des populations présentent une valeur minimale égale à 5,77 cm enregistrée par la population NB 31 et une valeur maximale égale à 16,89 cm enregistrée par la population NKB 41, le témoin à une valeur de 12,19 cm. Par contre dans l'étude de Diouf et al. (2007), de la largeur des folioles ne montrent aucune différence entre les variétés étudiées.

- **Surface foliaire (SFF) :** Les valeurs moyennes de la surface foliaire sont situées entre un minimum de 18,86 cm² enregistré par la population NG 52 et un maximum de 71,28 cm² enregistré par la population NKB 42. Le témoin a enregistré une surface foliaire égale à 62,89 cm².



- **Le rapport feuille sur tige en sec (F/T) :** Les valeurs moyennes de ce rapport varient entre un minimum de 0,63 chez la population NKT 75 et un maximum de 2,52 chez la population NKT 78. Ce qui annonce une bonne qualité du fourrage.

- **Rendement de fourrage en sec (Rd g / m²) :** Les valeurs du rendement en sec varient entre 117,5 et 212,5 g/m², la valeur la plus élevée est enregistrée par la population NG 95 alors que la valeur la plus faible est enregistrée par la population NKB 39. Ces valeurs sont considérées comme très faibles mais cela peut être justifié par la faible dose de semis utilisée dans notre essai.

- **Taux de chlorophylle totale (Chlr totale) :** Le taux de chlorophylle varie entre un minimum de 12,69 µg / ml enregistré par la population NKT 75 et un maximum de 21,37 µg / ml enregistré par la population NB 21. Le témoin a enregistré une valeur moyenne de chlorophylle égale à 16,99 µg / ml. Dans l'étude réalisée par Nabi (2009), l'analyse de ce paramètre sur cinq populations de niébé a révélé une différence significative.

- **Nombre de jours du semis à la floraison (D50%F) :** La valeur minimale de floraison à 50 JAS est enregistrée par la population NKT 75 et la valeur maximale 57 JAS est enregistrée par la population NG 95. Le témoin a enregistré une valeur de 52 JAS. Ghalmi et al. (2005) ont également abordé ce paramètre à travers leur étude de 20 cultivars locaux de niébé. Les résultats ont montré qu'il existait des différences très hautement significative avec des dates de floraison comprise entre 47,2 et 83,6 JAS. Nadjiam et al. (2015) ont également trouvé une différence hautement significative pour ce paramètre, avec une valeur minimale égale à 37 JAS et une valeur maximale égale à 97 JAS.

- **Nombre des nodules (NND) :** Les valeurs obtenues montrent la capacité des différentes populations étudiées à former des nodules. Les populations NG 52 et NB 31 ont enregistré le nombre le plus bas de nodules avec 11,66 et 17,50 Nd/P respectivement. Les

populations NKT 79 et NKB 43 ont enregistré des capacités de nodulation élevées par rapport au reste des populations, enregistrant des valeurs de 90,83 et 98 Nd/P respectivement, tandis que le témoin a enregistré un nombre moyen de nodules égal à 97,33 (Tableau 2). L'étude de N'Gbesso *et al.* (2013) a également montré une différence significative entre les six variétés améliorées de niébé étudiées, avec un nombre de nodules allant de 47,8 à 60,8 Nd/P.

- **Poids sec des nodules (PSN) :** La moyenne des poids des nodules est comprise entre un minimum de 0,255 g obtenu chez la population NG 52 et un maximum de 2,592 g obtenu chez la population NKB 43, alors que le témoin a donné un poids sec des nodules de 2,381 g. On observe que ce sont deux populations du Sud qui donnent les plus faibles poids sec de nodules (Tableau 2). Probablement il faut envisager l'inoculation avant le semis.

- **Longueur du pédoncule (LP) :** Les valeurs moyennes des populations étudiées sont comprises entre un minimum de 12,18 cm enregistré par la population NG 52 et un maximum de 21,07 cm enregistré par la population NKT 78, tandis que le témoin donne une valeur plus importante que celle de NKT 78, soit 24,96 cm. Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Ghezal et Messahli (2021), ces auteurs ont trouvé une différence très hautement significative entre les populations avec des valeurs variant entre un minimum de 17,02 cm et un maximum de 34,09 cm. Par contre Sellamna (2006) n'a trouvé aucune différence significative entre les populations.

