



Réponses des caractères de rendement des cultivars locaux de niébé (*Vigna Unguiculata* L. (Walpers)) sous les doses croissantes de l'extrait alcoolique des feuilles de papayer (*Carica papaya* L.) dans la région de Ngandajika

KAYEMBE KASANGANA Rocher¹, TSHINYANGU KANDANDA Anaclet¹,
TSHIBAMBA MUKENDI John^{1,2}

1. Université Officielle de Mbujimayi (UOM);
2. Institut National pour l'Etude et Recherche Agronomiques (INERA/RDC)

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.18955981>

Abstract

This study was conducted to evaluate the productive potential of local cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars and their response to different doses of alcoholic extract of papaya (*Carica papaya* L.) leaves, with the aim of identifying elite cultivars and determining the optimal dose under local agroecological conditions. The experiment was carried out using a split-plot design, involving fourteen local cultivars and three treatments: T0 (control), T1, and T2.

The variables analyzed included key yield components, namely number of pods per plant, number of seeds per pod, pod length, seed length and width, thousand-seed weight, as well as plot yield and grain yield (kg/ha). The collected data were subjected to analysis of variance to assess the effects of genotype, treatments, and their interaction.

The results revealed a significant genetic variability among cultivars for all the parameters studied, along with a generally significant response to treatments. The cultivars Tshibalabala CU and Tshibalabala TC emerged as the most productive, recording more than 18 pods per plant, over 15.5 seeds per pod, pod lengths exceeding 18 cm, thousand-seed weights above 200 g, and very high grain yields of 858.33 kg/ha and 836.11 kg/ha, respectively.

The cultivars Monji, Kamanda, Muyaya, Kabinda, and Kampela showed high yields ranging from 652.78 to 694.44 kg/ha, reflecting a good balance between productivity and stability. In contrast, the cultivar Tshimbulu exhibited the lowest performance, with an average yield of approximately 309.66 kg/ha, indicating a genetic limitation of its productive potential.

Both T1 and T2 treatments significantly improved most yield components compared to the control (T0); however, T2 proved to be the most effective, resulting in an average yield increase of 18–25%, compared with 10–15% under T1.

Keywords : cowpea, papaya leaves, alcoholic extract, yield, cultivars, Gandajika

Résumé

La présente étude a été conduite dans le but d'évaluer le potentiel productif des cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et leur réponse à différentes doses d'extrait alcoolique de feuilles de papayer, en vue d'identifier les cultivars élites et la dose optimale en conditions locales. L'expérimentation a été menée selon un dispositif en split-plot, avec trois traitements (T0 : témoin, T1 et T2) appliqués à quatorze cultivars locaux.

Les variables analysées ont porté sur les composantes du rendement (nombre de gousses par plant, nombre de graines par gousse, longueur des gousses, longueur et largeur des graines, poids de 1000 graines), la production parcellaire et le rendement grain (kg/ha).

Les résultats ont révélé une variabilité génétique, les cultivars Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se sont distingués comme les plus performants, avec plus de 18 gousses par plant, plus de 15,5 graines par gousse, des gousses de longueur supérieure à 18 cm, un poids de 1000 graines dépassant 200 g, et des rendements très élevés, atteignant respectivement 858,33 kg/ha et 836,11 kg/ha.

Les cultivars Monji, Kamanda, Muyaya, Kabinda et Kampela ont présenté des rendements élevés, compris entre 652,78 et 694,44 kg/ha, traduisant un bon compromis entre productivité et stabilité.

Le traitement T2 s'est révélé le plus efficace, induisant une augmentation moyenne du rendement comprise entre 18 et 25 %, contre 10 à 15 % pour T1.

Mots-clés : caractère, rendement, cultivar, niébé, dose, extrait, alcoolique, feuille, papayer.

1. INTRODUCTION

Le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walpers) est une légumineuse essentielle dans l'agriculture africaine, particulièrement en République démocratique du Congo, où il constitue une source importante de protéines pour l'alimentation humaine et animale (Singh et al., 2002). En plus de ses qualités nutritives, le niébé contribue à la fertilité des sols grâce à sa capacité de fixation biologique de l'azote, ce qui en fait une culture stratégique pour la rotation des cultures et la sécurité alimentaire (Akinwale et al., 2014).

Malgré son importance, le rendement des cultivars locaux de niébé reste faible et variable selon les régions. Cette limitation est principalement due à des facteurs biotiques, tels que les maladies fongiques et virales, les insectes ravageurs, ainsi que des facteurs abiotiques, notamment la sécheresse, la pauvreté en nutriments du sol et les pratiques culturales traditionnelles (Mahama et al., 2019 ; Tongoona et al., 2007). Ces contraintes réduisent non seulement la production agricole, mais impactent également le revenu des producteurs et la disponibilité en protéines pour les populations locales.

Pour améliorer le rendement et la performance agronomique des cultures, l'usage d'extraits de plantes à propriétés bioactives est une alternative prometteuse aux intrants chimiques. L'extrait alcoolique des feuilles de papayer (*Carica papaya* L.), par exemple, est riche en composés phénoliques, flavonoïdes et enzymes protéolytiques, qui peuvent stimuler la germination, la croissance végétative, la floraison et la fructification des plantes

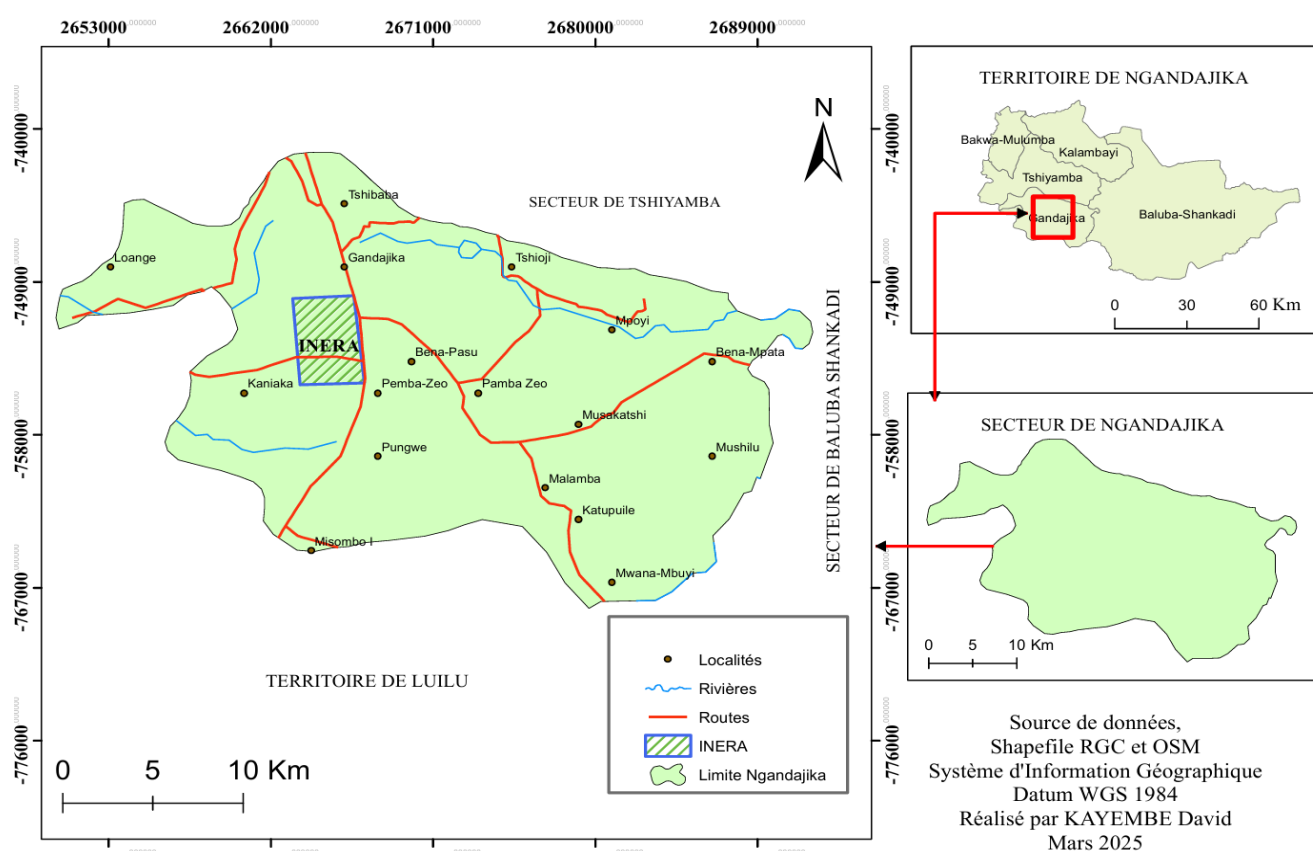
(Akinmoladun *et al.*, 2016 ; Onwuka *et al.*, 2017). L'application de ces extraits s'inscrit dans une démarche d'agriculture durable, respectueuse de l'environnement et adaptée aux systèmes agricoles à faible intrant (Oluwafemi *et al.*, 2020).

Dans ce contexte, la présente étude vise à évaluer l'effet de doses croissantes d'extrait alcoolique de feuilles de papayer sur les caractères de rendement des cultivars locaux de niébé dans la région de Ngandajika. L'objectif principal est d'identifier les cultivars les plus réactifs aux traitements, de déterminer les doses optimales favorisant la production et d'apporter des recommandations pour l'amélioration durable du rendement de cette culture essentielle. Les résultats obtenus pourront contribuer à la promotion de pratiques culturelles innovantes et écologiquement durables pour le niébé en République démocratique du Congo et dans d'autres régions africaines à conditions similaires.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site d'étude

Le site du centre de recherche de l'INERA Ngandajika (figure 1) a servi du milieu expérimental pour l'étude sous examen. Ce centre de recherche est situé à 7 km de la cité de Ngandajika, dans le territoire de Ngandajika dont les coordonnées géographiques sont 6°43'32,6" de latitude Sud et 23°56'33,5" de longitude Est, à 793 m d'altitude moyenne (GPS Garmin, Etrex, 2024).