- **Poids des gousses par plant (PG/P) :** Les valeurs moyennes du poids des gousses par plant varient entre un minimum de 70g enregistré par la population NG52 et un maximum de 178 g enregistré par le Témoin. La population NKB 42 qui enregistre une valeur de 150 g est considérée comme la population la plus proche le témoin par rapport au poids des gousses par plant. Nos résultats rejoignent ceux de Ghezal et Messahli (2021), où l'étude a révélé également une différence très hautement significative entre les populations avec un poids



des gousses qui varie entre 9,38 g et 179 g, alors que l'étude de Nadjiam et al. (2015) a révélé une différence significative avec un poids des gousses qui varie entre un minimum de 18,97 g et un maximum de 213,73 g.

- **Longueur des gousses (LG) :** Les valeurs moyennes de la longueur des gousses sont comprises entre une valeur minimale de 11,68 cm pour la population NG 52 et une valeur maximale de 23,63 cm pour la population NKT 78. Le témoin a enregistré une valeur de 19,41 cm. L'analyse de la variance pour ce caractère dans l'étude réalisée par Ghezal et Messahli (2021) a montré également une différence très hautement significative entre les populations avec des valeurs comprises entre 10,91 et 17,38 cm Nadjiam et al. (2015) ont également étudié ce paramètre sur 45 cultivars Tchadiens locaux, les auteurs ont trouvé que ces cultivars donnent une différence hautement significative, avec une valeur minimale et maximale de 10,66 cm et 23 cm respectivement (Tableau 2).

- **Diamètre des gousses (DG) :** La population NG 52 a donné la valeur la plus faible du diamètre des gousses, estimée à 5,62 mm, tandis que la valeur maximale de 8,49 mm est enregistrée par la population NKT 78, le témoin a enregistré une valeur proche à celle de la population NKT 78 estimée à 8,15 mm. L'étude de Ghezal et Messahli (2021) a révélé également une différence très hautement significative avec des valeurs moyennes du diamètre des gousses allant de 6,6 à 9,5 mm.

- **Nombre d'ovules par gousse (Nbr O) :** La plus petite valeur moyenne, qui est estimée à 12,88 ovules enregistré par la population NB 31, quant à la population qui a donné le plus grand nombre d'ovules par gousse, est NG 95 avec 15,80 ovules. La variété témoin, a enregistré une valeur de 14,16. Ces résultats rejoignent ceux de Ghalmi et al. (2005) où l'étude a montré également une différence très hautement significative avec un nombre d'ovules compris entre 8,54 et 13,60. Au contraire, Touami (2004) n'a trouvé aucune différence significative entre les populations par rapport à ce paramètre.

- **Nombre des graines par gousse (Nbr Gr/G) :** Les résultats obtenus montrent que le nombre des graines par gousse varie entre un minimum de 11,5Gr/G attribués à la population NKB 42 et un maximum de 14,69 Gr/G chez la population NG 95, quant au témoin, il a donné une valeur de 12,33 Gr/G. Par ailleurs, Nadjiam et al. (2015) ont révélé un nombre minimal de 5 Gr/G et un nombre maximal de 20 Gr/G. Selon Denise et al. (2016), la variabilité observée dans le nombre de graines traduirait une différence entre les populations dans l'efficacité de la mobilisation des assimilés vers les structures de réserve.

- **Nombre d'ovules avortés (Nbr OA) :** Le nombre d'ovules avortés se situe entre un minimum de 0,66 enregistré par la population NKB 43 et un maximum de 2,91 enregistré par la population NKB 42. Le témoin donne une valeur moyenne de 1,94. Ghezal et Messahli (2021) ont trouvé une différence très hautement significative entre les populations de niébé concernant le nombre d'ovules avortés, qui varie de 1 à 2,5.

- **Poids de 100 grains (P100 G) :** Des valeurs moyennes situées entre un minimum égal à 7,88 g enregistré par la population NKB 43 et un maximum égal à 24,44 g enregistré par la population NKT 78. Le témoin, donne une valeur de 18,44 g. Notre résultat est comparable à celui de Ghalmi (2005) qui remarque une différence très hautement significative pour le poids de 100 grains avec une valeur maximale égal à 19,09 g enregistrée par la population NE 5 et une valeur minimale de 7,06 g enregistrée par la population NAG 2. Selon Doumbia et al. (2013), la variation du poids des grains entre les différentes populations est liée à leur capacité d'acclimatation.