2.2.Matériel

Quatorze (14) cultivars locaux de niébé collectés auprès des paysans dans cinq territoires de la province de Lomami, ont été utilisés comme matériel biologique : Bata, Epela, H36, Kabinda, Kamanda, Kampela, Katoka, Monji, Muyaya, Nsampu, Tshibalabala CU, Tshibalabala TC, Tshimbulu, Tshisala.

L'origine génétique précise de ces cultivars locaux n'est pas encore documentée. Cependant, ces cultivars locaux représentent un important réservoir de diversité génétique, potentiellement utile pour l'amélioration variétale et l'adaptation aux conditions agroécologiques de la région.

En plus, les feuilles de papayer ont servi à obtenir l'extrait alcoolique, qui a été pulvérisé sur les différents cultivars locaux comme biopesticide pour lutter contre les ravageurs.

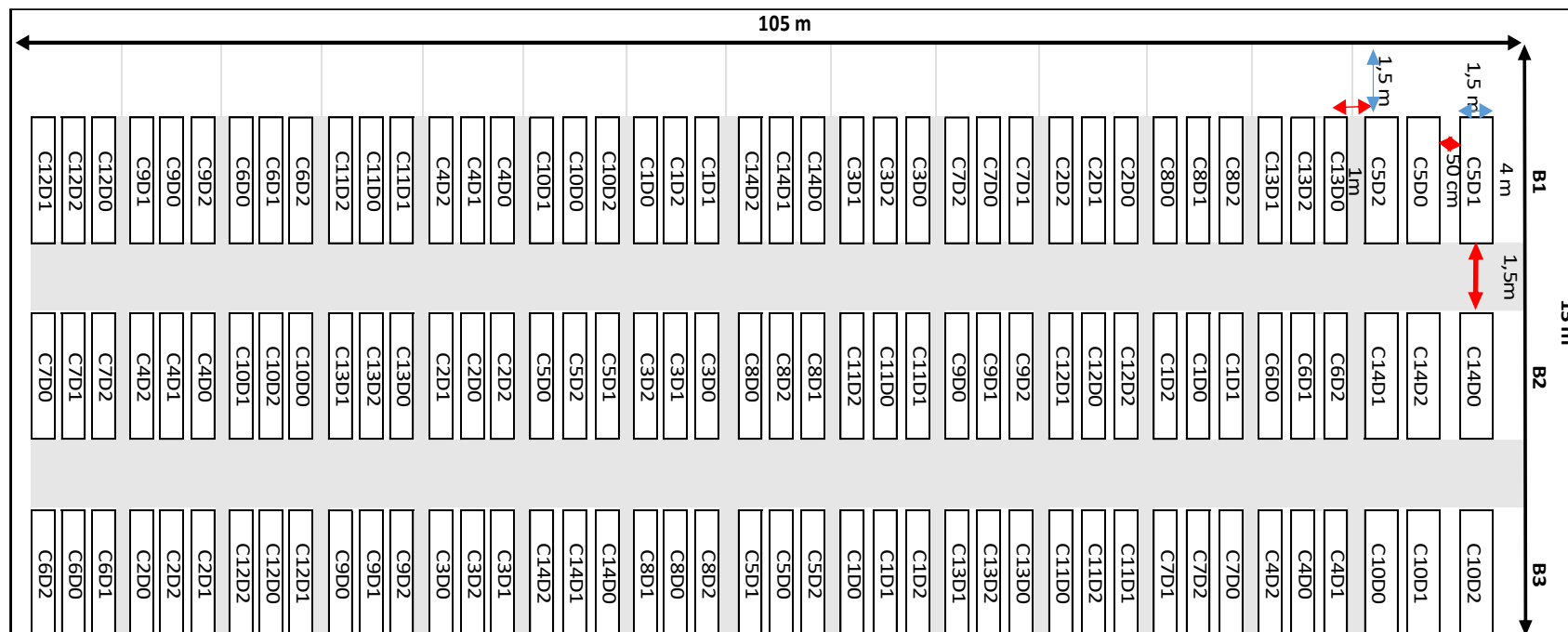
2.3.Méthode

2.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental de cette étude est le split-plot, constitué de deux facteurs : le premier facteur est le cultivar de niébé, dont les modalités seront les 14 cultivars locaux de niébé. Tandis que, le deuxième facteur est la dose de bio-pesticide, constitué des 3 doses croissantes de l'extrait alcoolique des feuilles de papayer.

Le champ expérimental était constitué des 3 répétitions, trois traitements et 14 cultivars soit quarante-deux parcelles principales et cent vingt-six parcelles élémentaires. Les blocs étaient distants de 1,5 m et les parcelles élémentaires de 1 m. Chaque bloc comprendra 14 parcelles principales et 42 parcelles élémentaires ; La superficie totale de l'essai était de 15 m x 105 m, soit 1575 m², et la parcelle élémentaire avait 4 m x 1,5 m soit 6 m². Le semis était réalisé aux écartements de 0,50 m x 0,25 m à raison de 4 lignes de 16 poquets chacune, soit un total de 64 plants par parcelle élémentaire.

Chaque parcelle principale dans un bloc correspondait à un cultivar local de niébé et la parcelle secondaire avait reçu chacune une dose de l'extrait alcoolique des feuilles de papayer, dont : D0 = 0 litre d'extrait alcoolique de feuilles de papayer, D1 = 0,714 litres sur une superficie de 6m², soit 0,119 litres par m² et D2 = 1,19 litres sur une superficie de 6m² ou 0,193 litres par m²



Figures 2. Schéma du dispositif expérimental split plot incluant les cultivars de niébé et les doses croissantes de l'extrait alcoolique des feuilles de papayer.

Légende : Dose 0 (D0) = Témoin, Dose 1 (D1) = 0,714 litres sur une superficie de 6m² ou 0.119 litres par m², Dose 2 (D2) = 1,19 litres sur une superficie de 6m² ou 0.193 litres par m², C1 : Bata, C2 : Epela, C3 : H36, C4 : Kabinda, C5 : Kamanda, C6 : Kampela, C7 : Katoka, C8 : Monji, C9 : Muyaya, C10 : Nsampu, C11 : Tshibalabala cu, C12 : tshibalabala t, C13 : Tshimbulu, C14 : Tshisala

2.3.2. Collecte des données

Les variables de production telles que le nombre de gousses par plant, le nombre de graines par gousse, les dimensions des gousses et des graines, le poids de 1000 graines, la production parcellaire et le rendement constituent des indicateurs majeurs du potentiel productif des cultivars de niébé et de leur réponse aux traitements appliqués (Craufurd & Wheeler, 2009 ; Ehlers & Hall, 1997 ; Singh *et al.*, 1997).

3. Résultats

3.1. Nombre des gousses par plant de cultivars locaux de niébé

Le tableau 1 met en évidence une variabilité marquée du nombre de gousses par plant selon les cultivars, permettant de distinguer quatre groupes de performance productive.

Les cultivars à très forte production de gousses sont Tshibalabala CU et Tshibalabala TC, avec des moyennes supérieures à 18 gousses par plant.

Les cultivars à production élevée (Monji, Epela, Kamanda, Nsampu, Tshisala et Muyaya), dont les valeurs moyennes se situent entre 14 et 15 gousses par plant.

Les cultivars à production moyenne, tels que Bata, H36, Kabinda et Kampela, affichent des moyennes comprises entre 13 et 14 gousses par plant.

Enfin, le cultivar à faible production de gousses Tshimbulu se distingue par une moyenne inférieure à 10 gousses par plant.

Tableau 1. Nombre des gousses par plant de cultivars locaux de niébé

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	11,00±0,00**	14,00±2,65**	15,33±2,08*	13,44	10,80	7,00	0,049*
Epela	11,33±0,57**	15,33±3,51**	18,33±1,15**	15,00	11,22	13,05	0,017*
H36	10,67±0,58*	14,67±1,52**	16,67±0,58**	14,00	6,52	33,60	0,0031**
Kabinda	12,00±1,00***	12,00±1,00*	15,33±1,52*	13,11	9,17	7,69	0,042*
Kamanda	10,00±1,00*	14,67±1,53**	19,00±2,00**	14,56	11,78	20,64	0,007**
Kampela	10,00±1,00*	15,00±1,00**	15,67±0,58*	13,56	7,78	25,90	0,0051**
Katoka	10,67±1,53*	11,67±3,05*	15,00±3,46*	12,44	16,94	3,47	0,13
Monji	10,67±0,58*	16,33±0,58**	18,00±1,00**	15,00	5,44	66,50	0,00085***
Muyaya	12,00±1,00***	14,00±1,00**	16,33±0,58**	14,11	4,47	31,75	0,0035**
Nsampu	10,67±0,58*	15,67±4,04**	17,33±0,58**	14,56	16,51	6,25	0,058
TshibalabalaC	11,67±0,58**	19,33±2,08***	23,67±0,58***	18,22	7,97	52,47	0,0013**
Tshibalabala T	12,00±1,00***	20,33±0,58***	22,33±1,15***	18,22	3,65	202,80	9,54e-05 ***
Tshimbulu	8,00±2,65ns	9,67±2,52ns	11,67±0,58ns	9,78	13,63	5,68	0,067
Tshisala	12,00±1,00***	14,00±1,00**	17,33±1,53**	14,44	10,05	10,316	0,026*

Signif. codes: '***' 0.001 : différence hautement significative ; '**' 0.01 : différence très significative ; '*' 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.

3.2. Nombre des graines par gousse de cultivars locaux de niébé

Le tableau 2 met en évidence une variabilité importante du nombre de graines par gousse selon les cultivars, permettant de distinguer quatre groupes de performance reproductive.

Les cultivars à très forte teneur en graines par gousse sont Monji, Tshibalabala TC et Tshibalabala CU, avec des moyennes supérieures à 15,5 graines par gousse.

Les cultivars à teneur élevée (Kabinda, Nsampu, Bata, Kamanda, Tshisala et H36), présentant des moyennes comprises entre 14,5 et 15 graines par gousse.

Les cultivars à teneur moyenne, tels que Kampela, Muyaya et Katoka, affichent des valeurs proches de 14 graines par gousse.

Enfin, les cultivars à faible teneur en graines par gousse, notamment Epela et Tshimbulu, présentent des moyennes inférieures à 13,5 graines par gousse.

Tableau 2. Nombre des graines par gousse de cultivars locaux de niébé

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	12,66±0,57**	16,00±1,73**	15,33±0,57*	14,67	7,36	8,00	0,04*
Epela	11,66±0,57*	14,33±1,52*	14,66±1,52ns	13,55	8,6	5,61	0,06
H36	10,66±0,57ns	15,33±0,57*	17,00±3,00**	14,33	10,26	14,29	0,01*
Kabinda	11,33±0,57*	16,66±1,52**	17,00±1,73**	15,00	8,60	18,20	0,009**
Kamanda	11,33±0,57*	15,33±0,57*	17,00±3,00**	14,55	11,45	9,16	0,03*
Kampela	11,33±0,57*	16,00±1,73**	15,33±0,57*	14,22	6,83	20,23	0,008**
Katoka	11,00±1,00*	15,00±1,73*	14,33±0,57ns	13,44	4,95	31,00	0,003**
Monji	10,67±0,58ns	19,00±2,00***	20,00±2,64a	16,56	14,31	14,04	0,01*
Muyaya	11,67±0,58*	14,33±2,08*	16,67±0,58**	14,22	10,21	8,89	0,03*
Nsampu	10,67±0,58ns	16,67±1,53**	17,00±1,73**	14,78	5,97	49,00	0,001**
Tshibalabala C	10,33±0,58ns	17,67±1,52**	17,33±0,58c	15,11	6,97	51,44	0,001**
Tshibalabala T	11,33±0,58*	17,67±1,52**	18,67±2,08**	15,88	11,10	15,25	0,01*
Tshimbulu	12,00±0,00**	13,00±1,00ns	14,00±1,00ns	13,00	5,43	6	0,06
Tshisala	11,33±0,58*	17,00±2,64**	15,00±2,64*	14,44	16,15	4,55	0,09

*Signif. codes: '***' 0.001 : différence hautement significative ; '**' 0.01 : différence très significative ; '*' 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.*

3.3. Longueur des gousses des cultivars locaux de niébé

Le tableau 3 met en évidence une variabilité notable de la longueur des gousses selon les cultivars, permettant de distinguer quatre groupes morpho-productifs.

Les cultivars à gousses très longues sont Tshibalabala CU, Kamanda, Kampela, Nsampu et H36, avec des longueurs moyennes généralement supérieures à 18 cm.

Les cultivars à gousses longues (Epela, Monji, Tshibalabala TC et Tshisala,) dont les longueurs moyennes varient entre 17 et 18 cm.

Les cultivars à gousses de longueur moyenne, tels que Bata, Kabinda, Katoka et Muyaya, présentent des valeurs comprises entre 15 et 16,5 cm.

Enfin, Tshimbulu se distingue par des gousses courtes, avec une moyenne inférieure à 15 cm.

Tableau 3. Longueur des gousses des cultivars locaux de niébé

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	16,00±0,00**	15,67±2,08ns	16,33±3,21ns	16,00	10,20	0,12	0,88
Epela	17,00±1,00***	17,00±2,00*	19,67±1,15**	17,89	8,73	2,90	0,16
H36	14,33±1,53*	19,3±2,89**	20,33±3,05***	18,00	10,87	8,08	0,039*
Kabinda	15,33±1,53**	16,00±0,00*	17,00±1,00*	16,11	4,85	3,45	0,13
Kamanda	16,33±0,58**	21,00±1,00***	18,33±2,08**	18,55	8,42	6,72	0,052
Kampela	16,00±0,00**	19,00±2,6**	20,00±2,66***	18,33	8,62	5,20	0,077
Katoka	14,33±0,58*	16,67±0,58*	19,00±3,61**	16,67	12,24	3,92	0,11
Monji	15,67±1,15**	16,33±0,58*	19,33±0,58**	17,11	5,15	14,71	0,014*
Muyaya	14,67±1,53*	15,67±1,53ns	16,33±1,53ns	15,56	2,14	19,00	0,0090**
Nsampu	18,00±1,00***	17,67±1,53*	19,00±2,00**	18,22	8,86	0,55	0,61
TshibalabalaC	17,67±2,08***	18,00±2,64**	21,67±1,15***	19,11	9,71	4,29	0,10
Tshibalabala T	16,00±1,00**	17,00±1,00*	20,00±1,00***	17,67	6,93	8,67	0,035*
Tshimbulu	11,33±0,58ns	15,33±2,08ns	16,67±1,15ns	14,44	8,32	16,00	0,012*
Tshisala	16,00±0,00**	17,00±1,00*	18,00±1,00**	17,00	4,15	6,00	0,062

*Signif. codes: '***' 0.001 : différence hautement significative ; '**' 0.01 : différence très significative ; '*' 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.*

3.4. Longueur de la graine des cultivars locaux de niébé

Le tableau 4 met en évidence une variabilité marquée de la longueur des graines selon les cultivars, permettant de distinguer quatre groupes distincts.

Les cultivars à graines très longues sont Tshibalabala CU et Tshibalabala TC, avec des longueurs moyennes supérieures à 1,70 cm.

Le groupe des cultivars à graines longues comprend Monji, Kamanda et Nsampu, dont les valeurs moyennes varient entre 1,10 et 1,45 cm.

Les cultivars à graines de longueur moyenne, tels que H36, Kabinda, Kampela, Katoka et Epela, affichent des valeurs comprises entre 0,80 et 0,90 cm.

Enfin, les cultivars à graines courtes, représentés par Bata, Muyaya, Tshimbulu et Tshisala, présentent des longueurs moyennes inférieures à 0,75 cm.

Tableau 4. Longueur de la graine des cultivars locaux de niébé

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	0,63±0,06ns	0,67±0,12ns	0,70±0,10ns	0,67	17,32	0,25	0,79
Epela	0,80±0,00*	0,67±0,05ns	0,87±0,12*	0,78	8,57	7,00	0,049*
H36	0,77±0,06*	0,83±0,12*	0,90±0,17*	0,83	6,92	4,00	0,11
Kabinda	0,77±0,06*	0,77±0,12*	1,00±0,02*	0,84	14,23	3,76	0,12
Kamanda	0,80±0,10*	1,60±0,00**	1,10±0,43*	1,16	22,40	7,17	0,047*
Kampela	0,80±0,00*	0,83±0,05*	0,83±0,05*	0,82	6,41	0,40	0,69
Katoka	0,77±0,06*	0,90±0,10*	0,96±0,21*	0,87	16,55	1,47	0,33
Monji	1,17±0,38*	1,43±0,10*	1,73±0,11**	1,44	19,91	2,91	0,16
Muyaya	0,60±0,00ns	0,63±0,05ns	0,77±0,06ns	0,67	8,66	7,00	0,049*
Nsampu	1,27±0,31*	1,00±0,26*	1,07±0,47*	1,11	37,76	0,32	0,73
Tshibalabala C	1,80±0,00**	1,70±0,17**	1,87±0,06**	1,78	5,43	2,23	0,22
Tshibalabala T	1,80±0,17**	1,77±0,15**	1,60±0,00**	1,72	5,64	3,64	0,12
Tshimbulu	0,67±0,06ns	0,80±0,00*	0,80±0,0*	0,75	6,97	6,4	0,056
Tshisala	0,77±0,06*	0,67±0,12ns	0,70±0,10ns	0,71	13,66	0,82	0,50

Signif. codes: ‘***’ 0.001 : différence hautement significative ; ‘**’ 0.01 : différence très significative ; ‘*’ 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.

3.5. Largeur des graines des cultivars locaux de niébé.

Le tableau 5 met en évidence une variabilité notable de la largeur des graines selon les cultivars, permettant de distinguer quatre groupes morphologiques.

Les cultivars à graines très larges sont Tshibalabala CU et Tshibalabala TC, avec des valeurs moyennes supérieures à 1,55 cm.

Les cultivars à graines larges comprennent Monji, Kamanda et Nsampu, dont les largeurs moyennes varient entre 0,80 et 1,22 cm.

Les cultivars à graines de largeur moyenne, tels que Bata, Epela, H36, Kabinda et Katoka, affichent des valeurs comprises entre 0,57 et 0,77 cm.

Enfin, les cultivars à graines de largeur faible, représentés par Muyaya, Kampela, Tshimbulu et Tshisala, présentent des largeurs moyennes inférieures à 0,55 cm.

Tableau 5. Largeur des graines des cultivars locaux de niébé.