- **Longueur de la graine (LGr) :** Les graines de la population NKT 78 ont enregistré la plus grande longueur avec 11,09 mm, tandis que la longueur la plus faible de 6,39 mm est enregistrée par la population NG 52. Le témoin, a donné des graines d'une longueur de 9,58 mm. Ce paramètre a été abordé par Dagnon et al. (2017), l'étude s'est portée sur 70 cultivars locaux

de niébé au Togo, où il a été constaté que la longueur des graines varie de 6 mm comme valeur la plus basse à 10 mm comme valeur la plus élevée.

- **Largeur de la graine (lGr) :** Les résultats de la largeur de la graine varient entre un minimum de 4,61 mm attribué à la population NG 52 et un maximum de 6,29 mm enregistré par la population NKT 78, tandis que le témoin a enregistré la valeur la plus importante avec 6,33 mm. Ce paramètre a également été abordé par Dagnon et al. (2017) dans leur étude dans laquelle ils ont constaté une différence très hautement significative entre les cultivars par rapport à la largeur des graines qui varie de 3 mm comme valeur la plus basse à 5 mm comme valeur la plus élevée.

- **Taux de protéines dans les grains (SP % MS) :** Les valeurs moyennes de la teneur en protéines des graines des populations étudiées sont comprises entre un minimum de 16,64% MS enregistré par la population NKB 41, et un maximum de 35,38% MS enregistré par la population NKT 78, le témoin VCG donne un taux de protéine faible par rapport à la plupart des populations étudiées avec une valeur moyenne de 20,44%MS. L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les populations pour le taux de protéines ($P < 0,0001$) (Tableau 2). Ces valeurs sont comparables à supérieure à ceux mentionnés par Mebdoua (2011), qui a enregistré des valeurs de protéines allant de 23,65 à 29,98 % MS.

- **Rendement en gousse (RDT) :** Les valeurs moyennes du rendement varient entre un minimum de 7,05 q/ha chez la population NG

52 et un maximum de 14,82q/ha chez la population NKB 42, tandis que la variété témoin VCG enregistré le rendement le plus important d'environ 17,55 q/ha. En comparant avec l'étude menée par Arbaoui et Djafri (2015) sur 14 populations locales de niébé semées avec une densité de 20000 plants/ha, l'analyse de la variance de ce paramètre a montré une différence très hautement significative avec des valeurs moyennes du rendement en gousses comprises entre un minimum de 11,81q/ha enregistré par la population NE 92 et un maximum de 60,78 q/ha enregistré par la population NG 54. Selon Tofa et al. (2018), une densité de plantation élevée augmente les composantes du rendement (gousses et graines) donc les rendements obtenus lors de notre essai sont probablement liée à la faible densité de semis.

- **Qualité du végétal et de la graine :** Sachant que c'est un paramètre qui varie avec le type de sol (Jean-Biain, 2002), les taux de matière minérale varient entre 8,76 et 12,46% MS enregistrés par NKT 79 et NKB 39 respectivement (Tableau 3). La teneur en matières azotées (MAT) varie entre 9,84% enregistrée par la population NKB41 et 22,27%MS enregistrée par NKB39, cette dernière valeur est supérieure à celle trouvée par Toe et al (2022) 20,81% chez les fanes de la variété sénégalaise (IS 5874). Les teneurs en cellulose brute sont comprises entre 19,99 et 31,01% MS. La teneur la plus élevée caractérise la population NKB 41 et la valeur la plus faible correspond à la population NB 31. Ces résultats sont proches de la valeur enregistrée chez la luzerne 28, 6%MS (Chibani et al., 2010) .