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	0,53±0,05ns	0,90±0,52*	0,87±0,64*	0,77	39,84	1,32	0,36
Epela	0,60±0,00ns	0,47±0,06ns	0,73±0,15*	0,60	13,60	8,00	0,04*
H36	0,50±0,00ns	0,63±0,15ns	0,70±0,26*	0,61	21,18	1,75	0,28
Kabinda	0,47±0,06ns	0,57±0,06ns	0,70±0,10*	0,57	11,53	9,25	0,031*
Kamanda	0,57±0,06ns	1,47±0,15**	0,93±0,57*	0,98	33,70	5,53	0,07
Kampela	0,57±0,06ns	0,60±0,00ns	0,53±0,06ns	0,56	7,20	2,00	0,25
Katoka	0,50±0,00ns	0,57±0,06ns	0,73±0,23*	0,60	25,45	1,85	0,26
Monji	0,97±0,37*	1,17±0,15*	1,53±0,12**	1,22	24,00	2,87	0,16
Muyaya	0,47±0,06ns	0,47±0,06ns	0,50±0,00ns	0,47	11,03	0,40	0,69
Nsampu	1,00±0,26*	0,70±0,26ns	0,38±0,49ns	0,84	49,46	0,38	0,70
TshibalabalaC	1,60±0,00**	1,57±0,15**	1,57±0,06**	1,57	6,68	0,10	0,90
Tshibalabala T	1,63±0,21**	1,60±0,10**	1,43±0,15**	1,56	6,77	3,10	0,15
Tshimbulu	0,50±0,00ns	0,47±0,06ns	0,53±0,06ns	0,5	11,54	1,00	0,44
Tshisala	0,60±0,00ns	0,47±0,06ns	0,53±0,06ns	0,53	10,82	4,00	0,11

*Signif. codes: ‘***’ 0.001 : différence hautement significative ; ‘**’ 0.01 : différence très significative ; ‘*’ 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.*

3.6. Production parcellaire des cultivars locaux de niébé.

Le tableau 6 met en évidence une variation significative de la production parcellaire selon les cultivars et les traitements, permettant de distinguer quatre groupes de performance sur la base des valeurs moyennes de rendement.

Les cultivars à production parcellaire très élevée, (Tshibalabala CU et Tshibalabala TC), avec des moyennes comprises entre 0,33 et 0,34 kg/parcelle.

Les cultivars à production élevée, (Kamanda, Muyaya, Kabinda, Kampela et Monji), dont les rendements moyens varient entre 0,26 et 0,27 kg/parcelle.

Les cultivars à production parcellaire moyenne, tels que Bata, Epela, H36, Katoka, Nsampu et Tshisala, avec des valeurs moyennes comprises entre 0,24 et 0,25 kg/parcelle.

Enfin, le cultivar Tshimbulu, qui se distingue par une faible production parcellaire, avec une moyenne d'environ 0,12 kg/parcelle.

Tableau 6. Production parcellaire des cultivars locaux de niébé.

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	0,20±0,01e	0,26±0,01**	0,31±0,01**	0,25	3,75	84,82	0,0005***
Epela	0,24±0,07***	0,21±0,01*	0,28±0,02*	0,24	19,71	1,31	0,36
H36	0,21±0,00**	0,25±0,01**	0,28±0,03*	0,24	6,31	13,68	0,016*
Kabinda	0,22±0,01***	0,26±0,02**	0,31±0,02**	0,26	4,72	40,62	0,002**
Kamanda	0,22±0,01***	0,27±0,01**	0,34±0,02**	0,27	5,62	44,36	0,001**
Kampela	0,18±0,02*	0,28±0,02**	0,31±0,03**	0,26	6,38	52,00	0,001**
Katoka	0,19±0,02*	0,25±0,02**	0,30±0,01**	0,24	3,90	108,11	0,0003***
Monji	0,20±0,01**	0,26±0,02**	0,32±0,01**	0,26	5,70	47,61	0,001**
Muyaya	0,21±0,01**	0,27±0,03**	0,33±0,01**	0,27	6,68	30,70	0,003**
Nsampu	0,19±0,01*	0,25±0,02**	0,31±0,01**	0,25	2,65	229,75	7,45e-05 ***
TshibalabalaC	0,24±0,02***	0,35±0,03***	0,43±0,02***	0,34	8,40	31,84	0,0034**
TshibalabalaT	0,23±0,01***	0,35±0,02***	0,42±0,04***	0,33	5,68	73,88	0,00069***
Tshimbulu	0,11±0,01ns	0,12±0,01ns	0,13±0,01ns	0,12	4,23	5,20	0,07
Tshisala	0,20±0,01**	0,25±0,01**	0,31±0,01**	0,25	4,21	68,85	0,0007***

Signif. codes: '***' 0.001 : différence hautement significative ; '**' 0.01 : différence très significative ; '*' 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.

3.7. Poids de 1000 graines

Le tableau 7 montre une variabilité marquée du poids de 1000 graines entre les cultivars, ainsi qu'une réponse différenciée aux traitements, permettant d'identifier quatre groupes distincts sur la base des valeurs moyennes observées.

Les cultivars au poids de 1000 graines très élevé, (Tshibalabala C et Tshibalabala T), avec des moyennes respectives de 202,97 g et 200,12 g.

Les cultivars au poids de 1000 graines élevé, (Kampela, Nsampu, Katoka et Bata), dont les valeurs moyennes sont comprises entre 119,15 et 121,41 g.

Les cultivars au poids de 1000 graines moyen, (Muyaya, Tshisala, Kabinda, Kamanda, Monji, Tshimbulu et H3)6, avec des moyennes variantes entre 114,57 et 118,62 g.

Enfin, le cultivar Epela, caractérisé par un poids de 1000 graines relativement faible, avec une moyenne d'environ 112,93 g.

Tableau 7. Poids de 1000 graines± écart type

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	116,86±1,02**	119,4±0,40**	121,2±1,31**	119,15	0,52	36,35	0,0027**
Epela	112,53±4,10ns	112±50±4,27ns	113,76±2,40ns	112,93	1,25	0,77	0,51
H36	111,00±1,00ns	114,66±1,15*	118,06±2,36**	114,57	1,45	13,52	0,016*
Kabinda	112,63±1,09*	116,13±2,23*	121,73±1,20**	116,83	1,31	26,78	0,004**
Kamanda	116,20±1,05**	117,33±1,52*	116,93±1,10*	116,82	0,35	5,79	0,065
Kampela	120,00±1,00**	121,80±1,70**	122,43±2,13**	121,41	1,21	2,18	0,22
Katoka	120,30±1,17**	120,26±0,64**	120,96±0,85**	120,51	0,33	2,87	0,16
Monji	110,60±0,72ns	115,60±1,44*	122,66±1,15**	116,28	1,13	63,45	0,00093***
Muyaya	116,26±0,46**	116,26±0,30*	118,66±2,88**	117,06	1,40	2,13	0,23
Nsampu	120,76±1,36**	120,46±2,33**	121,80±0,80**	121,01	0,95	1,09	0,41
TshibalabalaC	200,33±2,51***	204,16±1,15***	204,43±4,60***	202,97	1,61	1,46	0,33
TshibalabalaT	198,20±0,34***	200,40±2,25***	201,76±2,21***	200,12	0,70	4,83	0,085
Tshimbulu	115,66±1,52**	116,53±1,28*	116,66±0,57*	116,28	0,88	0,84	0,49
Tshisala	118,00±2,6**	117,86±1,20*	120,00±1,73**	118,62	1,17	2,19	0,22

Signif. codes: '***' 0.001 : différence hautement significative ; '**' 0.01 : différence très significative ; '*' 0.05 : différence significative ; ns : Non significative

3.8. Rendement de cultivars locaux de niébé

Le tableau 8 met en évidence une variabilité significative du rendement entre les cultivars locaux de niébé, ainsi qu'une réponse généralement positive aux traitements T1 et T2. Les valeurs moyennes de rendement permettent de distinguer quatre groupes de cultivars.

Le premier groupe, caractérisé par un rendement très élevé, est constitué des cultivars Tshibalabala C et Tshibalabala T, avec des rendements moyens respectifs de 858,33 kg/ha et 836,11 kg/ha.

Le deuxième groupe correspond aux cultivars à rendement élevé, comprenant Kamanda, Muyaya, Kabinda, Monji et Kampela, dont les rendements moyens varient entre 652,78 et 694,44 kg/ha.

Le troisième groupe regroupe les cultivars à rendement intermédiaire, tels que Bata, Tshisala, Nsampu, Katoka, H36 et Epela, avec des rendements moyens compris entre 613,89 et 647,22 kg/ha.

Enfin, le quatrième groupe est représenté par le cultivar Tshimbulu, qui affiche un rendement nettement faible, avec une moyenne de 309,66 kg/ha.

Tableau 8. Rendement de cultivars locaux de niébé

Cultivar	T0	T1	T2	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
Bata	516,66±28,87**	650,00±43,30**	775,00±25,00*	647,22	3,75	84,82	0,0005***
Epela	600,00±175,00***	541,66±38,19*	700,00±43,30*	613,89	19,71	1,31	0,36
H36	533,33±14,43**	625,00±25,00**	700,00±66,14*	619,44	6,30	13,82	0,01*
Kabinda	558,33±14,43**	666,6±38,19*	791,6±38,19**	672,22	4,72	40,62	0,002**
Kamanda	550,00±25,00**	683,3±28,87**	850,0±43,30**	694,44	5,62	44,36	0,001**
Kampela	485,33±38,19*	708,33±57,74**	791,66±80,36**	652,78	6,38	52,00	0,001
Katoka	475,00±50,00*	625,00±43,30*	766,66±14,43*	622,22	3,90	108,11	0,0003***
Monji	516,66±14,44**	650,00±43,30**	816,66±28,86**	661,11	5,70	47,60	0,0016**
Muyaya	541,66±14,43**	675,00±66,14**	833,33±14,43**	683,33	6,67	30,70	0,003**
Nsampu	483,33±14,43*	625,00±43,30*	775,00±25,00*	627,77	2,65	229,75	7,45e-05 ***
TshibalabalaC	608,33±52,04***	891,66±76,37***	1075,00±50,00***	858,33	8,40	31,84	0,0034**
TshibalabalaT	583,33±14,43**	875,00±50,00***	1050,00±90,13***	836,11	5,68	73,88	0,00069**
Tshimbulu	291,66±14,43ns	316,66±26,16ns	320,66±26,10ns	309,66	4,26	4,25	0,10
Tshisala	516,66±14,43**	633,33±28,86*	775,00±25,00**	641,66	4,20	68,85	0,00079***

Signif. codes: '***' 0.001 : différence hautement significative ; '**' 0.01 : différence très significative ; '*' 0.05 : différence significative ; ns : Non significative.

4. DISCUSSION

Le nombre de gousses par plant est reconnu comme l'un des principaux déterminants du rendement grain chez le niébé, car il résulte de l'intégration de plusieurs caractères morphologiques et physiologiques, notamment la ramification, la floraison et la rétention des fleurs. Selon Singh et *al.*, (2003) et Hall et *al.*, (2003), ce caractère reflète directement l'aptitude d'un cultivar à convertir sa croissance végétative en production reproductive.

Les cultivars à très forte production de gousses Tshibalabala CU et Tshibalabala TC, avec des moyennes supérieures à 18 gousses par plant, se distinguent nettement comme les plus performants sur le plan productif. Cette forte production est cohérente avec leur forte ramification observée dans le tableau précédent, confirmant l'existence d'une relation positive entre le nombre de ramifications et le nombre de gousses.

Ces résultats sont conformes aux travaux de Dugje et *al.*, (2009) et Asiwe et *al.*, (2009), qui rapportent que les cultivars à port rampant ou semi-rampant et à cycle relativement long développent un nombre élevé de gousses, grâce à une floraison étalée dans le temps. Selon Timko

& Singh (2008), ce type de cultivar est particulièrement adapté aux environnements où les conditions hydriques sont relativement stables.

L'effet hautement significatif des traitements observé chez ces cultivars suggère également une bonne capacité de valorisation des conditions culturales, sans divergence notable par rapport aux tendances rapportées dans la littérature.

Les cultivars à production élevée de gousses Monji, Epela, Kamanda, Nsampu, Tshisala et Muyaya, avec des moyennes comprises entre 14 et 15 gousses par plant, constituent un groupe à fort potentiel productif, mais légèrement inférieur au groupe précédent.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Oparaeke et *al.*, (2005) et Langyintuo & Lowenberg-DeBoer (2003), qui rapportent des valeurs similaires pour des cultivars locaux et améliorés cultivés en conditions tropicales. La réponse significative aux traitements observée chez plusieurs de ces cultivars confirme que le nombre de gousses est un caractère plastic, influencé par l'environnement et les pratiques culturales.

Cependant, la réponse moins marquée de *Nsampu* (p légèrement supérieur à 0,05) suggère une stabilité génétique relative de ce cultivar, déjà évoquée pour le nombre de ramifications, ce qui rejoint les observations de Jackai & Daoust (1986) sur la variabilité des réponses génotypiques.

Les cultivars à production moyenne de gousses Bata, H36, Kabinda et Kampela, avec des valeurs moyennes comprises entre 13 et 14 gousses par plant, présentent une production intermédiaire, traduisant un équilibre entre croissance végétative et production reproductive.

Ces résultats sont conformes à ceux de Singh et *al.*, (2003), qui indiquent que de nombreux cultivars à port semi-érigé présentent des productions modérées mais relativement stables. La significativité des traitements observée pour la majorité de ces cultivars suggère que leur potentiel productif peut être amélioré par une bonne gestion culturale, sans toutefois atteindre les performances des cultivars fortement ramifiés.

Le cultivar à faible production de gousses Tshimbulu, avec une moyenne inférieure à 10 gousses par plant, se distingue par une faible performance productive. Cette faible production est cohérente avec son faible nombre de ramifications, observé précédemment, confirmant la relation étroite entre architecture végétative et rendement potentiel.

Ces résultats sont en accord avec les observations de Dugje et *al.*, (2009) et Hall et *al.*, (2003), selon lesquelles les cultivars à port plus compact et à cycle court privilégient une maturation rapide au détriment du nombre de gousses. L'absence d'effet significatif des traitements suggère une limitation génétique du potentiel productif de ce cultivar.

Contrairement au nombre de ramifications, le nombre de gousses par plant a été significativement influencé par les traitements pour la majorité des cultivars. Cette observation est cohérente avec les travaux de Adandonon et *al.*, (2006) et Adesina et *al.*, (2013), qui ont montré que les extraits botaniques peuvent améliorer indirectement la production en réduisant la pression des ravageurs floraux et des insectes piqueurs-suceurs, favorisant ainsi la nouaison et la rétention des gousses.

Dans l'ensemble, les résultats relatifs au nombre de gousses par plant confirment une forte variabilité génétique entre les cultivars locaux de niébé étudiés, tout en mettant en évidence une

bonne réactivité aux traitements. Les tendances observées sont globalement conformes aux résultats rapportés par d'autres auteurs, tant en ce qui concerne la hiérarchisation des cultivars que les plages de valeurs obtenues.

La cohérence observée entre la ramification, le port végétatif et le nombre de gousses souligne l'importance de considérer ces caractères de manière intégrée dans les programmes de sélection et de valorisation des cultivars locaux. Les cultivars *Tshibalabala CU* et *Tshibalabala TC* apparaissent ainsi comme des génotypes particulièrement prometteurs, tandis que la diversité observée offre des opportunités d'adaptation à différents contextes agroécologiques.

Le nombre de graines par gousse constitue un composant essentiel du rendement grain, complémentaire au nombre de gousses par plant. Selon Singh et *al.*, (2003) et Hall et *al.*, (2003), ce caractère est fortement influencé par le génotype, mais peut être modulé par l'environnement, notamment durant la floraison et le remplissage des graines.

Les cultivars à très forte teneur en graines par gousse : Monji, Tshibalabala TC et Tshibalabala CU, avec des moyennes supérieures à 15,5 graines par gousse, présentent une excellente efficacité reproductive. Cette performance traduit une bonne fécondation florale et une capacité élevée de remplissage des graines.

Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par Timko et Singh (2008), qui soulignent que certains cultivars locaux, bien que parfois tardifs, possèdent une aptitude remarquable à produire un nombre élevé de graines par gousse. Chez *Monji*, cette forte teneur en graines par gousse complète avantageusement son nombre élevé de gousses par plant, renforçant son potentiel de rendement global.

L'effet significatif des traitements observé chez ces cultivars suggère également une bonne réactivité aux conditions culturales, ce qui rejoint les observations de Adandonon et *al.*, (2006) concernant l'amélioration du remplissage des gousses en présence de pratiques culturales favorables.

Les cultivars à teneur élevée en graines par gousse : Kabinda, Nsampu, Bata, Kamanda, Tshisala et H36, avec des valeurs comprises entre 14,5 et 15 graines par gousse, constituent un groupe à performance reproductive élevée et relativement stable.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Dugje et *al.*, (2009), qui rapportent que la majorité des cultivars de niébé présentent généralement entre 12 et 16 graines par gousse, les valeurs supérieures traduisant une bonne adaptation génotypique. La significativité des traitements observée chez plusieurs de ces cultivars indique que, bien que génétiquement déterminé, ce caractère peut être optimisé par une amélioration des conditions de culture.

Les cultivars à teneur moyenne en graines par gousse : Kampela, Muyaya et Katoka, avec des valeurs proches de 14 graines par gousse, présentent une performance intermédiaire. Cette situation traduit un équilibre entre la production de gousses et le remplissage des graines.

Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Langyintuo et Lowenberg-DeBoer (2003) pour des cultivars cultivés en milieu paysan, où le nombre de graines par gousse reste modéré

mais relativement stable. La réponse variable aux traitements observée chez ces cultivars suggère une sensibilité modérée aux facteurs environnementaux.

Les cultivars à faible teneur en graines par gousse : Epela et Tshimbulu, avec des moyennes inférieures à 13,5 graines par gousse, se distinguent par une faible performance reproductive. Cette faible teneur peut être liée à des limitations génétiques ou à une allocation préférentielle des ressources vers d'autres composantes du rendement, comme la croissance végétative ou la précocité.

Ces résultats sont conformes aux observations de Hall et *al.*, (2003), qui indiquent que les cultivars précoces ou à port particulier peuvent présenter un nombre réduit de graines par gousse. L'absence ou la faiblesse de l'effet des traitements suggère une stabilité génétique du caractère, difficilement modifiable par les pratiques culturales.

Contrairement à certains caractères morphologiques, le nombre de graines par gousse a montré une réponse significative aux traitements chez plusieurs cultivars, notamment *Nsampu*, *Kabinda* et les deux *Tshibalabala*. Cette observation est en cohérence avec les travaux de Adesina et *al.*, (2013), qui ont montré que l'amélioration des conditions phytosanitaires et nutritionnelles favorise le remplissage des graines et limite l'avortement des ovules.