Tableau 3 : Résultats d'analyse statistique des paramètres chimiques du végétal

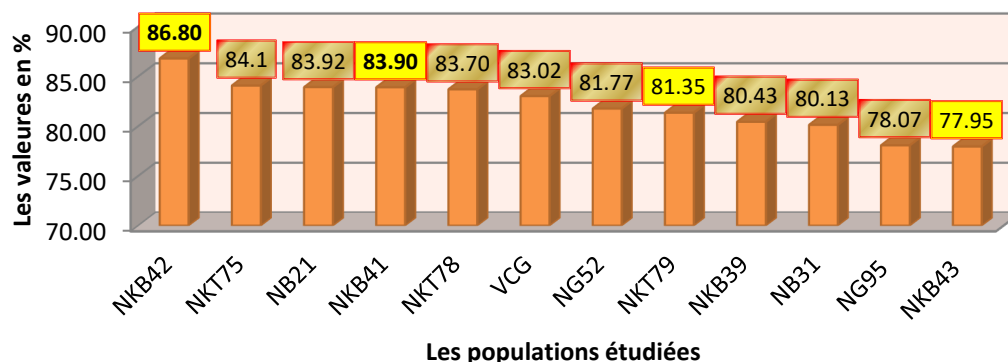
Paramètres	Moyenne	Ecart type	Ddl	Variance	Chi2	P	Signification
MS%	88,865	3,532	34	12,473	424,065	<0,0001	***
MM%MS	13,456	1,647	34	2,712	92,195	<0,0001	***
MAT%MS	16,151	2,663	34	7,090	241,071	<0,0001	***
CB%MS	25,307	3,857	34	14,875	505,743	<0,0001	***

***très hautement significative

L'analyse de la variance de la digestibilité des graines des populations chez le ruminant ne montre aucune différence significative. Par

population ailleurs les valeurs varient entre un maximum de 86,80% noté par la population NKB42 et 77,95% noté par la NKB43 (figure 1).

Figure 1. Digestibilité corrigée en % des graines



- La corrélation des paramètres et l'ACP : Plusieurs corrélations ont été enregistrées entre les paramètres étudiés (annex1). En se basant sur ces corrélations, nous avons analysé les composantes principales et obtenu la figure 3, qui a pour but d'étudier la divergence entre les paramètres vis-à-vis des populations étudiées. Les deux axes de l'analyse en composantes principales (figure 2a) expliquent 50,37% de la variabilité. Ainsi, les points moyens des 12 populations étudiées sur le plan défini par les deux axes 1 et 2 permet l'observation de 4 groupes présentés dans la figure 2b. Le groupe 1 qui se situe du côté positif est représenté par les populations NG52, NB31, NKB39, il est formé par les paramètres : MS, taux de chlorophylle, MM. Ces populations sont caractérisées par des taux élevés en MAT et MM, un même nombre de ramification et d'ovule ainsi que le nombre de graine par gousse. Elles ont le même diamètre de gousse et hauteur de tige principale à 77j et largeur de la feuille terminale, et même largeur et longueur de la graine et même levée à 50%. Le taux de matière azotée est très élevé par rapport aux autres populations mais aussi le taux de cellulose brute est élevé. Ces populations peuvent constituer un matériel végétal de sélection. Les populations NB21, NKB43,

NB95 caractérisent le groupe 2 qui se trouve également du côté positif de l'axe 1, il est formé par les paramètres : D50%F, NbrGr/G, L50%. Le paramètre L50% est moyen à élevé, le rendement est moyen, le nombre de graines par gousse est élevé, un DT46JAS élevé et un D50%F. Ces populations ont un taux de chlorophylle très élevé, la teneur en matière azotée et cellulose brute moyennement élevée. Le nombre des ramifications est élevé donc peuvent être destinée de production de fourrage et de graine. Les populations NKB42, NKT75 caractérisent le groupe 3 qui se trouve au côté négatif de l'axe. Ce groupe est formé par les paramètres : dig en% très élevée, CB élevée, P100g moyen et élevé, NbrRa élevé, MAT élevée, Lgr, HTP46j moyen et élevé, HTP77j élevé et très élevé, Nbr OA moyen et élevée. Ces populations peuvent être utilisées à double fin. Le groupe 4 qui se trouve aussi du côté négatif de l'axe comprend les quatre populations NKB41, NKT79, VCG, NKT78. Ce groupe est formé par les paramètres : LG très élevée, RdQX élevé, PL élevé, NbrO élevé, NND très élevé, PSN très élevé, lgr très élevée, DT46J élevé. Ces populations peuvent avoir un grand rôle dans la production de l'alimentation humaine.