Dans l'ensemble, les résultats relatifs au nombre de graines par gousse confirment une forte variabilité génétique entre les cultivars locaux de niébé, avec des réponses différenciées aux traitements. Les plages de valeurs observées sont globalement conformes à celles rapportées dans la littérature, renforçant la validité des résultats obtenus dans la présente étude.

La complémentarité observée entre le nombre de gousses par plant (tableau 8) et le nombre de graines par gousse (tableau 9) met en évidence des profils variétaux contrastés. Les cultivars *Tshibalabala CU*, *Tshibalabala TC* et *Monji* se démarquent ainsi comme des génotypes à fort potentiel de rendement grain, tandis que la diversité des réponses observées offre des perspectives intéressantes pour la sélection et la valorisation des cultivars adaptés aux différents contextes agroécologiques.

La longueur des gousses constitue un caractère morpho-productif déterminant chez le niébé, car elle est étroitement liée au nombre de graines par gousse et, par conséquent, au potentiel de rendement. L'analyse des résultats du tableau 10 met en évidence une variabilité intervariétale marquée de ce paramètre, traduisant des différences génétiques importantes entre les cultivars locaux étudiés, avec une influence généralement modérée des traitements appliqués.

Les cultivars à gousses très longues : *Tshibalabala CU*, *Kamanda*, *Kampela*, *Nsampu* et *H36*, avec des longueurs moyennes généralement supérieures à 18 cm, se distinguent par une expression morphologique favorable. Cette caractéristique traduit une bonne vigueur végétative et une capacité élevée de remplissage des gousses.

Ces résultats sont en conformité avec ceux rapportés par Hall et *al.*, (2003) et Timko et Singh (2008), qui indiquent que les cultivars de niébé à gousses longues présentent souvent un nombre élevé de graines par gousse, ce qui est cohérent avec les performances observées dans la présente étude (tableau 9). L'effet significatif des traitements observé chez certains de ces cultivars

(notamment *H36* et *Kamanda*) suggère que, bien que génétiquement déterminée, la longueur de la gousse peut être optimisée par l'amélioration des conditions culturales.

Les cultivars à gousses longues : Epela, Monji, Tshibalabala TC et Tshisala, présentant des longueurs comprises entre 17 et 18 cm, constituent un groupe intermédiaire à bonne performance morphologique. Ces valeurs correspondent aux standards rapportés pour les cultivars productifs en conditions tropicales.

Selon Dugje et *al.*, (2009), les gousses de longueur comprise entre 16 et 18 cm sont caractéristiques de cultivars bien adaptés, offrant un compromis entre stabilité morphologique et performance reproductive. Dans la présente étude, ce groupe montre globalement une bonne cohérence avec le nombre de graines par gousse, confirmant la relation fonctionnelle entre longueur de gousse et capacité reproductive.

Les cultivars à gousses de longueur moyenne : Bata, Kabinda, Katoka et Muyaya, avec des longueurs moyennes comprises entre 15 et 16,5 cm, présentent des gousses de taille intermédiaire. Cette catégorie regroupe des cultivars dont la performance repose davantage sur le nombre de gousses par plant que sur la taille individuelle des gousses.

Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Langyintuo et Lowenberg-DeBoer (2003) pour des cultivars locaux cultivés en milieu paysan, où la longueur moyenne des gousses reste modérée mais stable. L'effet variable des traitements observé chez ces cultivars suggère une sensibilité modérée aux facteurs environnementaux, sans remise en cause de leur potentiel agronomique global.

Le cultivar à gousses courtes : Tshimbulu, avec une longueur moyenne inférieure à 15 cm, se distingue nettement par des gousses courtes. Cette caractéristique peut être associée à son port végétatif particulier et à sa stratégie d'allocation des ressources.

Ces résultats sont en accord avec les observations de Singh et *al.*, (2003), qui soulignent que certains cultivars précoces ou à port spécifique produisent des gousses plus courtes, souvent compensées par d'autres composantes du rendement. Dans la présente étude, la longueur réduite des gousses de *Tshimbulu* est cohérente avec son faible nombre de gousses par plant (tableau 8) et son nombre de graines par gousse relativement limité (tableau 9), traduisant une performance productive plus faible.

La présence d'un effet significatif des traitements pour plusieurs cultivars (notamment *H36*, *Monji*, *Muyaya*, *Tshibalabala TC* et *Tshimbulu*) indique que la longueur des gousses, bien que majoritairement contrôlée par le génotype, peut être améliorée par des pratiques culturales appropriées. Cette observation est cohérente avec les travaux de Adesina et *al.*, (2013), qui ont montré que l'amélioration de l'état sanitaire et nutritionnel des plants favorise l'élongation des gousses et le remplissage des graines.

Dans l'ensemble, les résultats relatifs à la longueur des gousses confirment l'existence d'une forte variabilité morphologique entre les cultivars locaux de niébé, avec des valeurs largement conformes aux plages rapportées dans la littérature. Les cultivars *Tshibalabala CU*, *Kamanda*, *Kampela*, *Nsampu* et *H36* se distinguent par des gousses très longues, souvent associées à une

meilleure performance reproductive, tandis que *Tshimbulu* présente un profil morpho-productif plus limité.

La cohérence observée entre la longueur des gousses, le nombre de graines par gousse et le nombre de gousses par plant met en évidence des profils variétaux contrastés, offrant des perspectives intéressantes pour la sélection variétale et l'adaptation des cultivars aux différents contextes agroécologiques.

La longueur de la graine est un caractère morpho-agronomique important chez le niébé, car elle est directement liée au génotype et conditionne à la fois l'acceptabilité commerciale, le rendement pondéral et les usages culinaires. Plusieurs auteurs soulignent que ce paramètre présente une forte variabilité intervariétale, faiblement influencée par les pratiques culturales, et reste principalement sous contrôle génétique (Timko & Singh, 2008 ; Singh et al., 2003).

Les cultivars à graines très longues : Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se distinguent nettement par des longueurs moyennes supérieures à 1,70 cm, traduisant un potentiel morphologique élevé des graines. Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par Langyintuo et Lowenberg-DeBoer (2003) et Asiwe et al., (2009), qui indiquent que les variétés à cycle long présentent généralement des graines de grande taille, associées à une accumulation prolongée de réserves. Cette caractéristique constitue un avantage en termes de rendement en poids de graines et de valeur marchande, mais elle implique également une exigence accrue en durée de cycle et en disponibilité hydrique.

Les cultivars à graines longues : Monji, Kamanda et Nsampu, avec des longueurs comprises entre 1,10 et 1,45 cm, appartiennent au groupe des graines longues. Ces valeurs sont comparables à celles observées par Oparaeke et al., (2005) chez des variétés locales de niébé à cycle intermédiaire. Selon Timko et Singh (2008), ce groupe représente souvent un bon compromis entre performance agronomique et adaptabilité, car il associe une taille de graine appréciable à une durée de cycle moins contraignante que celle des cultivars très tardifs.

Les cultivars à graines de longueur moyenne : H36, Kabinda, Kampela, Katoka et Epela présentent des longueurs moyennes comprises entre 0,80 et 0,90 cm. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Hall et al., (2003), qui décrivent des graines de taille moyenne chez des variétés largement cultivées en Afrique subsaharienne. Ce type de graines est souvent recherché pour sa polyvalence d'utilisation et sa stabilité de rendement, ce qui explique la large diffusion de ces cultivars dans différents systèmes de production.

Les cultivars à graines courtes : Bata, Muyaya, Tshimbulu et Tshisala se caractérisent par des graines courtes, avec des valeurs inférieures à 0,75 cm. Cette tendance est conforme aux observations de Dugje et al., (2009), qui associent les graines de petite taille aux variétés précoces ou semi-précoces, adaptées aux environnements contraignants et aux saisons culturales courtes. Bien que ces cultivars puissent présenter un rendement pondéral plus faible, leur précocité et leur stabilité en conditions de stress constituent un avantage agronomique important.

L'analyse de variance montre que l'effet des traitements sur la longueur des graines est globalement non significatif, confirmant les résultats de Okrikata et Anaso (2016), Adesina et al., (2013), selon lesquels les biopesticides botaniques n'influencent pas de manière notable les

caractères morphologiques des graines, ceux-ci étant majoritairement déterminés par le génotype.

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude montrent une forte cohérence avec la littérature, confirmant que la longueur des graines du niébé est essentiellement sous contrôle génétique, avec une variabilité marquée entre cultivars. La coexistence, au sein du matériel étudié, de cultivars à graines courtes, moyennes et longues constitue un atout agronomique et économique, permettant de répondre à la diversité des conditions agroécologiques et des préférences des producteurs et des marchés. Les légères divergences observées par rapport à certains auteurs peuvent être attribuées aux spécificités locales du matériel génétique et aux conditions environnementales propres à la zone d'étude, sans remettre en cause les tendances générales rapportées dans la littérature.

La largeur de la graine constitue un caractère morphologique important chez le niébé, étroitement lié au génotype et complémentaire à la longueur de la graine pour l'appréciation de la taille et du calibre des graines. Selon Timko & Singh (2008) et Singh *et al.*, (2003), ce paramètre présente une variabilité intervariétale marquée et demeure faiblement influencé par les pratiques culturales, ce qui en fait un bon indicateur de différenciation génétique entre cultivars.

Les cultivars à graines très larges Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se distinguent nettement par des largeurs moyennes supérieures à 1,55 cm, confirmant leur appartenance à des génotypes à grosses graines. Ces résultats sont en parfaite concordance avec ceux de Asiwe *et al.*, (2009) et Langyintuo et Lowenberg-DeBoer (2003), qui rapportent que les variétés de niébé à cycle long présentent généralement des graines à la fois longues et larges, en raison d'une phase prolongée de remplissage. Cette caractéristique confère un avantage certain en termes de rendement pondéral et de préférence commerciale, mais reste conditionnée par des saisons culturales longues et une bonne disponibilité hydrique.

Les cultivars à graines larges : Monji, Kamanda et Nsampu, avec des largeurs comprises entre 0,80 et 1,22 cm, appartiennent au groupe des graines larges. Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par Oparaeke *et al.*, (2005) chez des cultivars locaux à cycle intermédiaire. Selon Hall *et al.*, (2003), ce type de graines est souvent apprécié par les producteurs et les consommateurs, car il combine une taille suffisante des graines avec une meilleure adaptabilité agronomique que les cultivars très tardifs.

Les cultivars à graines de largeur moyenne : Bata, Epela, H36, Kabinda et Katoka présentent des largeurs moyennes comprises entre 0,57 et 0,77 cm. Ces résultats rejoignent ceux de Dugje *et al.*, (2009), qui signalent que la majorité des variétés largement cultivées en Afrique subsaharienne possèdent des graines de calibre moyen, offrant un compromis entre stabilité de rendement, adaptabilité environnementale et acceptabilité sur les marchés locaux.

Les cultivars à graines étroites : Muyaya, Kampela, Tshimbulu et Tshisala se caractérisent par des graines de faible largeur, avec des valeurs inférieures à 0,55 cm. Cette tendance est conforme aux observations de Singh *et al.*, (2003), qui associent les graines étroites aux variétés précoces ou semi-précoces, adaptées aux environnements contraignants et aux cycles culturaux courts. Bien que ces cultivars puissent présenter une valeur marchande plus faible liée à la taille des graines, ils offrent souvent une meilleure sécurité de production en conditions de stress.

L'analyse statistique montre que l'effet des traitements sur la largeur des graines est globalement non significatif, ce qui corrobore les résultats de Okrikata et Anaso (2016) et Adesina et *al.*, (2013). Ces auteurs indiquent que les biopesticides d'origine végétale n'affectent pas significativement les caractères morphologiques des graines, lesquels sont principalement déterminés par le patrimoine génétique du cultivar.

La production parcellaire constitue un indicateur synthétique de la performance agronomique des cultivars de niébé, intégrant l'effet combiné du potentiel génétique, des caractères végétatifs et reproductifs, ainsi que de la réponse aux traitements appliqués. Selon Dugje et *al.*, (2009), et Singh et *al.*, (2003), le rendement du niébé est fortement dépendant du génotype, mais peut être significativement modulé par les pratiques culturales et les conditions environnementales.

Les cultivars à production parcellaire très élevée : Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se démarquent nettement par des productions moyennes comprises entre 0,33 et 0,34 kg/parcelle, constituant le groupe le plus performant. Cette supériorité peut être attribuée à leur vigueur végétative, à leur cycle plus long et à leur capacité accrue de remplissage des gousses. Ces résultats sont conformes à ceux de Langyintuo et Lowenberg-DeBoer (2003) et Hall et *al.*, (2003), qui rapportent que les cultivars tardifs ou semi-tardifs présentent généralement des rendements plus élevés grâce à une meilleure accumulation de biomasse et une durée prolongée de la phase reproductive. Toutefois, ces variétés restent plus exigeantes en ressources et moins adaptées aux zones à saison culturale courte.

Les cultivars à production élevée : Kamanda, Muyaya, Kabinda, Kampela et Monji, avec des rendements moyens compris entre 0,26 et 0,27 kg/parcelle, forment un groupe à production élevée mais inférieure à celle des cultivars Tshibalabala. Ces performances rejoignent celles rapportées par Asiwe et *al.*, (2009) et Oparaeke et *al.*, (2005), pour des cultivars locaux à cycle intermédiaire. Selon ces auteurs, ce groupe représente souvent un compromis intéressant entre potentiel de rendement et stabilité de production, notamment dans des conditions agroécologiques variables.

Les cultivars à production parcellaire moyenne Bata, Epela, H36, Katoka, Nsampu et Tshisala présentent des rendements moyens compris entre 0,24 et 0,25 kg/parcelle. Ces valeurs sont comparables à celles observées par Dugje et *al.*, (2009) dans plusieurs essais multilocaux en Afrique subsaharienne, où la majorité des cultivars locaux expriment des rendements intermédiaires mais relativement stables. Cette stabilité pourrait être liée à une meilleure adaptation locale et à une tolérance accrue aux contraintes biotiques et abiotiques.

Le cultivar à faible production parcellaire : Tshimbulu se singularise par une production nettement plus faible, avec une moyenne d'environ 0,12 kg/parcelle, et une absence de réponse significative aux traitements. Ce faible rendement pourrait être lié à des limitations génétiques, à une faible vigueur végétative ou à une moindre capacité de fructification. Des observations similaires ont été rapportées par Singh et *al.*, (2003), qui indiquent que certains cultivars précoces ou à port peu vigoureux privilégient la survie et l'adaptation au détriment du rendement.

L'analyse des résultats montre que les traitements T1 et T2 améliorent significativement la production parcellaire chez la majorité des cultivars, contrairement au témoin T0. Cette tendance est en accord avec les travaux de Okrikata et Anaso (2016) et Adesina et *al.*, (2013), qui ont mis

en évidence l'effet positif des extraits végétaux sur la réduction des pertes dues aux ravageurs, se traduisant par une augmentation du rendement sans altération négative des caractères agronomiques.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus dans cette étude sont largement conformes à ceux rapportés dans la littérature, confirmant que la production parcellaire du niébé est fortement influencée par le génotype, avec une réponse variable aux traitements. Les cultivars Tshibalabala CU et TC apparaissent comme les plus performants en termes de rendement, tandis que les cultivars à production intermédiaire offrent une meilleure stabilité et une adaptation potentiellement plus large. Ces résultats soulignent l'importance de la sélection variétale ciblée, combinée à l'utilisation raisonnée de biopesticides, pour optimiser la productivité du niébé en conditions locales

Le poids de 1000 graines est un caractère agronomique déterminant, car il reflète directement la taille, la densité et le niveau de remplissage des graines, et constitue un critère important d'appréciation du potentiel productif et commercial des cultivars de niébé. Les résultats de cette étude mettent en évidence une hétérogénéité marquée entre les cultivars, associée à une réponse variable aux traitements, traduisant l'influence conjointe du génotype et des conditions culturales.

Les cultivars à poids de 1000 graines très élevé : Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se distinguent nettement par des poids moyens très élevés, respectivement de 202,97 g et 200,12 g, formant un groupe à part. Cette supériorité pondérale traduit une forte capacité de remplissage des graines et une allocation efficace des assimilats vers les organes reproducteurs. Des résultats comparables ont été rapportés par Singh et *al.*, (2003) et Hall et *al.*, (2003), qui soulignent que les cultivars à grosses graines présentent généralement un avantage commercial certain, bien qu'ils soient parfois plus exigeants en ressources nutritives.

Les cultivars à poids de 1000 graines élevé : Kampela, Nsampu, Katoka et Bata, dont les poids moyens varient entre 119,15 g et 121,41 g. Ces valeurs indiquent une bonne aptitude au remplissage des graines, sans atteindre les niveaux observés chez les cultivars Tshibalabala. Cette catégorie correspond à des cultivars souvent appréciés pour leur équilibre entre rendement, qualité des graines et adaptabilité, comme l'ont également observé Langyintuo et Lowenberg-DeBoer (2003) dans leurs travaux sur les préférences variétales des producteurs et des consommateurs.

Les cultivars à poids de 1000 graines intermédiaire : Muyaya, Tshisala, Kabinda, Kamanda, Monji, Tshimbulu et H36 présentent des poids moyens compris entre 114,57 g et 118,62 g, traduisant un niveau intermédiaire de développement des graines. Ces résultats sont proches de ceux rapportés par Dugje et *al.*, (2009) pour de nombreux cultivars locaux, généralement caractérisés par une bonne stabilité du poids des graines, même lorsque les conditions environnementales ou les pratiques culturales varient.

Le cultivar à faible poids de 1000 graines : Epela se singularise par un poids de 1000 graines relativement faible, avec une moyenne d'environ 112,93 g. Cette valeur plus basse pourrait être liée à une taille réduite des graines ou à un remplissage incomplet, possiblement influencé par des facteurs génétiques ou par une moindre efficacité dans la translocation des assimilats. Des

observations similaires ont été rapportées par Asiwe et *al.*, (2009) chez certains cultivars précoces ou à petites graines.

L'analyse des données révèle que les traitements T1 et T2 ont, dans l'ensemble, contribué à une augmentation du poids de 1000 graines chez plusieurs cultivars, comparativement au témoin T0. Cette amélioration suggère une réduction des stress biotiques durant la phase de remplissage des graines, favorisant une meilleure accumulation de matière sèche. Ces résultats concordent avec ceux de Oparaeké et *al.*, (2005), qui ont montré que l'utilisation de biopesticides peut améliorer indirectement les composantes du rendement, notamment le poids des graines.

Le rendement constitue l'indicateur synthétique le plus pertinent de la performance agronomique des cultivars, car il intègre l'effet combiné des caractères végétatifs, reproductifs et des interactions avec les traitements appliqués. Les résultats présentés dans le tableau 15 révèlent une variabilité marquée du rendement entre les cultivars locaux de niébé, ainsi qu'une amélioration globalement significative sous l'effet des traitements T1 et T2, confirmant l'importance du génotype et de la gestion culturale dans l'expression du potentiel productif.