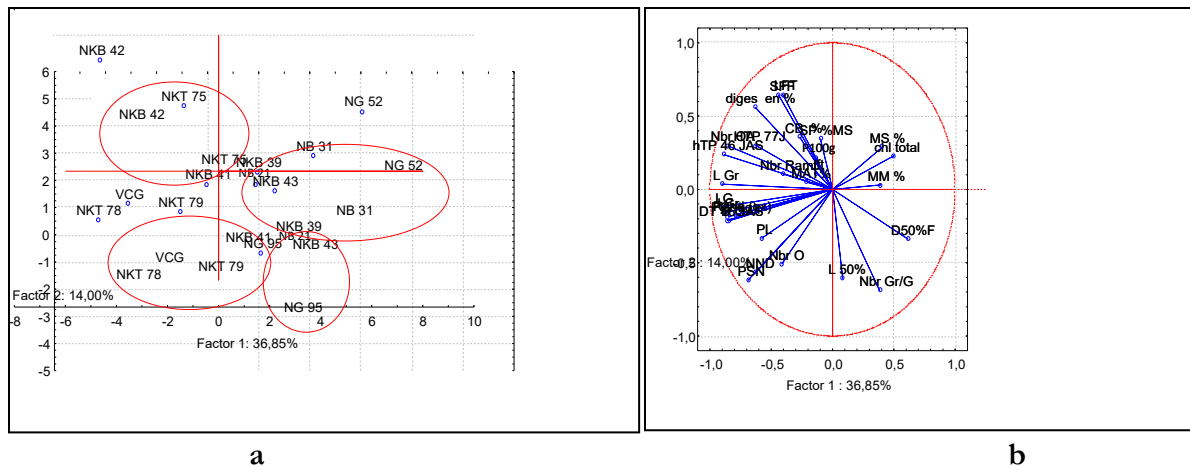


Figure 2 : L'ACP des paramètres étudiés des populations locales

5 CONCLUSION

Le niébé présente un grand intérêt agronomique, nutritionnel, environnemental et économique. L'Algérie est dotée d'une grande richesse en ressources phytogénétiques. Malheureusement le niébé est une ressource marginalisée, dont la richesse n'est pas exploitée et par conséquent elle est soumise à une érosion génétique. C'est pour ces raisons, que nous avons réalisé cette étude. Les résultats obtenus ont montré que la majorité des paramètres présentent au moins une différence significative à l'exception des paramètres suivants : Nombre d'ovules avortés, diamètre des tiges, longueur des graines et date de 50% levée. Par ailleurs, nous avons pu déterminer les différentes corrélations existantes entre les paramètres mesurés suite aux analyses multi variées. Nous avons constaté que les paramètres de rendement sont positivement corrélés entre eux : le rendement en gousse est positivement corrélé avec le poids des gousses, la longueur et la largeur des gousses et le nombre d'ovule par gousse. Le même constat a été réalisé pour les paramètres phénologiques : le paramètre 50% floraison est positivement corrélé avec 50% levée. Nous avons remarqué des corrélations négatives entre les paramètres phénologiques et le rendement tel que : le rendement en gousse qui est négativement corrélée avec la date de 50% floraison. Ainsi, les populations NKB42 ; NKT78 ont une meilleure performance, elles présentent une grande capacité de nodulation, et sont les plus précoces

et donnent les plus hauts rendements. Les populations NG52 ; NB21et NB31ont présenté la plus faible performance, avec une floraison tardive et les moins reproductives. Pour les paramètres étudiés dans la 2^{ème} partie de la qualité fourragère, l'analyse univariée a révélé que tous les paramètres étudiés présentent une différence hautement significative. Les analyses de corrélations ont indiqué que le rendement en sec est corrélé négativement avec le taux de la matière minérale, de la matière sèche, de la cellulose brute et de la matière azotée totale, et des corrélations positives tel que le rendement en sec avec la hauteur de la tige principale et le rapport feuille sur tige. De part ces résultats, on peut dire que **le rendement en sec** n'influe pas sur la composition chimique et par conséquent sur la qualité du fourrage. En effet, les rendements en sec sont faibles chez NKB39 ; NKT 75 ; NKB 43 ; NKT 79 ; NG 52, mais leurs compositions chimiques offrent des taux intéressants en matière minérale, matière azotée totale et en cellulose brute. Nous avons pu constater que les populations NKB41 ; NKB 42 ; VCG ; NG 95 ; NB 31 ; NB 21 ; NKT 78 présentent un rendement en sec élevé avec une composition chimique très faible. Enfin, la digestibilité des graines de toutes les populations présentent une digestibilité supérieure à 78% ce qui donne un intérêt Zootechnique à toute les populations comme concentré.