Les cultivars à rendement très élevé : Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se démarquent nettement par des rendements moyens très élevés, atteignant respectivement 858,33 kg/ha et 836,11 kg/ha. Cette supériorité peut être associée à leurs performances élevées observées pour plusieurs composantes du rendement, notamment le poids de 1000 graines et la production parcellaire. Ces résultats sont en adéquation avec les travaux de Singh et *al.*, (2003) et Dugje et *al.*, (2009), qui rapportent que les cultivars à grosses graines et à cycle long présentent souvent un potentiel de rendement supérieur, particulièrement lorsque les contraintes biotiques sont maîtrisées.

Le deuxième groupe comprend les cultivars à rendement élevé Kamanda, Muyaya, Kabinda, Monji et Kampela, dont les rendements moyens s'échelonnent entre 652,78 et 694,44 kg/ha. Ces cultivars se caractérisent par une bonne réponse aux traitements, traduisant une capacité appréciable à valoriser les conditions améliorées de culture. Des tendances similaires ont été signalées par Oparaeké et *al.*, (2005), qui ont montré que la réduction des pressions parasitaires permet une expression plus complète du potentiel génétique des cultivars intermédiaires à performants.

Les cultivars à rendement intermédiaire : Bata, Tshisala, Nsampu, Katoka, H36 et Epela forment un groupe à rendement intermédiaire, avec des valeurs moyennes comprises entre 613,89 et 647,22 kg/ha. Bien que leurs rendements soient inférieurs à ceux des groupes précédents, ils présentent une relative stabilité, suggérant une bonne adaptation aux conditions locales. Ces observations rejoignent celles de Hall et *al.*, (2003), qui soulignent que certains cultivars locaux, même modérément productifs, sont souvent appréciés pour leur résilience face aux aléas climatiques et édaphiques.

Le cultivar à faible rendement Tshimbulu se distingue par un rendement nettement faible, avec une moyenne d'environ 309,66 kg/ha, et une réponse peu marquée aux traitements. Cette contre-performance pourrait être liée à ses faibles valeurs observées pour plusieurs composantes du rendement, notamment la longueur des gousses et la production parcellaire. Des résultats comparables ont été rapportés par Asiwe et *al.*, (2009), qui associent les faibles rendements de

certains cultivars à des limitations génétiques ou à une faible efficacité dans l'allocation des assimilats vers les organes reproducteurs.

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude confirment que le rendement des cultivars locaux de niébé est fortement dépendant du génotype, tout en étant significativement influencé par les traitements appliqués. La concordance observée entre le rendement et d'autres paramètres productifs (poids de 1000 graines, production parcellaire) souligne la cohérence agronomique des performances enregistrées. Ces résultats s'inscrivent globalement en accord avec la littérature, tout en mettant en évidence le fort potentiel de certains cultivars locaux, notamment Tshibalabala CU et TC, pour une valorisation accrue dans les systèmes de production du niébé en conditions locales.

5. CONCLUSION

L'évaluation des composantes du rendement et du rendement grain des cultivars locaux de niébé a mis en évidence une variabilité génétique marquée, associée à une réponse significative aux traitements appliqués, confirmant l'influence déterminante du génotype et de la gestion culturale sur l'expression du potentiel productif.

Les cultivars Tshibalabala CU et Tshibalabala TC se sont distingués de manière constante comme les cultivars élites de l'étude. Ils ont enregistré les meilleures performances agronomiques, avec un nombre moyen de gousses par plant supérieur à 18, un nombre de graines par gousse supérieur à 15,5, des longueurs moyennes de gousses dépassant 18 cm, ainsi qu'un poids de 1000 graines très élevé, atteignant respectivement 202,97 g et 200,12 g. Cette supériorité s'est traduite par des productions parcellaires moyennes comprises entre 0,33 et 0,34 kg/parcelle et des rendements grain très élevés, atteignant 858,33 kg/ha pour Tshibalabala CU et 836,11 kg/ha pour Tshibalabala TC, soit une augmentation de plus de 35 % par rapport au groupe des cultivars à rendement intermédiaire.

Le groupe des cultivars à rendement élevé, composé de Monji, Kamanda, Muyaya, Kabinda et Kampela, a présenté des rendements moyens compris entre 652,78 et 694,44 kg/ha, avec des productions parcellaires variant de 0,26 à 0,27 kg/parcelle. Ces cultivars ont montré une bonne capacité de valorisation des traitements, bien que leurs performances restent inférieures de 20 à 25 % à celles des cultivars Tshibalabala.

Les cultivars à rendement intermédiaire (Bata, Tshisala, Nsampu, Katoka, H36 et Epela) ont enregistré des rendements moyens compris entre 613,89 et 647,22 kg/ha, traduisant une stabilité productive mais un potentiel de rendement plus limité. À l'opposé, le cultivar Tshimbulu a affiché le rendement le plus faible, avec une moyenne de 309,66 kg/ha, soit une réduction de plus de 60 % par rapport aux cultivars élites, confirmant une limitation génétique marquée du potentiel productif.

L'analyse de l'effet des traitements montre que les traitements T1 et T2 ont amélioré significativement la majorité des composantes du rendement par rapport au témoin T0. Toutefois,

le traitement T2 s'est révélé le plus performant, induisant les meilleures valeurs moyennes de production parcellaire, de poids de 1000 graines et de rendement grain chez la plupart des cultivars. Sous T2, l'augmentation du rendement a atteint en moyenne +18 à +25 % par rapport au témoin T0, contre +10 à +15 % sous T1.

En conclusion, l'association des cultivars Tshibalabala CU et Tshibalabala TC avec le traitement T2 constitue la meilleure combinaison agronomique, permettant d'atteindre des rendements supérieurs à 830 kg/ha dans les conditions de l'étude. Les cultivars Monji, Kamanda, Muyaya, Kabinda et Kampela, associés au même traitement, représentent des alternatives performantes et plus stables, avec des rendements supérieurs à 650 kg/ha, adaptées à une large gamme de conditions agroécologiques. Ces résultats confirment l'intérêt d'une sélection variétale ciblée, couplée à l'utilisation raisonnée de biopesticides d'origine végétale à dose optimale (T2), comme stratégie durable d'amélioration de la productivité du niébé en milieu paysan

6. REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Adati, T., & Van Huis, A. (2019). Potential of botanical pesticides in integrated pest management. *Crop Protection*, 123, 104–112
- [2] Ajeigbe, H. A., Singh, B. B., & Emechebe, A. M. (2018). Cowpea production, constraints and breeding in sub-Saharan Africa. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 16(3), 38–45.
- [3] Asare-Bediako, E., Addo-Quaye, A. A., & Mohammed, A. (2014). Control of insect pests of cowpea using plant extracts. *International Journal of Agronomy*, 2014, 1–7.
- [4] Boateng, B. A., & Kusi, F. (2008). Toxicity of *Jatropha* seed oil to *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(12), 1804–1808.
- [5] Craufurd, P. Q., & Wheeler, T. R. (2009). Climate change and the flowering time of annual crops. *Journal of Experimental Botany*, 60(9), 2529–2539.
- [6] Dugje, I. Y., Omoigui, L. O., Ekeleme, F., Kamara, A. Y., & Ajeigbe, H. (2009). Farmers' guide to cowpea production in West Africa. Ibadan: IITA.
- [7] Egho, E. O. (2011). Management of major insect pests of cowpea in Nigeria. *Advances in Applied Science Research*, 2(4), 61–67.
- [8] Ehlers, J. D., & Hall, A. E. (1997). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Research*, 53(1–3), 187–204
- [9] FAO. (2017). Production et protection du niébé en Afrique subsaharienne. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- [10] Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66.

- [11] Jackai, L. E. N., & Adalla, C. B. (1997). Pest management practices in cowpea: A review. *Integrated Pest Management Reviews*, 2, 1–23.
- [12] Kyamanywa, S., & Tukahirwa, E. M. (2014). The effect of plant extracts on insect pests of legumes. *African Journal of Agricultural Research*, 9(12), 1025–1031.
- [13] Maharjan, R., & Khatri, B. (2020). Effect of botanical pesticides on insect pest population and yield components. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3(1), 256–265.
- [14] Mordue (Luntz), A. J., & Nisbet, A. J. (2000). Azadirachtin from the neem tree as an insect growth regulator. *Journal of Insect Physiology*, 46, 1335–1346.
- [15] Musa, A. K., & Adegbite, A. A. (2019). Yield components and varietal response of cowpea to pest control treatments. *Nigerian Journal of Crop Science*, 6(2), 45–55.
- [16] Oparaeké, A. M., Dike, M. C., & Amatobi, C. I. (2005). Botanical pesticide mixtures for insect pest management on cowpea. *Agricultural Journal*, 1(4), 219–223.
- [17] Singh, B. B., **Chambliss, O. L., & Sharma, B. (1997). Recent advances in cowpea breeding. *Advances in Agronomy*, 58, 1–59.
- [18] Singh, B. B., Chambliss, O. L., & Sharma, B. (1997). Recent advances in cowpea breeding. *Advances in Cowpea Research*, 30–49.
- [19] Souleymane, A., Traoré, S., & Ouattara, S. (2016). Influence des extraits végétaux sur les ravageurs et le rendement du niébé. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2), 728–738
- [20] Tshilumba Mukadi, T., Mpoyi Bisanga, M., Kazadi Batubenga, D. (2022). Evaluation du rendement des lignées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] à Gandajika. Congo Sciences Journal, 10(3), Article 5. <https://congosciences.online>.
- [21] Umeh, V. C., & Odebiyi, J. A. (2015). Evaluation of plant extracts for control of insect pests of cowpea. *African Journal of Biotechnology*, 14(5), 351–356.