Annexe 1. Matrice de corrélation des paramètres biométriques

	PL	LG	DG	PG (kg)	Rd (Qx)	NbrRmf	NbrO	NbrGr/G	Nbr OA	P100g	Http 77j
PL	1,000										
LG	0,377***	1,000									
DG	0,331***	0,848 ***	1,000								
PG (kg)	0,340***	0,416 ***	0,301 ***	1,000							
Rd (Qx)	0,340***	0,416 ***	0,301 ***	1,000	1,000						
NbrRmf	0,123	0,115	0,023	0,232**	0,232**	1,000					
Nbr O	-0,016	0,298 ***	0,305 ***	0,080	0,080	-0,063	1,000				
Nbr Gr/G	-0,118	-0,121	-0,061	-0,107	-0,107	-0,118	0,658 ***	1,000			
Nbr OA	0,146	0,484 ***	0,432 ***	0,220**	0,220**	0,102	0,140	-0,626 ***	1,000		
P 100g	-0,061	0,134	0,204 **	0,017	0,017	-0,226 **	-0,044	-0,131	0,171**	1,000	
HTP 77j	0,141	0,272 **	0,282 ***	0,045	0,045	0,038	-0,032	-0,031	0,235**	0,230**	1,000

*** très hautement corrélé, ** hautement corrélé

Annexe 2 .Matrice de corrélation des restes paramètres biométriques

	LGr	lGr2	DT 46 JAS	HTP 46 JAS
LGr	1,000			
lGr2	0,558***	1,000		
DT 46 JAS	0,206**	0,311***	1,000	
hTP46 JAS	0,668***	0,359***	0,199	1,000

*** très hautement corrélé, ** hautement corrélé

Annexe 3 .Matrice de corrélation des paramètres chimiques du végétale

	MS%	MM% MS	MAT% MS	CB% MS
MS%	1,000			
MM%MS	-0,098	1,000		
MAT%MS	-0,111	0,081	1,000	
CB%MS	-0,290	0,221	0,348**	1,000

*** très hautement corrélé, ** hautement corrélé



6 RÉFÉRENCES

- AFNOR : 1982. Aliments des animaux. Détermination de la teneur en eau. NF V 18-109, 5 pp.
- Alane F, Bouzidi, A, Chabaca, R. and Abdelguerfi A : 2016. Caractérisation morphologique et chimique d'une variété de luzerne (Triade) au stade bouton floral et étude de la digestibilité in vivo de son foin. *Céréaliculture* 69, 59-67
- Algérie 360° : 2025. Développement des légumineuses sèches : l'Algérie mise sur plus de 100 000 hectares en 2025 <https://www.algerie360.com>
- Algérie-eco : 2022. Agriculture : Hausse de la production dans les principales filières en 2022. <https://www.algerie-eco.com/2022/11/08/agriculture-hausse-de-la-production-dans-les-principales-filières-en-2022/#:~:text=La%20production%20dans%20la%20fili%C3%A8re,de%20quintau%20r%C3%A9colte%20en%202022%2C>
- AOAC: 1990. Official Methods of analysis 15^{ième} édition (volume 1), edit Kenneth Helrich. 771p.
- Arbaoui C, Djafri K : 2015. Etude de la variabilité agro-morphologique de quelques écotypes locaux de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), Mémoire d'ingénieur d'état. 149 p
- Bado BV : 1999. Les contributions en azote des légumineuses et des amendements organiques: une évaluation quantitative par le 15N, p 67.
- Beddiaf Z : 2006. Caractérisation agro-morphologique de quelques populations locales du (*Vigna unguiculata*) (L.) Walp. Dans la région de Djanet. Mémoire d'Ingénieur, INA, EL Harrach, Alger, p 93.
- Beugré M, Ayolie M, Yapo K, Silué S E S. and Kouadio T A : 2020. Effet fertilisant du sol de *Macrotermes bellicosus* sur la croissance végétative de deux accessions de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) à Daloa, Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 16(6), 38-50.
- Carsky R, Vanlauwe J. and Lyasse B O : 2002. La rotation du niébé en tant que technologie de gestion des ressources pour les systèmes à base de céréales dans les savanes d'Afrique de l'Ouest. *Défis et opportunités pour améliorer la production durable de niébé. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria*, 252-266.
- Chibani C, Chabaca R. and Boulberhane D : 2010. Fourrages algériens. 1. Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 22, Article, 153.
- Dagnon YD, Diop S, Bammite D, Glato K, Gbaguidi A, Dansi A. and Tozo K : 2017. Variabilité agromorphologique des cultivars locaux de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] Au Togo. *Afr. Sci. Rev. Int. Sci. Technol*, 13(4), 164-177
- Denise B M, Jacob A, Faustin K N D, Kouadio S D, Charlotte B E, Gogbeu TD, Justin S J, ... KY : 2016. Evaluation des composantes du rendement de 16 variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp, Fabaceae) en provenance de quatre régions de la Côte d'Ivoire, 1-10.
- Diouf M, Mbengue N B. and Kante A : 2007. Caractérisation des accessions de 4 espèces de légumes-feuilles traditionnels (*Hibiscus sabdariffa* L., *Vigna unguiculata* (L.) WALP, *Amaranthus* L. spp et *Moringa oleifera* LAM) au Sénégal. *AJFAND*, vol 7 n°3. ISSN 1664-5374
- Doumbia I, Akromah Z R. and Asibuo JY : 2013. Comparative study of cowpea germplasms diversity from Ghana and Mali using morphological characteristics. *Journal of Plant Breeding and Genetics*, 1(3), 139-147.
- Ghalimi N : 2011. Etude de la diversité génétique de quelques écotypes locaux



- de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Cultivés en Algérie (Doctoral dissertation), p 149.
- Ghalimi N, Hanifi-Mekliche L, Baudoin, J P, Ounane S M.and Benmohamed A : 2005. Caractérisation agro-morphologique de quelques populations locales du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cultivées en Algérie. In *Actes du séminaire international sur l'amélioration des productions végétales (APV)*. 372-386.
- Ghezal K.and Messahli N : 2021. Caractérisation agro-morphologique, phénologique et biométrique de quelques populations locales de niébé (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* L.walp) cultivées en Algérie, [Mémoire de master, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 1-208.
- IPGRI (International Institute of Phylogenetic Resources) :1983. Cowpea descriptors. IBPGR, Rome, 34.
- Jean-Biain C : 2002.Introduction à la nutrition des animaux domestique, Paris: Technique et chicksfed on Leucaenaleucocephala. Anim. Feed Documentation, p 424.
- Maatougui MEH, Nasr N. and Baccouri S: 2017. Rapport de l'Atelier FAO-MaghrebICARDA: Contribution à la consolidation de la relance des légumineuses alimentaires dans les systèmes agraires du Maghreb. Tunis
- Mazzela-Second C, Laura P, Fall CT, Sylla-Drame F, Rinato Y, Rival A, Leplaideur M-A, Barrot P, Wybrecht B, Castellanet C.and Ouattara S : 2002. Memento de l'agronome, CIRAD - GRET, Paris, France, p1691.
- Mebdoua S: 2011. Caractérisation physico-chimique de quelques populations de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) [Thèse de doctorat, école nationale supérieure agronomique] ,12- 83
- Arnon D I : 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.
- Google Scholar 10.1104/pp.24.1.1
- Nabi F : 2009. Effet de la salinité sur la germination, la croissance et les composantes du rendement du (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Thèse de Magister. INA, El Harrach, Alger, p105.
- Nadjiam D, Doyam A N. and Bedingam L D : 2015. Etude de la variabilité agromorphologique de quarante-cinq cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*,(L.) Walp.) de la zone soudanienne du Tchad. Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie, 11(3), 138-151.
- N'Gbesso FDP M, Fondio L, Dibi B E K, Djidji H A. and Kouame C N : 2013. Étude des composantes du rendement de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Journal of Applied Biosciences*, 4754 – 4762.
- Sellamna K : 2006. Caractérisation agro-morphologique de quelques populations locales du *Vigna unguiculata* L. [Mémoire d'Ingénieur, INA, El Harrach, Alger] p 61.
- Tilley JM.and Terry R A: 1963 .A two –stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18,104-111
- Tofa A, Kyei-boahen I , Solomon S, Ajeigbe R. and Kamai N H A: 2018. Effects of plant density on the performance of cowpea in Nigerian savannas. Experimental Agriculture, 54(1), 120-132.
- Toe A, Oumou Sanon H, Obulbiga F. et Bougouma C VM : 2022. Amélioration du disponible fourrager par différents modes de cultures de sorgho et de niébé à double objectif. Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci. ISSN 2071-7024)
- Vol.54 (1) : 9808-9821
<https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v54.1.2>
- Touami, N. 2004. Caractérisation agro-morphologique de quelques populations de *Vigna unguiculata* L. provenant de la région d'El Kala. Mémoire d'Ingénieur, INA, El Harrach, Alger, 70p.